รายงาน โครงงานวงจรเพิ่มลดแรงดัน ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์

วงจรแปลงผันกำลังไฟแบบดีซีเป็นดีซีที่มีการเพิ่มลดแรงดัน

Quadratic Buck-Boost DC-DC Converter

นายธิปก ตั้งสำเริงวงศ์

นายอทิติ เลิศภิยโยวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quardratic Buck-Boost DC-DC Converter

Thipok Tangsumroengvong

Athiti Lertpiyayowong

Bachelor of engineering in Mechatronics Engineering

Faculty of engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic year 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ วงจรแปลงผันกำลังไฟแบบดีซีเป็นดีซีที่มีการเพิ่มลดแรงดัน

Quardratic Buck-Boost DC-DC Converter

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธิปก ตั้งสำเริงวงศ์ **รหัสนักศึกษา** 62010432

นายอทิติ เลิศภิยโยวงศ์ **รหัสนักศึกษา** 62011002

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รศ.ดร.ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจ วงจรแปลงผันกำลังไฟแบบดีซีเป็นดีซีที่มีการเพิ่มลดแรงดัน

ชื่อนักศึกษา นายธิปก ตั้งสำเริงวงศ์ และ นายอทิติ เลิศภิยโยวงศ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

อาจารย์นิเทศก์ รศ.ดร.ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์

ผู้นิเทศงาน ดร. สิริพรรณ ตระกูลดิษฐ์

บทคัดย่อ

โครงงานเล่มนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงมาเป็นกระแสตรงแบบสามารถเพิ่มและลดค่าแรงดัน มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างชิ้นงานขึ้นมาใหม่โดยการใช้รูปแบบของวงจรที่ศึกษาโดยเริ่มตั้งแต่การฝึกวิเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบวงจรที่เกี่ยวข้อง แก้ปัญหาที่เจอระหว่างศึกษา โดยรายงานเล่มนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับวงจรแปลงผันแรงดัน การทำงานของวงจร วิธีการคำนวณของค่าที่เกิดขึ้นจริง และความสัมพันธ์ของแต่ละชิ้นส่วนที่อยู่ในวงจรกับค่าของการทดลองที่เกิดขึ้นจริง รวมถึงผลการทดลอง และสรุป เป้าหมายในการจัดทำโครงงานนี้เพื่อให้เข้าใจในวงจรและสามารถออกแบบชิ้นงานขึ้นมาใหม่รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละตัวในการสร้างวงจรขึ้นมาใหม่ และก่อให้เกิดเป็นชิ้นงานใหม่ที่สามารถใช้ได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Quadratic Buck-Boost DC-DC Converter
Student name	Thipok Tangsumroengvong and Athiti Lertpiyayowong
Faculty	Engineering
Department	Mechatronics Engineering
Advisor name	Prof. Chanin Bunlaksananusorn
Mentor name	Dr. Siripan Trakuldit

ABSTRACT

This project is about Converter circuit, direct current to direct current with the ability to increase or decrease voltage. The Objective of this project is to create the work of the new circuit by study basics converter circuit. First, starts with learning and analyzing basic converter circuit and more complicated version too. Solve the problems with experience along the way. This report gives you information about voltage converter circuits, how the circuit works, how to calculate all the important variables and the relations for all parts in circuit from real testing. Including results and conclude about our objective of this project which are understanding our circuit, design our circuit and create new circuit that can be used in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานและโครงงานนี้ในหัวข้อวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงมาเป็นกระแสตรงแบบสามารถเพิ่มและลดค่าแรงดัน โครงงานนี้เกิดขึ้นได้จากการแนะนะและช่วยเหลือจากรศ.ดร.ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์ และดร.สิริพรรณ ตระกูลดิษฐ์ ที่ให้คำแนะนำ รวมไปถึงการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปตามเป้าหมายที่กำหนด รวมถึงการให้ใช้สถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ สุดท้ายขอขอบพระคุณทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา

นายธิปก ตั้งสำเริงวงศ์

นายอทิติ เลิศภิยโยวงศ์

นักศึกษาผู้จัดทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย A

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ B

กิตติกรรมประกาศ C

สารบัญ D

สารบัญตาราง H

สารบัญรูป I

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน 1

1.4 วิธีการดำเนินงาน 1

1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวงจร DC-DC Buck-Boost Converter 3

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวงจร DC-DC Buck-Boost Converter 3

2.2 หลักการทำงานของวงจร DC-DC Buck-Boost Converter 4

2.2.1 หลักการทำงานของSwitch ในวงจร DC-DC Buck-Boost Converter 4

2.3 หลักการทำงานของวงจร Control ที่ใช้ 5

2.3.1 การทำงานของ UC3825 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การทำงานของ CD4050 6

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

3.1 กำหนดวงจรที่จะศึกษาในการสร้างชิ้นงาน 7

3.2 วงจรในส่วน Quadratic Buck-Boost ที่เลือกใช้ 7

3.2.1 การทำงานช่วงสวิตช์เปิด 8

3.2.2 การทำงานช่วงสวิตช์ปิด 9

3.3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของอุปกรณ์ไฟฟ้า 9

3.3.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เกิดขึ้นที่ตัวเก็บประจุตัวแรกเทียบกับแรงดันที่ขาเข้า 10

3.3.2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เกิดขึ้นที่แรงดันขาออกเทียบกับแรงดันที่ขาเข้า 12

3.3.3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ขาออกเทียบกับกระแสที่ขาเข้า 14

3.3.4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านขดลวดL1 และขดลวดL2 เทียบกับกระแสที่ขาออก 17

3.4 การหาค่าตัวแปรเดี่ยวของอุปกรณ์ไฟฟ้า 17

3.4.1 การหาค่ากระแสที่มากและน้อยที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำL1 ได้ 18

3.4.2 การหาค่ากระแสที่มากและน้อยที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำL2 ได้ 19

3.4.3 การหาค่ากระแสที่ไหลผ่านไดโอดแต่ละตัว 20

3.4.4 การหาค่ากระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ 20

3.4.5 การหาค่าตัวเก็บประจุ 20

3.5 การออกแบบชิ้นงาน 23

3.5.1 การหาค่า Duty cycle 23

3.5.2 การหาค่าขดลวดเหนี่ยวนำที่เล็กที่สุดที่สามารถใช้ได้ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การหาค่าตัวเก็บประจุ 24

3.5.4 การหาค่าสวิตช์ 24

3.5.5 การหาไดโอดแต่ละตัว 25

3.5.6 การหากระแสที่มากที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำได้ 25

3.6 การเลือกซื้ออุปกรณ์ในชิ้นงาน 26

3.6.1 การเลือกซื้อตัวเก็บประจุ 26

3.6.2 การเลือกซื้อตัวขดลวดเหนี่ยวนำ 28

3.6.3 การเลือกซื้อไดโอด 29

3.6.3 การเลือกซื้อสวิตช์ MOSFET 31

3.7 การออกแบบวงจรควบคุม 32

3.8 การสร้างบอร์ด PCB Circuit 34

3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 37

3.9.1 Oscilloscope 37

3.9.2 Multimeter 37

3.9.3 Power Supply 38

3.9.4 Load 39

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบแรงดันที่ขาเอาท์พุต 40

4.2 รูปคลื่นกราฟที่ปรากฏของขดลวดเหนี่ยวนำ L 42

4.2.1 รูปคลื่นขดลวดเหนี่ยวนำ L_1 42

4.2.2 รูปคลื่นขดลวดเหนี่ยวนำ L_2 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 44

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข 44

5.3 ข้อเสนอแนะ 45

เอกสารอ้างอิง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

ตารางผลการทดลองที่ 4-1 ทดสอบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นที่ขา Output ที่Load1A

ตารางผลการทดลองที่ 4-2 ทดสอบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นที่ขา Output ที่Load5A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 ภาพตัวอย่างวงจรแปลงผันแรงดันที่นำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานจริง

รูปที่ 2-2 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ปรากฏที่ซึ่งสอดคล้องกับการ ON และ OFF MOSFET

รูปที่ 2-3 ภาพแสดงตัวอย่างของ UC3825 ที่ใช้ในวงจร

รูปที่ 2-4 ภาพแสดงตัวอย่างของ Inverting Op-Amp แล้วสูตรคำนวณ Vc

รูปที่ 2-5 ภาพแสดงตัวอย่างของ Comparator

รูปที่ 2-6 ภาพแสดงตัวอย่างของ CD4050 ที่ใช้ในวงจร

รูปที่ 2-7 ภาพแสดง ภาพแสดงตัวอย่างของ Voltage follower และสูตรคำนวณ I

รูปที่ 3-1 ภาพตัวอย่างวงจรแปลงผันแรงดันดีซี-ดีซีที่ใช้ศึกษา

รูปที่ 3-2 ภาพตัวอย่างวงจรขณะที่สวิตซ์เปิด

รูปที่ 3-3 ภาพตัวอย่างวงจรขณะที่สวิตซ์เปิด

รูปที่ 3-4 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่1

รูปที่ 3-5 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่2

รูปที่ 3-6 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่3

รูปที่ 3-7 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่4

รูปที่ 3-8 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ

รูปที่ 3-9 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ขาเข้า และรูปคลื่นกระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์

รูปที่ 3-10 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ไดโอด1 ไดโอด2 และไดโอด3

รูปที่ 3-11 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ตัวเก็บประจุ1 และตัวเก็บประจุ2

รูปที่ 3-12 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ขดลวดเหนี่ยวนำ1 และขดลวดเหนี่ยวนำ2

รูปที่ 3-13 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ไดโอด1 ไดโอด2 ไดโอด3 และสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-14 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ตัวเก็บประจุ1 และตัวเก็บประจุ2

รูปที่ 3-15 ภาพตัวอย่างค่าที่ต้องการออกแบบวงจร

รูปที่ 3-16 ภาพตัวอย่างตัวเก็บประจุ1 ที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-17 ภาพตัวอย่างสเป็คตัวเก็บประจุ1 ที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-18 ภาพตัวอย่างตัวเก็บประจุ2 ที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-19 ภาพตัวอย่างสเป็คตัวเก็บประจุ2 ที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-20 ภาพตัวอย่างแกนเทอร์รอย

รูปที่ 3-21 ภาพตัวอย่างแกนเทอร์รอยหลังจากพันลวดทองแดงเสร็จเรียบร้อย

รูปที่ 3-22 ภาพตัวอย่างไดโอดที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-23 ภาพตัวอย่างสเป็คไดโอดที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-24 ภาพตัวอย่างสวิตซ์MOSFETที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-25 ภาพตัวอย่างสเป็คสวิตซ์MOSFETที่เลือกซื้อ

รูปที่ 3-26 ภาพตัวอย่างวงจรควบคุมโดยใช้ CD4050

รูปที่ 3-27 ภาพตัวอย่างวงจรควบคุมโดยใช้ UC3825

รูปที่ 3-28 ภาพตัวอย่างวงจรเต็ม

รูปที่ 3-29 ภาพตัวอย่างการทดลองต่อวงจรควบคุม UC3825

รูปที่ 3-30 ภาพตัวอย่างด้านหน้าของโปรแกรม Altium Designer Summer

รูปที่ 3-31 ภาพตัวอย่างภายในโปรแกรม Altium Designer Summer

รูปที่ 3-32 ภาพตัวอย่างวงจรที่ออกแบบภายในโปรแกรม Altium Designer Summer

รูปที่ 3-33 ภาพตัวอย่างบอร์ดที่เสร็จสมบูรณ์

รูปที่ 3-34 ภาพตัวอย่างOscilloscope

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-35 ภาพตัวอย่าง Multimeter

รูปที่ 3-36 ภาพตัวอย่างPower Supply ที่จ่ายเข้าสู่วงจรหลัก

รูปที่ 3-37 ภาพตัวอย่างPower Supply ที่จ่ายเข้าสู่วงจรControl

รูปที่ 3-38 ภาพตัวอย่างLoad

รูปที่ 4-1 ผลการทดลองจ่ายไฟที่48V

รูปที่ 4-2 ผลการทดลองจ่ายไฟที่43V

รูปที่ 4-3 ผลการทดลองจ่ายไฟที่38V

รูปที่ 4-4 ผลการทดลองจ่ายไฟที่35V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากอุปกรณ์ทางไฟฟ้าแต่ละตัวมีค่าการใช้งานแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมไม่เท่ากันในแต่ละตัว ดังนั้นจึงมีการสร้างวงจร DC-DC Buck-Boost Converter ตัวนี้มีความสามารถให้การเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีเหมาะสมกับการใช้งาน และยังสามารถแปลงค่า DC Source ให้มีกระแสตรงได้หลายระดับตามที่เราต้องการ โดยใช้หลักการ ON และ OFF สวิตซ์ MOSFET หรือการ Chopping DC Voltage

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงโดยเพิ่มหรือลดค่าตามที่เราต้องการใช้งาน

1.2.2 เพื่อไปประยุกต์ใช้กับโหลดที่มีค่าต้องการกับการใช้งาน

1.2.3 เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการสร้างวงจรไปใช้ในการสร้างวงจรใหม่ๆได้ในอนาคต

1.2.4 รู้วิธีการในการเลือกซื้อวงจร DC-DC Converter ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง

1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน

1.3.1 ออกแบบวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแปลงไฟฟ้ากระแสตรง48V เป็นไฟฟ้ากระแสตรงหนึ่งเฟส 0-15V ที่ความถี่ 100kHz

1.3.2 ควบคุมขนาดความถี่ไฟฟ้าด้านออกให้คงที่

1.4 วิธีการดำเนินงาน

โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน

1.4.1 การออกแบบวงจรและศึกษาลักษณะการทำงานของวงจรรวมถึงหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละตัวในวงจร รวมถึงแต่ละค่าที่อุปกรณ์แต่ละตัวจะสามารถรับได้และส่งผลต่อค่าแรงดันที่เกิดขึ้น

1.4.2 ศึกษาและออกแบบวงจรควบคุมในส่วนของสวิตซ์ MOSFET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถในความรู้เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานไปสร้างเป็นชิ้นงานใหม่ที่สามารถใช้งานได้จริง

1.5.2 สามารถเลือกซื้ออุปกรณ์ควบคุมแรงดัน ดีซี-ดีซี ที่มีคุณภาพจากการที่ได้ศึกษาองค์ประกอบจริง

1.5.3 สามารถนำชิ้นงานไปใช้ในการต่อยอดการทำงานกับบริษัทที่เกี่ยวข้องกับอิเล็คทรอนิกส์ได้

1.5.4 เป็นแนวทางให้กับผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรแปลงแรงดันดีซี-ดีซีต่อไป

1.5.5 ได้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวงจรควบคุมของวงจรสวิตซ์ MOSFET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

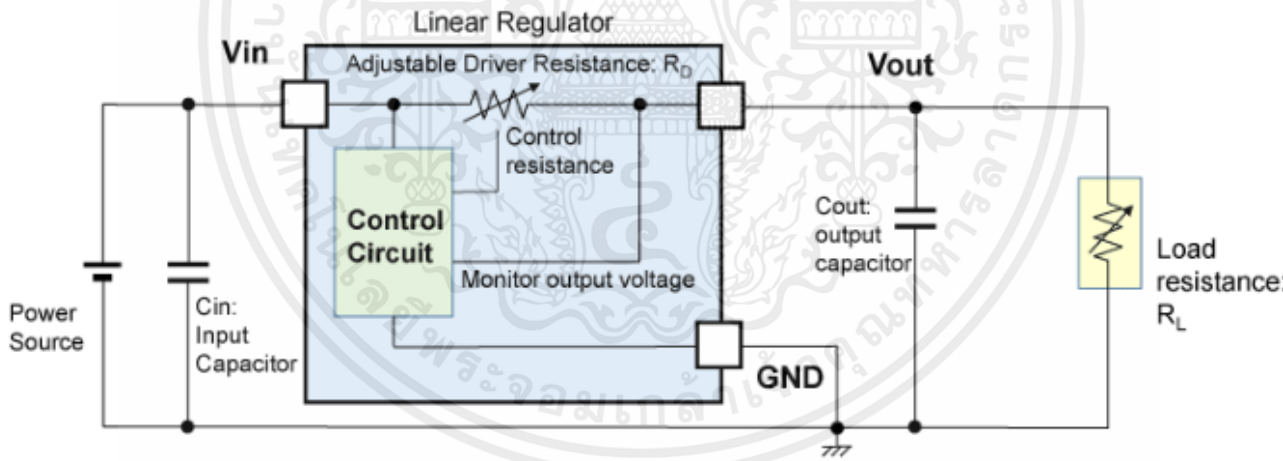
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับวงจร DC-DC Buck-Boost Converter

2.1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับวงจร DC-DC Buck-Boost Converter

วงจรชุคคอนเวอร์เตอร์ถูกพัฒนามาจากวงจร Buck-Boost ConverterโดยSlobodan Cuk ซึ่งเป็นวงจรที่มีหน้าที่ แปลงผันแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแบบเพิ่ม-ลดแรงดันไฟฟ้าได้โดยจะมีแรงดันด้านออกแบบกลับขั้ว ซึ่งการควบคุมแรงดันฝั่งออกทำได้โดยการควบคุมอัตราส่วนระหว่างความกว้างของพัลส์กับคาบเวลาของพัลส์หรือ Duty cycle (D) ที่ขาควบคุมของสวิทช์ในวงจรชุค โดยในชุดการทำงานของวงจรที่ใช้จะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟ สองขดลวด สองตัวเก็บประจุ สามไดโอด โหลดขาออกและสวิตช์ชนิดMOSFET และส่วนควบคุม



รูปที่ 2-1 ภาพตัวอย่างวงจรแปลงผันแรงดันดีซี-ดีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการทำงานของวงจร DC-DC Buck-Boost Converter

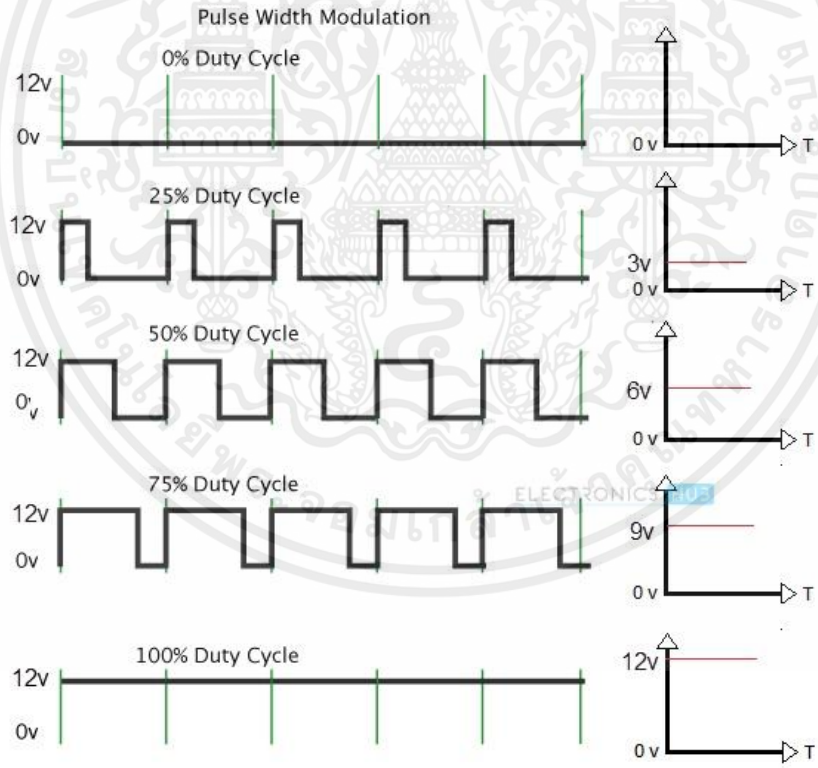
DC-DC converter หรือสามารถเรียกอีกอย่างว่า DC chopper เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟ DC จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้มีค่าคงที่ ให้ได้แรงดันเอาท์พุตเป็น DC ที่สามารถปรับค่าได้ตามต้องการโดยใช้หลักการ ON และ OFF ของ MOSFET Switch หรือ Chopping DC Voltage

2.2.1 หลักการทำงานของSwitch ในวงจร DC-DC Buck-Boost Converter

โดยการ ON และ OFF ของสวิตซ์มีวิธีการ 2แบบ

1. แบบ **Constant – frequency** เป็นวงจร Chopper ที่ควบคุมให้ time period โดยการปรับ ON Time (Ton) การควบคุมในลักษณะนี้เรียกว่า pulse-width – modulation (PWM)

2. แบบ **Variable – frequency** เป็นวงจร Chopper ที่ปรับ time period โดยการปรับ ON Time หรือ OFF time (T-Ton) การควบคุมแบบนี้เรียกว่า frequency – modulation ซึ่งมีข้อเสียเนื่องจากค่าความถี่จะมีค่าเปลี่ยนแปลงในย่านกว้าง



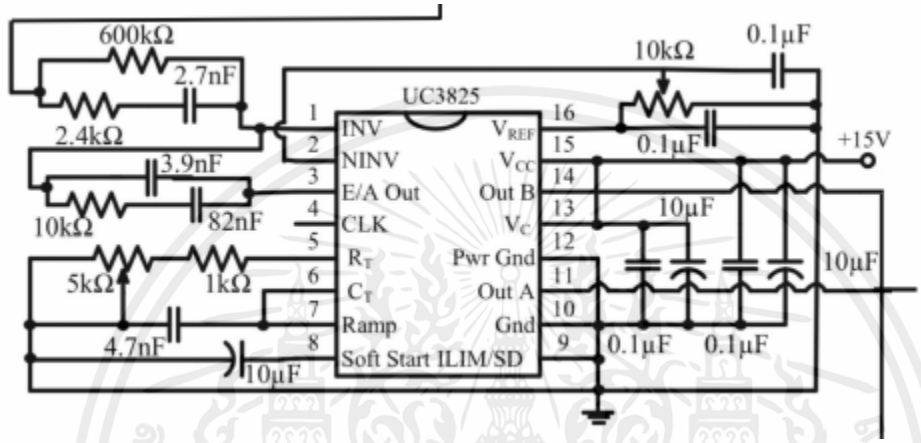
รูปที่ 2-2 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ปรากฏที่ซึ่งสอดคล้องกับการ ON และ OFF MOSFET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของวงจร Control

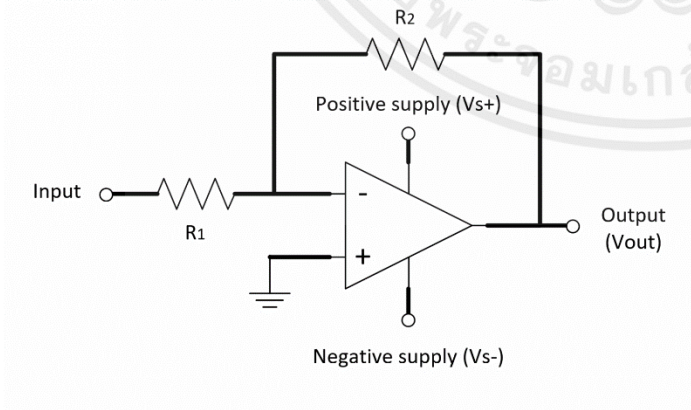
เนื่องจากเราต้องการให้การแปลงของแรงดัน Vout นั้น คงที่ เราจึงจำเป็นต้องมีการนำ Vout ไปเป็น feedback ในวงจร Control ของเรา โดยที่จะมีส่วนประกอบหลักด้วยกัน 2 ส่วน

2.3.1 การทำงานของ UC3825



รูปที่ 2-3 ภาพแสดงตัวอย่างของ UC3825 ที่ใช้ในวงจร

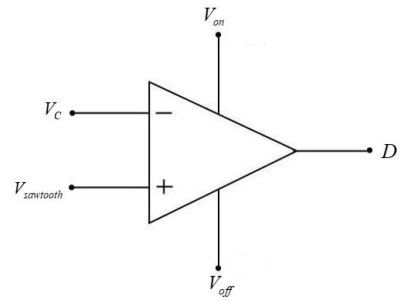
โดยที่ข้างใน UC3825 นั้นมีส่วนหลักๆด้วยกัน 2 ส่วน ซึ่งก็คือ 1.Inverting Op-Amp ซึ่งมีหน้าที่สร้างแรงดันควบคุม (Vc) โดยที่จะนำ Vout มาเปรียบเทียบกับ Vref แล้วได้ Vc ที่เหมาะสมออกมา.จากนั้นก็มาที่ส่วนที่ 2.Comparator ซึ่งมีหน้าที่นำ Vc มาเปรียบเทียบกับ Vsawtooth ถ้าช่วงไหน Vc>Vsawtooth ก็จะได้ผลลัพธ์เป็น Von เอาไว้ใช้เปิดสวิชต์ ถ้า Vc<Vsawtooth ก็จะได้ผลลัพธ์เป็น Voff เอาไว้ใช้ปิดสวิชต์.



$$V_C = \left[\frac{R_2}{R_1}\right]\left[V_{ref} - V_o\right] + V_{ref}$$

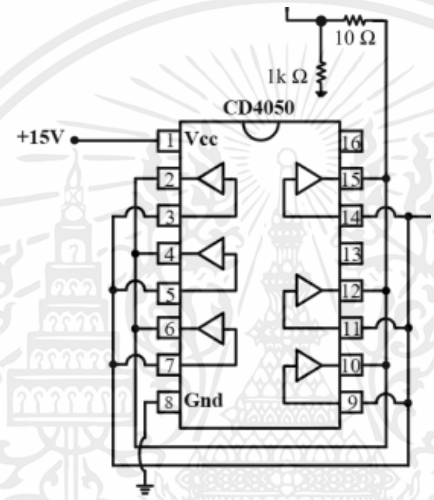
รูปที่ 2-4 ภาพแสดงตัวอย่างของ Inverting Op-Amp และสูตรคำนวณ Vc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



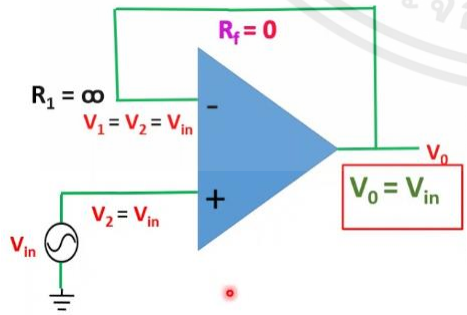
รูปที่ 2-5 ภาพแสดงตัวอย่างของ Comparator

2.3.2 การทำงานของ CD4050



รูปที่ 2-6 ภาพแสดงตัวอย่างของ CD4050 ที่ใช้ในวงจร

เนื่องจากแรงดันที่ได้มาจากนั้น UC3825 นั้นพอเพียงต่อสวิชต์แล้ว แต่กระแสนั้นยังมีค่าไม่มากพอ จึงต้องนำสัญญาณที่ได้มาขยายกระแสก่อน โดยใน CD4050 นั้นจะมี Op-Amp ที่เรียกว่า Voltage follower อยู่ในนั้น



$$I_{i/p} << I_{o/p}$$

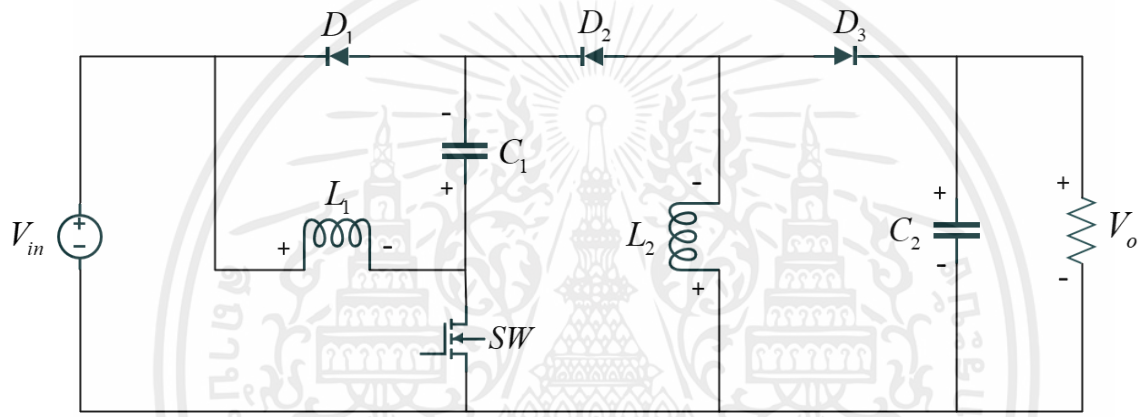
รูปที่ 2-7 ภาพแสดงตัวอย่างของ Voltage follower และสูตรคำนวณ I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

3.1 กำหนดวงจรที่จะศึกษาเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงาน

รูปแบบของวงจร Quadratic Buck-Boost นั้นมีอยู่หลายแบบและหลายประเภทซึ่งให้ค่าผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยทางผู้จัดทำได้เลือกรูปแบบวงจรที่สามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากและทำการศึกษาหลักการทำงานและวิธีการทำงานของวงจรนี้ จนได้รูปแบบวงจรนี้มา



รูปที่ 3-1 ภาพตัวอย่างวงจรแปลงผันแรงดันดีซี-ดีซีที่ใช้ศึกษา

3.2 วงจรในส่วน Quadratic Buck-Boost ที่เลือกใช้

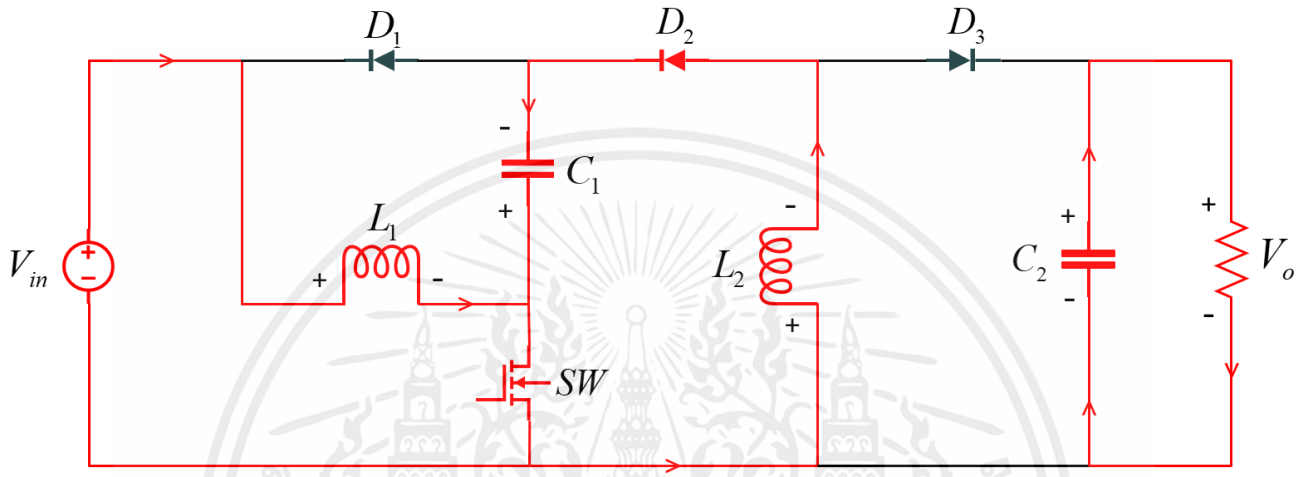
เนื่องจากเป็นวงจรที่ไม่ซับซ้อนและใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประกอบอยู่ในขอบเขตอยู่ในงบที่จำกัด ซึ่งในระบบวงจรจริงจะประกอบไปด้วยวงจรเพิ่มลดแรง-ดัน ดังรูปและในรูปแบบวงจรจริงจะมีวงจรโมลดูลที่เพิ่มขึ้นเพื่อทำหน้าที่ควบคุมจังหวะสวิตซ์เพื่อกำหนดค่าแรงดันที่ขาออกให้ตรงกับที่เราต้องการ รวมถึงการคุมแรงดันให้มีความนิ่งมากขึ้น ส่วนต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์การทำงานรวมถึงการหาค่าความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ในวงจรแต่ละตัว รวมถึงการหาค่าของแต่ละตัวแปรต่างๆเพื่อใช้เลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆเพื่อนำมาสร้างชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรที่นำมาศึกษา

โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2ส่วน คือขณะทำการเปิดสวิตซ์และขณะที่ทำการปิดสวิตซ์

3.2.1 การทำงานของวงจรขณะที่สวิตซ์เปิด

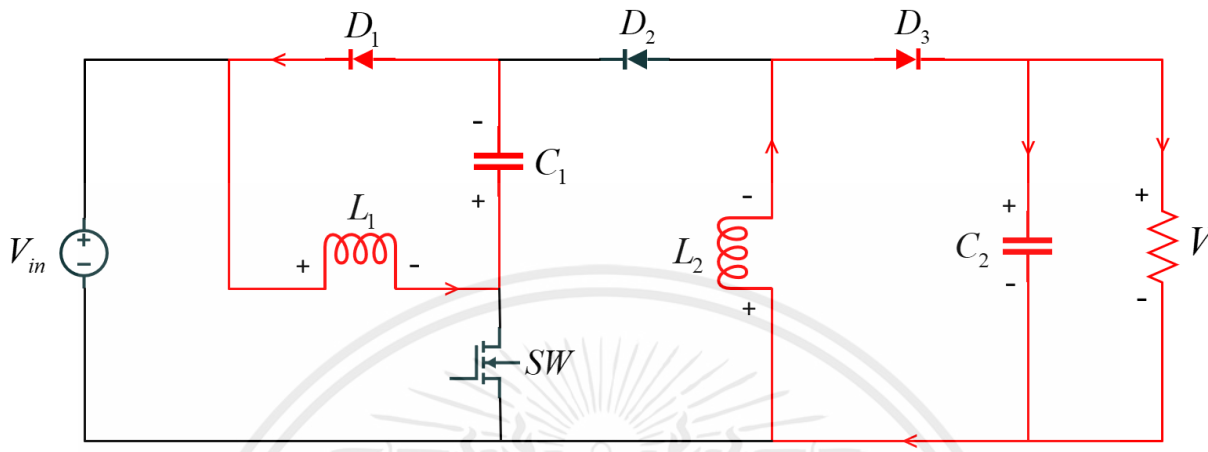


รูปที่ 3-2 ภาพตัวอย่างวงจรขณะที่สวิตซ์เปิด

ทันทีที่ทำการเปิดสวิตซ์ แหล่งไฟจากแหล่งกำเนิดจะถูกจ่ายตามเส้นทางการเดินสีแดง และมีทิศทางเดินตามหัวลูกศรสีแดง โดยเริ่มกระแสไฟจะไหลไปตามทางโดยจะถูกไดโอดตัวที่ 1บล๊อกเส้นทางทำให้กระแสไฟไหลไปที่ทางเดียวก่อนจะผ่านไปยังขดลวดก่อนที่จะผ่านสวิตซ์MOSFET และตัวเก็บประจุ1 ก่อนจะถูกบล๊อคโดยไดโอด2 ส่วนด้านกระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์จะผ่านไปที่ขดลวดตัวที่2 ก่อนที่กระแสไฟจะแยกทางไปที่ไดโอดตัวที่2 และไดโอดตัวที่3 แต่จะถูกไดโอดตัวที่3 บล๊อคไว้ก่อนจะไหลผ่านตัวที่2 และวนกลับไปมาซ้ำๆเป็นลูป โดยในการทำงานจริงเราจะทำการเปิด-ปิดสวิตซ์ด้วยความถี่คงที่เพื่อให้เกิดแรงดันค่าใหม่ตามที่เราต้องการ ส่วนช่วงกระแสที่เกิดฝั่งโหลดที่ขาออกเกิดจากการที่เราทำการปิดสวิตซ์ไปครั้งนึงและทำการเปิดใหม่กระแสที่จะเกิดจากการเหนี่ยวนำที่ขดลวดที่2 ด้วยหลักการฟาราเดย์ก่อนจะไหลผ่านไดโอดตัวที่3 ไปยังตัวเก็บประจุและผ่านโหลดขาออก และเมื่อทำการเปิดสวิตซ์อีกครั้งตัวเก็บประจุตัวที่2 จะทำหน้าที่คายประจุให้เกิดการไหลผ่านโหลดที่ขาออกแบบวนลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทำงานของวงจรขณะที่สวิตซ์ปิด



รูปที่ 3-3 ภาพตัวอย่างวงจรขณะที่สวิตซ์เปิด

ทันทีที่ทำการเปิดสวิตซ์หลังจากปิด วงจรจะใช้กระแสไฟเลี้ยงมาจากกฎการเหนี่ยวของฟาราเดย์จากขดลวดที่ถูกกระแสไฟจากแหล่งกำเนิดในช่วงที่ทำการปิดสวิตซ์ และขดลวดจะทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายไฟแทน โดยขดลวดตัวที่1 จะเริ่มจ่ายไฟผ่านตัวเก็บประจุแรกก่อนจะแบ่งไฟผ่านไดโอด1 และถูกบล็อคโดยไดโอด2 ก่อนจะไหลกลับเข้าขดลวดตัวเดิมโดยทำงานไปเรื่อยๆเป็นลูป ส่วนขวดลวดตัวที่2 จะทำการจ่ายไฟเลี้ยงโดยผ่านไดโอดที่3 ก่อนจะแบ่งไฟอย่างละครึ่งไปเลี้ยงที่ตัวเก็บประจุที่2 และโหลดทางขาออกก่อนที่ไฟเลี้ยงจะมารวมกันและไหลกลับเข้าไปยังขดลวดเดิมโดยทำงานซ้ำๆเป็นลูป

3.3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของอุปกรณ์ไฟฟ้า

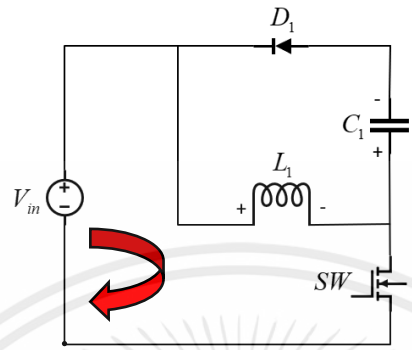
ต่อไปจะเป็นการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ เพื่อให้รู้ว่าอุปกรณ์และชิ้นงานแต่ละชิ้นจะสามารถทนต่อกระแสไฟสูงสุดได้เท่าไหร่ รวมถึงสามารถรับแรงดันสูงสุดได้เท่าไหร่ รวมถึงค่า Duty cycle เพื่อใช้ในการออกแบบการคำนวณรวมถึงการเลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อจะมาใช้ในชิ้นงานจริงในภายหลัง

โดยจะเริ่มจากการใช้กฎเคอร์ชอฟ(Kirchhoff's circuit laws) เพื่อทำการหาสมการที่เกิดขึ้นในวงจรเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ของอุปกรณ์แต่ละตัว โดยจะคิดแยกเป็นลูปๆของเส้นทางเดินไฟ ตามรูปภาพตัวอย่าง และจะคิดในขณะที่สวิตซ์ทำการเปิด และปิดแยกกัน จากนั้นจึงนำสมการที่ได้มารวมกันและได้สมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เกิดขึ้นที่ตัวเก็บประจุตัวแรกเทียบกับแรงดันที่ขาเข้า

Loop 1: KVL ;



รูปที่ 3-4 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่1

โดยในรูปจะคิดขณะที่สวิตซ์เปิดโดยใช้กฎเคอร์ชอฟ(Kirchhoff's circuit laws) โดยจุดที่อยู่ในภาพตัวอย่างจะเป็นจุดเริ่มต้น โดยใช้ทิศตามเข็มนาฬิกา โดยเริ่มต้นจากเข้าที่ทิศลบของตัวจ่าย จากนั้นก็วนในลูปไปที่ทิศบวกของขดลวดกระแสตัวที่1 จะได้ออกมาเป็นมาเป็นสมการ

$$-V_{in} + V_{L1} = 0$$

$$V_{L1} = V_{in}$$

$$L_1 \frac{di_{L1}}{dt} = V_{in}$$

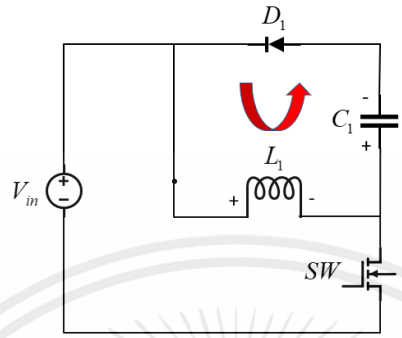
$$\Delta i_{L1,on} = \frac{V_{in} DT}{L_1} \quad (1)$$

จะได้สมการกระแสที่ไหลผ่านขดลวดตัวที่ 1 ขณะทำการเปิดสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะป็นการคิดในลูปที่2 เพื่อหาสมการ

Loop 2: KVL ;



รูปที่ 3-5 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่2

โดยในรูปจะคิดขณะที่สวิตซ์ปิดโดยใช้กฎเคอร์ชอฟ(Kirchhoff's circuit laws) โดยจุดที่อยู่ในภาพตัวอย่างจะเป็นจุดเริ่มต้น โดยใช้ทิศทวนเข็มนาฬิกา โดยเริ่มเข้าที่ฝั่งบวกของขดลวดตัวที่1 จากนั้นก็เข้าไปที่ทิศบวกของตัวเก็บประจุตัวที่ 1 จะได้สมการออกมาเป็น

$$V_{L1} + V_{C1} = 0$$

$$V_{L1} = -V_{C1}$$

$$L_1 \frac{di_{L1}}{dt} = -V_{C1}$$

$$\Delta i_{L1,off} = \frac{-V_{C1}(1-D)T}{L_1} \quad (2)$$

จะได้สมการกระแสที่ไหลผ่านขดลวดตัวที่ 1 ขณะทำการปิดสวิตซ์

จากนั้นนำสมการที่ได้มาก่อนหน้ามาบวกกับสมการที่พึ่งได้มา

$$(\Delta i_{L1})_{on} + (\Delta i_{L1})_{off} = 0$$

$$\frac{V_{in}DT}{L_1} + \frac{-V_{C1}(1-D)T}{L_1} = 0$$

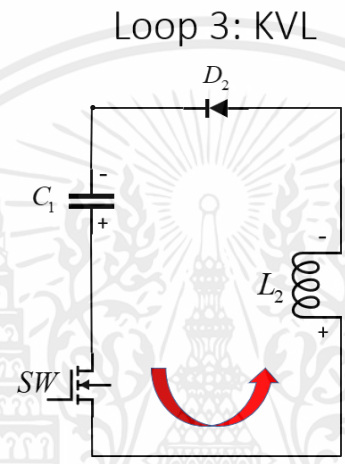
จากนั้นก็แก้สมการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุกับแรงดันขาเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการแรงดันที่ตกคร่อมที่ตัวเก็บประจุเทียบกับแรงดันขาเข้า

$$V_{C1} = V_{in}\frac{D}{1-D} \quad (3)$$

3.3.2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่เกิดขึ้นที่แรงดันขาออกเทียบกับแรงดันที่ขาเข้า



รูปที่ 3-6 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่3

โดยในรูปจะคิดขณะที่สวิตซ์เปิดโดยใช้กฎเคอร์ชอฟ(Kirchhoff's circuit laws) โดยจุดที่อยู่ในภาพตัวอย่างจะเป็นจุดเริ่มต้น โดยใช้ทิศทวนเข็มนาฬิกา โดยเริ่มต้นจากเข้าที่ทิศลบของตัวเก็บประจุตัวแรก จากนั้นก็วนมวนเข็มไปที่ทิศบวกของขดลวดกระแสตัวที่2 จะได้ออกมาเป็นมาเป็นสมการ

$$-V_{C1} + V_{L2} = 0$$

$$V_{L2} = V_{C1}$$

$$L_2\frac{di_{L2}}{dt} = \frac{V_{in}D}{1-D}$$

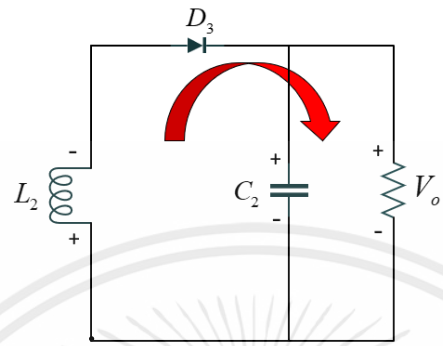
$$\Delta i_{L2},on = \frac{V_{in}D(DT)}{L_2(1-D)} = \frac{V_{in}D^2T}{L_2(1-D)} \quad (4)$$

จะได้สมการกระแสที่ไหลผ่านขดลวดตัวที่ 2 ขณะทำการเปิดสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะป็นการคิดในลูปที่4 เพื่อหาสมการ

Loop 4: KVL



รูปที่ 3-7 ภาพตัวอย่างการทำงานของวงจรในลูปที่4

โดยในรูปจะคิดขณะที่สวิตซ์ปิดโดยใช้กฎเคอร์ชอฟ(Kirchhoff's circuit laws) โดยจุดที่อยู่ในภาพตัวอย่างจะเป็นจุดเริ่มต้น โดยใช้ทิศตามเข็มนาฬิกา โดยเริ่มต้นจากเข้าที่ทิศบวกของขดลวดตัวที่2 จากนั้นก็วนเข็มไปที่ทิศบวกของโหลดที่ขาออก จะได้ออกมาเป็นมาเป็นสมการ

$$V_{L2} + V_o = 0$$

$$V_{L2} = -V_o$$

$$L_2 \frac{di_{L2}}{dt} = -V_o$$

$$\Delta i_{L2}, off = \frac{-V_o(1-D)T}{L_2} \quad (5)$$

จะได้สมการกระแสที่ไหลผ่านขดลวดตัวที่ 2 ขณะทำการปิดสวิตช์

จากนั้นก็นำสมการที่ได้จากการใช้กฎเคอร์ชอฟที่ลูป3 และลูป4 (สมการที่4 และ สมการที่5) มาบวกกันเพื่อให้ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขาออกเทียบกับขาเข้า

$$(\Delta i_{L2})_{on} + (\Delta i_{L2})_{off} = 0$$

$$\frac{V_{in}D^2T}{L_2(1-D)} + \frac{-V_o(1-D)T}{L_2} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้สมการออกออกมาเพื่อแรงดันที่ตกคร่อมขาออกเทียบกับขาเข้า

$$V_o = V_{in}\frac{D^2}{(1-D)^2} \quad (6)$$

จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันตกคร่อมที่ขาออกเทียบการแรงดันตกคร่อมขาเข้า

3.3.3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสขาออกเทียบกับกระแสขาเข้า

โดยจะใช้สูตรกำลังไฟฟ้าเพื่อหาค่าความสัมพันธ์

$$P_{in} = P_{out}$$
$$V_{in}I_{in} = V_oI_o$$
$$I_{in} = \frac{V_o}{V_{in}}I_o \quad (7)$$

จากนั้นก็นำสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันตกคร่อมที่ขาออกเทียบการแรงดันตกคร่อมขาเข้ามาแทนลงไป

$$V_o = V_{in}\frac{D^2}{(1-D)^2} \quad (6)$$

จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสขาออกเทียบกับกระแสขาเข้า

$$I_o = \frac{(1-D)^2}{D^2}I_{in}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

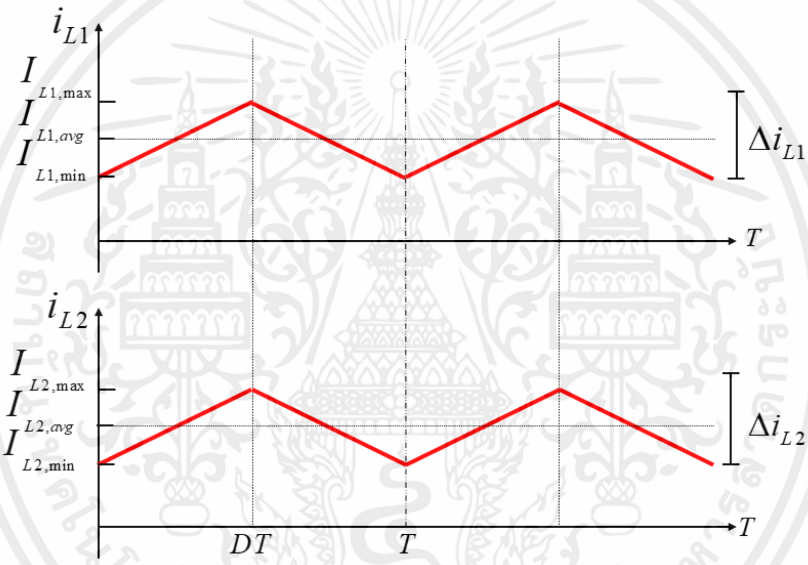
ลักษณะของรูปคลื่นกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์แต่ละตัวขณะที่เปิดหรือปิดสวิตช์

เราจะทำการวิเคราะห์ถึงรูปคลื่นของกระแสเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละตัวเพิ่ม และลักษณะรูปคลื่นที่เกิดจะสามารถใช้อธิบายถึงกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่วงที่เปิดหรือปิดสวิตช์

โดยช่วง DT-0 คือช่วงที่สวิตช์เปิด

และช่วง T-TD หรือ T(1-D) คือช่วงที่สวิตช์ปิด

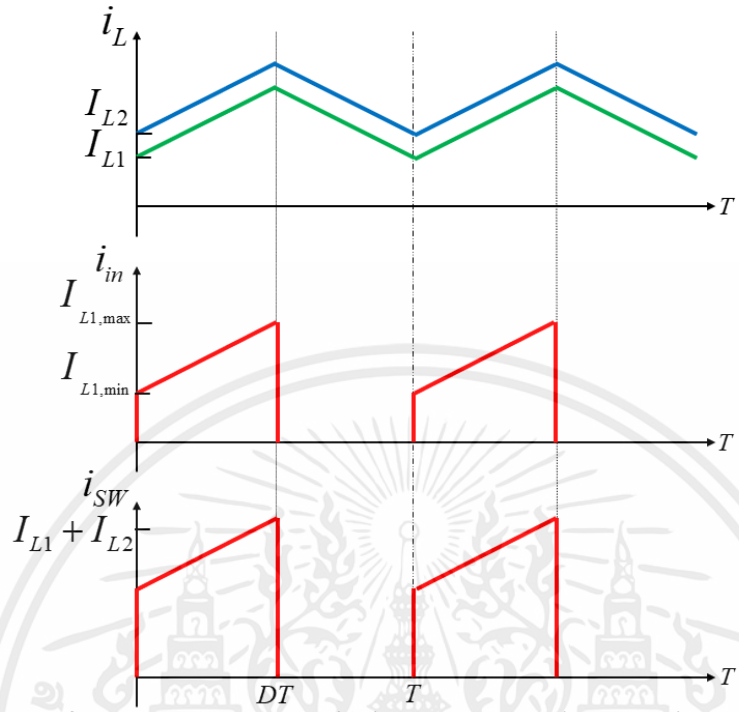
รูปคลื่นของกระแสที่ไหลผ่านขดลวด1 และขดลวด2



รูปที่ 3-8 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ

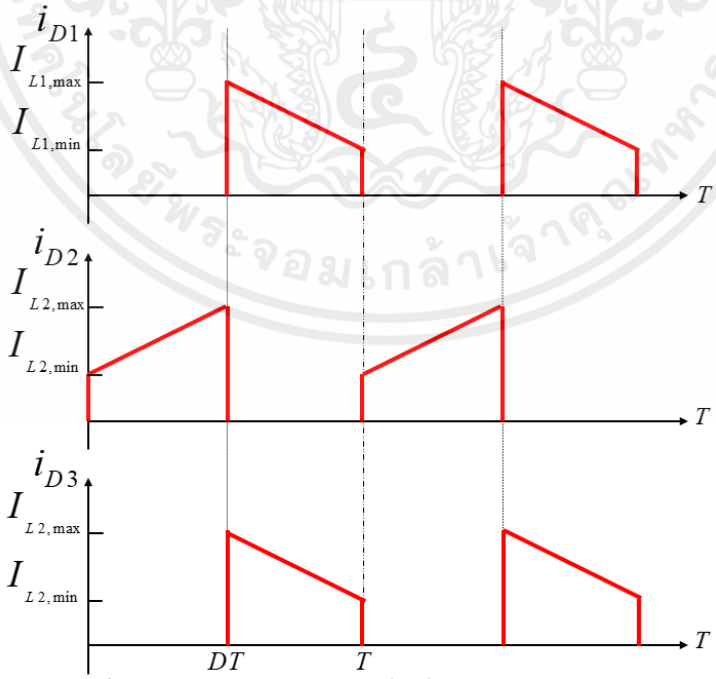
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปคลื่นของกระแสที่ขาเข้า และกระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์



รูปที่ 3-9 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ขาเข้า และรูปคลื่นกระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์

รูปคลื่นของกระแสที่ไหลผ่านไดโอด1 ไดโอด2 และไดโอด3



รูปที่ 3-10 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ไดโอด1 ไดโอด2 และไดโอด3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟรูปลูกคลื่นจะทำให้ได้2สมการ ออกมา

$$I_{in} = DI_{L1} \qquad (9)$$

$$I_o = (1-D)I_{L2} \qquad (10)$$

3.3.4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านขดลวดL1 และขดลวดL2 เทียบกับกระแสขาออก

ในการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านขดลวด1 เทียบกับกระแสขาออก สามารถหาได้จากการนำสมการที่9 แทนลงในสมการกำลังไฟฟ้าจะได้

$$V_{in}DI_{L1} = V_oI_o$$

$$I_{L1} = \frac{D}{(1-D)^2}I_o \qquad (11)$$

ในการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสที่ผ่านขดลวด2 เทียบกับกระแสขาออก สามารถหาได้จากการจัดรูปสมการที่(10) ที่ได้จากการวิเคราะห์รูปกราฟ จะได้

$$I_o = (1-D)I_{L2}$$

$$I_{L2} = \frac{I_o}{(1-D)} \qquad (12)$$

3.4 การหาค่าตัวแปรเดี่ยวของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เป็นการหาค่าของแต่ละตัวแปรเพื่อให้รู้ว่าในการทดลองจริงเราสามารถทดลองได้โดยจ่ายไฟขนาดเท่าไหร่บ้าง รวมถึงการทำให้เรารับรู้ว่าอุปกรณ์ชิ้นงานควรเลือกซื้อที่ขนาดใดหรือจะสามารถไฟได้เท่าไหร่โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เกิดการเสียหาย และช่วยให้เลือกซื้อสเป็คของที่ถูกและประหยัดค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การหาค่ากระแสที่มากและน้อยที่สุดที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำL1 ได้($I_{L1,\max}$)

เราจะทำการหาค่ากระแสมากที่สุดที่ขดลวด1 รับได้เนื่องจากเราต้องการนำค่าที่ได้ไปทำการทดลองโดยใช้เครื่องมือจ่ายค่ากระแสโดยจะใช้ค่ากระแสที่คำนวณได้มาใช้ในการทดลอง และเราก็จะหาค่ากระแสไฟที่น้อยที่สุดที่ขดลวด1 รับได้เนื่องจากเราต้องนำไปหาค่าขดลวดว่าจะสามารถทนต่อกระแสไฟได้เท่าไหร่ จึงนำไปเลือกซื้ออุปกรณ์มาใช้ในวงจรจริงซึ่งเราจะสามารถหาได้จากสมการที่(11) และนำมารวมกับกระแสที่ไหลผ่านในช่วงเปิดสวิตซ์หรือปิดสวิตซ์จะได้

$$I_{L1\max,\min} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} \pm \frac{V_{in}DT}{2L_1} \quad (13)$$

$$I_{L1,\min} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} - \frac{V_{in}DT}{2L_1} = 0$$

$$\frac{DI_o}{(1-D)^2} = \frac{V_{in}DT}{2L_1}$$

$$L_{1,\min} = \frac{V_{in}(1-D)^2}{2I_o f} \quad (15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การหาค่ากระแสที่มากและน้อยที่สุดที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำL2 ได้($I_{L2,\max}$)

เราจะทำการหาค่ากระแสมากที่สุดที่ขดลวด2 รับได้เนื่องจากเราต้องการนำค่าที่ได้ไปทำการทดลองโดยใช้เครื่องมือจ่ายค่ากระแสโดยจะใช้ค่ากระแสที่คำนวณได้มาใช้ในการทดลอง และเราก็จะหาค่ากระแสไฟที่น้อยที่สุดที่ขดลวด2 รับได้เนื่องจากเราต้องนำไปหาค่าขดลวดว่าจะสามารถทนต่อกระแสไฟได้เท่าไหร่ จึงนำไปเลือกซื้ออุปกรณ์มาใช้ในวงจรจริงซึ่งเราจะสามารถหาได้จากสมการที่(12) และนำมารวมกับกระแสที่ไหลผ่านในช่วงเปิดสวิตซ์หรือปิดสวิตซ์จะได้

$$I_{L2\max,\min} = \frac{I_o}{(1-D)} \pm \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)} \quad (14)$$

$$I_{L2,\min} = \frac{I_o}{(1-D)} - \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)} = 0$$

$$\frac{I_o}{(1-D)} = \frac{V_{in}D^2T}{2L_2f(1-D)}$$

$$L_{2,\min} = \frac{V_{in}D^2}{2I_of} \quad (16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การหาค่ากระแสที่ไหลผ่านไดโอดแต่ละตัว

ซึ่งเราจะหาได้จากการอ้างอิงรูปคลื่นของไดโอด(รูปที่3-8) โดยจะอ้างอิงจากรูปคลื่น i_{D1}, i_{D2}, i_{D3} จะได้

ค่ากระแสที่ไหลผ่านไดโอด1

$$I_{D1} = (1-D)I_{L1} \qquad (17)$$

ค่ากระแสที่ไหลผ่านไดโอด2

$$I_{D2} = DI_{L2} \qquad (18)$$

ค่ากระแสที่ไหลผ่านไดโอด3

$$I_{D3} = I_o$$

$$I_{D3} = (1-D)I_{L2} \qquad (19)$$

3.4.4 การหาค่ากระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์

ซึ่งเราจะหาได้จากการอ้างอิงรูปคลื่นของสวิตซ์(รูปที่3-7) โดยจะอ้างอิงจากรูปคลื่น i_{SW} จะได้

ค่ากระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์

$$I_{SW} = DT\left(\frac{D}{(1-D)^2}I_o + \frac{I_o}{(1-D)}\right)\frac{1}{T}$$

$$= \frac{I_o D^2 + I_o D(1-D)}{(1-D)^2}$$

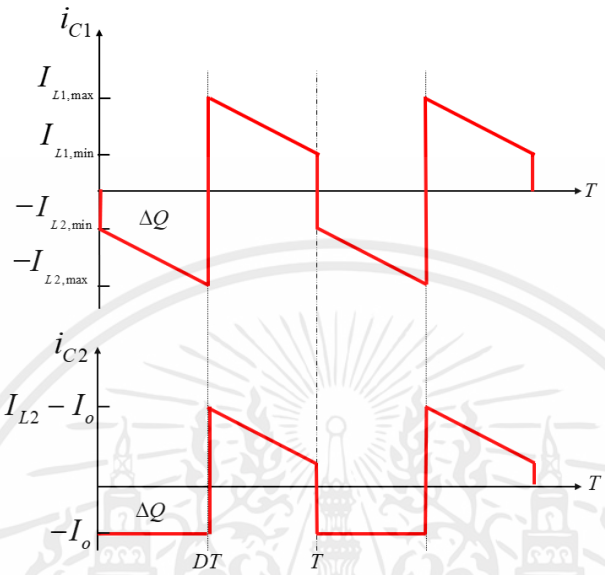
$$= I_o D^2\left(\frac{D+(1-D)}{I_o D^2}\right)$$

$$= \frac{I_o D}{(1-D)^2} \qquad (20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การหาค่าตัวเก็บประจุ

ซึ่งเราจะสามารถหาได้จากจากอ้างอิงรูปคลื่นของกระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ จะได้



รูปที่ 3-11 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นที่ตัวเก็บประจุ1 และตัวเก็บประจุ2

จากภาพตัวอย่างรูปคลื่นเราจะได้สมการ

$$\Delta Q = C_1 \Delta V_{C1}$$

$$\frac{1}{2} DT \left(\frac{2I_o}{(1-D)} \right) = C_1 \Delta V_{C1}$$

$$C_1 = \frac{I_o D}{\Delta V_{C1}(1-D) f} \quad (21)$$

$$\text{Ripple } V_{C1} = \%(V_{C1}) = \Delta V_{C1}$$

$$\Delta Q = C_2 \Delta V_o$$

$$I_o DT = C_2 \Delta V_o$$

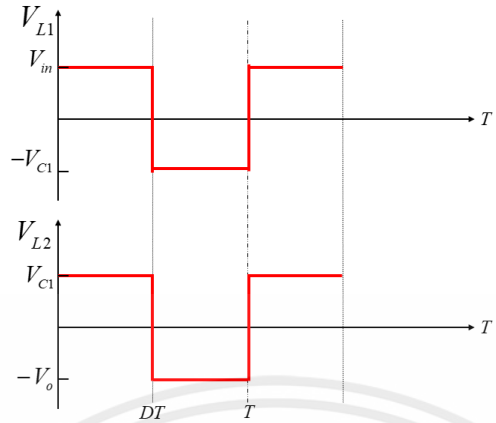
$$\frac{V_o}{R} DT = C_2 \Delta V$$

$$C_2 = \frac{D}{R(\Delta V_o / V) f} \quad (22)$$

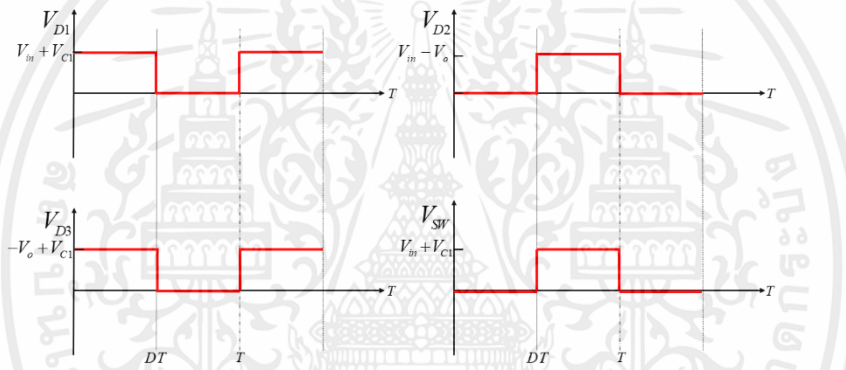
ทำให้เราได้สมการไว้ใช้หาตัวเก็บประจุ1 และตัวเก็บประจุ2 ออกมา

รูปคลื่นแรงดัน(Voltage Waveform)

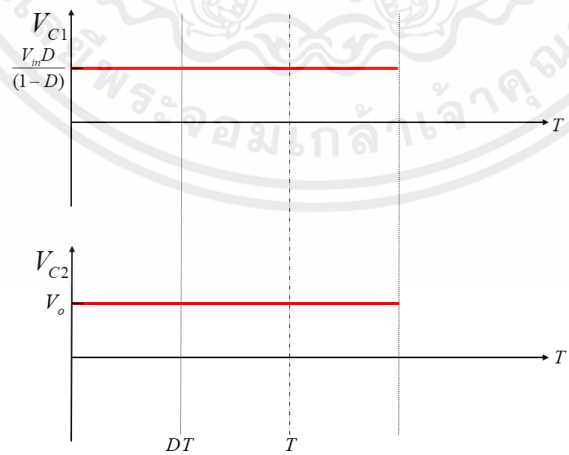
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-12 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ขดลวด1 และขดลวด2



รูปที่ 3-13 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ไดโอด1 ไดโอด2 ไดโอด3 และสวิตช์



รูปที่ 3-14 ภาพตัวอย่างรูปคลื่นแรงดันที่ตัวเก็บประจุ1 และตัวเก็บประจุ2

3.5 การออกแบบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้สมการของทุกตัวมาแล้วเราก็จะทำการออกแบบวงจรเพื่อใช้สร้างชิ้นงานโดยกำหนดค่าที่เราต้องการใช้เพื่อนำไปคำนวณในสมการที่เราคิดก่อนหน้าให้ได้ค่าจริงของแต่ละตัวเพื่อไปทำการเลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยเช็คจากสเป็คของอุปกรณ์ โดยทำการออกแบบและกำหนดค่าดังนี้

Circuit specification

Input voltage	$V_{in} = 48V$
Output voltage	$V_{out} = 5V$
Switch frequency	$f = 100kHz$
Minimum output current	$I_{o,\min} = 1A$
Maximum output current	$I_{o,\max} = 10A$

รูปที่ 3-15 ภาพตัวอย่างค่าที่ต้องการออกแบบวงจร

3.5.1 การหาค่า Duty cycle

เราจะหาได้จากการใช้สมการที่(6) ที่คิดในข้อที่แล้ว $V_o = V_{in}\frac{D^2}{(1-D)^2}$ (6)

จากนั้นก็แทนไปด้วยค่าสเป็คที่เราออกแบบไว้

$$\frac{5}{48} = \frac{D^2}{(1-D)^2}$$

$$5D^2 - 10D + 5 = 48D^2$$

$$43D^2 + 10D - 5 = 0$$

$$\frac{-10 \pm \sqrt{10^2 - 4(43)(-5)}}{2(43)} = 0$$

$$D = -0.48, 0.24$$

เนื่องจากเวลาไม่สามารถติดลบได้ เราจึงเลือกใช้เป็น 0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การหาค่าขดลวดเหนี่ยวนำที่เล็กที่สุดที่สามารถใช้ได้

เราจะใช้กระแสที่น้อยเอ้าพุตท์ที่สุดในการคำนวณเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำที่มากสุด ซึ่งหาโดยการแทนค่าสเป็คลงในสมการที่(15) เพื่อหาค่าของขดลวดตัวที่1 และสมการที่(16)เพื่อหาค่าของขดลวดตัวที่2

$$L_{1,\min} = \frac{V_{in}(1-D)^2}{2I_o f}$$

$$= \frac{48(1-0.24)^2}{2(1)(100k)}$$

$$= 138.6\mu H$$

$$L_{2,\min} = \frac{V_{in}D^2}{2I_o f}$$

$$= \frac{48(0.24)^2}{2(1)(100k)}$$

$$= 138.2\mu H$$

3.5.3 การหาค่าตัวเก็บประจุ

เราจะใช้กระแสเอ้าพุตท์ที่มากที่สุดในการคำนวณเพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำที่มากสุด ซึ่งหาโดยการแทนค่าสเป็คลงในสมการที่(21) เพื่อหาค่าของตัวเก็บประจุตัวที่1 และสมการที่(22)เพื่อหาค่าของตัวเก็บประจุตัวที่2 โดยกำหนดให้มีริปเปิล 1เปอร์เซ็น

$$C_1 = \frac{I_o D}{\Delta V_{C1}(1-D)f}$$

$$= \frac{10(0.24)}{(0.01)\left(\frac{V_{in}D}{1-D}\right)(1-D)f}$$

$$= 20.83\mu F$$

$$C_2 = \frac{D}{R(\Delta V_o / V)f}$$

$$= \frac{0.24}{\left(\frac{5}{10}\right)(0.01)(100k)}$$

$$= 480\mu F$$

3.5.4 การหาค่าสวิตซ์

$$V_{SW} = V_{in} + V_{C1}$$

$$= 48 + \frac{48(0.24)}{(1-0.24)}$$

$$= 63.16V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 การหาไดโอดแต่ละตัว

$$V_{D1} = V_{in} + V_{C1}$$
$$= V_{in} + \frac{V_{in}D}{(1-D)}$$
$$= 48 + \frac{48(0.24)}{(1-0.24)}$$
$$= 63.16V$$

$$V_{D2} = V_{in} - V_o$$
$$= 48 - 5$$
$$= 43V$$

$$V_{D3} = V_o + V_{C1}$$
$$= 5 + 15.16$$
$$= 20.16V$$

3.5.6 การหากระแสที่มากที่สุดที่สามารถผ่านขดลวดเหนี่ยวนำได้

จะทำการคำนวณเพื่อใช้การเลือกขนาดของขดลวดที่ใช้จริงในวงจร โดยจะคำนวณมาจากสมการ(13), และสมการ(14)

$$I_{L1,\max} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} + \frac{V_{in}DT}{2L_1} \quad (13)$$
$$= \frac{0.24(10)}{(1-D^2)} + \frac{48(0.24)}{2(138.6)(100k)}$$
$$= 4.16A$$

$$I_{L2,\max} = \frac{I_o}{(1-D)} \pm \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)} \quad (14)$$
$$= \frac{10}{(1-D^2)} + \frac{48(0.24)^2}{2(138.2)(1-0.24)(100k)}$$
$$= 13.16A$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเลือกซื้ออุปกรณ์ในชิ้นงาน

เราจะทำการเลือกซื้ออุปกรณ์จากการคำนวณหาค่า และนำค่าของตัวแปรที่ได้แต่ละตัวไปเช็คกับสเป็คของอุปกรณ์แต่ละตัว โดยสั่งซื้ออุปกรณ์จากเว็บไซต์ Thai mouser.com

3.6.1 การเลือกซื้อตัวเก็บประจุ

จากที่เราคำนวณได้ $C_1 = 20.83\mu F$ จึงเลือกซื้อ

EEU-FR2A101

รูปที่ 3-16 ภาพตัวอย่างตัวเก็บประจุ1 ที่เลือกซื้อ

ผู้ผลิต:	Panasonic
ประเภทสินค้า:	ตัวเก็บประจุอลูมิเนียมอิเล็กโทรลีติค - ตะกั่วแบบรัศมี
มาตรฐาน RoHS:	RoHS รายละเอียด
สินค้า:	Low ESR Electrolytic Capacitors
รูปแบบการสิ้นสุด:	Radial
ประจุกระแสไฟ:	100 uF
อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง:	100 VDC
ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน:	+ 105 C
เส้นผ่าศูนย์กลาง:	10 mm
การเว้นพื้นที่ตัวนำ:	5 mm
ความยาว:	20 mm
ชีวิต:	10000 Hour
ความคลาดเคลื่อนยินยอม:	20 %
กระแสริปเปิล:	1.5 A

รูปที่ 3-17 ภาพตัวอย่างสเป็คตัวเก็บประจุ1 ที่เลือกซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่เราคำนวณได้ $C_2 = 480\mu F$ จึงเลือกซื้อ แต่เนื่องจากตามสเป็กตัวเก็บประจุกระแสไฟ=220uF จึงทำการซื้อ 2 ตัวและนำมาต่อขนานกัน

EEU-FS1H221L

รูปที่ 3-18 ภาพตัวอย่างตัวเก็บประจุ2 ที่เลือกซื้อ

ผู้ผลิต:	Panasonic
ประเภทสินค้า:	ตัวเก็บประจุอลูมิเนียมอิเล็กโทรลีติค - ตะกั่วแบบรัศมี
มาตรฐาน RoHS:	RoHS รายละเอียด
สินค้า:	Low ESR Electrolytic Capacitors
รูปแบบการสิ้นสุด:	Radial
ประจุกระแสไฟ:	220 uF
อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง:	50 VDC
ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน:	+ 105 C
เส้นผ่าศูนย์กลาง:	8 mm
การเว้นพื้นที่ตัวนำ:	3.5 mm
ความยาว:	20 mm
ชีวิต:	9000 Hour
ความคลาดเคลื่อนยินยอม:	20 %
กระแสริปเปิล:	1430 mA

รูปที่ 3-19 ภาพตัวอย่างสเป็คตัวเก็บประจุ2 ที่เลือกซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การเลือกซื้อตัวขดลวดเหนี่ยวนำ

เราจะต้องทำการหาค่ากระแสที่สามารถไหลผ่านตัวขดลวดได้สูงสุด จึงต้องทำการแทนค่าสเป็คที่เราออกแบบแทนลงในสมการ(13) และสมการ(14) จะได้

$$I_{L1,\max} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} + \frac{V_{in}DT}{2L_1} \quad (13)$$

$$= \frac{0.24(10)}{(1-D^2)} + \frac{48(0.24)}{2(138.6)(100k)}$$

$$= 4.16A$$

$$I_{L2,\max} = \frac{I_o}{(1-D)} \pm \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)} \quad (14)$$

$$= \frac{10}{(1-D^2)} + \frac{48(0.24)^2}{2(138.2)(1-0.24)(100k)}$$

$$= 13.16A$$

ขดลวดตัวแรกมีค่าจากการคำนวณ

$I_o = 10A$

$I_{L1,\max} = 4.16A$

$L_{1,\min} = 138.6\mu H$

ขดลวดตัวที่สองมีค่าจากการคำนวณ

$I_o = 10A$

$I_{L2,\max} = 13.16A$

$L_{2,\min} = 138.2\mu H$

จากนั้นทำการซื้อแกนเทอร์รอย2อัน และนำขดลวดทองแดงมาพันรอบให้ได้ค่าเหนี่ยวนำที่อุปกรณ์รับได้

รูปที่ 3-20 ภาพตัวอย่างแกนเทอร์รอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-21 ภาพตัวอย่างแกนเทอร์รอยหลังจากพันลวดทองแดงเสร็จเรียบร้อย

ได้ค่าเหนี่ยวนำจากการวัดจริง $224.3\mu H$ จึงนำไปใช้งานได้

3.6.3 การเลือกซื้อตัวไดโอด

ทำได้จากการแทนค่าลงในสมการจะได้

ไดโอดตัวที่1

$$I_{D1} = I_{L1,\max} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} + \frac{V_{in}DT}{2L_1}$$
$$= \frac{0.24(10)}{(1-0.24)^2} + \frac{48(0.24)}{2(100k)(13.86\mu)}$$
$$= 8.31A$$

ไดโอดตัวที่2

$$I_{D2} = I_{L2,\max} = \frac{I_o}{(1-D)} + \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)}$$
$$= \frac{10}{2(1-0.24)} + \frac{48(0.24)^2}{2(1-0.24)(100k)(13.82\mu)}$$
$$= 7.89A$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอดตัวที่3

$$I_{D2} = I_{L2,\max} = \frac{I_o}{(1-D)} + \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)}$$

$$= \frac{10}{2(1-0.24)} + \frac{48(0.24)^2}{2(1-0.24)(100k)(13.82\mu)}$$

$$= 7.89A$$

จะได้

ไดโอดตัวที่1

$V_{D1} = 63.14V$

$I_{D1} = 8.31A$

ไดโอดตัวที่2

$V_{D2} = 43V$

$I_{D2} = 7.89A$

ไดโอดตัวที่3

$V_{D3} = 20.16V$

$I_{D3} = 7.89A$

ทำการซื้อไดโอดชนิดเดียวกัน3 ตัวเนื่องจากค่าจากการคำนวณของไดโอดทั้ง3 อยู่ในขอบเขตของสเป็ค เป็นไดโอด รุ่น RB238T100HZC9

รูปที่ 3-22 ภาพตัวอย่างไดโอดที่เลือกซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทสินค้า:	ไดโอดและวงจรเรียงกระแสซอทท์กี
มาตรฐาน RoHS:	RoHS รายละเอียด
สินค้า:	Schottky Diodes
รูปแบบการติด:	Through Hole
หีบห่อ/บรรจุภัณฑ์:	TO-220FN-3
การกำหนดคุณสมบัติ:	Dual Anode Common Cathode
เทคโนโลยี:	Si
If - กระแสทางตรง:	40 A
Vrrm - แรงดันย้อนกลับแบบวนซ้ำ:	110 V
Vf - แรงดันทางตรง:	860 mV
Ifsm - กระแสเสิร์จทางตรง:	100 A
Ir - กระแสย้อนกลับ:	20 uA
ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน:	+ 150 C

รูปที่ 3-23 ภาพตัวอย่างสเป็คไดโอดที่เลือกซื้อ

3.6.4 การเลือกซื้อสวิตซ์ชนิดMOSFET

โดยทำการคำนวณหากระแสที่ไหลผ่านสวิตซ์เพื่อนำไปเลือกซื้อ จะได้

$$\begin{aligned} I_{SW} &= I_{L1,\max} + I_{L2,\max} \\ &= 8.31 + 7.89 \\ &= 16.2A \end{aligned}$$

ค่าจากสวิตซ์MOSFET ที่นำไปใช้

$V_{SW} = 63.16V$

$I_{SW} = 16.2A$

จะได้สวิตส์MOSFET **IPA105N15N3 G**

รูปที่ 3-24 ภาพตัวอย่างสวิตซ์MOSFETที่เลือกซื้อ

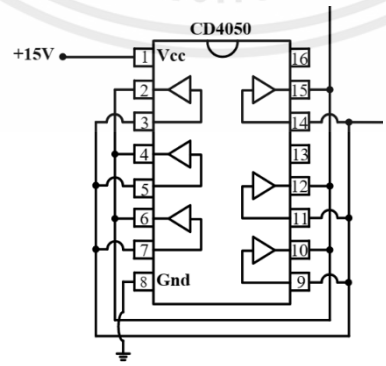
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทสินค้า:	มอสเฟท (MOSFET)
มาตรฐาน RoHS:	RoHS รายละเอียด
เทคโนโลยี:	Si
รูปแบบการติด:	Through Hole
หีบห่อ/บรรจุภัณฑ์:	TO-220-3
ขั้วทรานซิสเตอร์:	N-Channel
จำนวนช่องสถานี:	1 Channel
Vds - แรงดันพังทลายระหว่าง Drain และ Source:	150 V
Id - กระแสไฟเดรนอย่างต่อเนื่อง:	37 A
Rds On - ความต้านทานเมื่อ Drain-Source มีสถานะ on:	9.1 mOhms
Vgs - แรงดันระหว่างเกตและซอร์ส:	- 20 V, + 20 V
Vgs th - แรงดันไฟฟ้าแรกเริ่มระหว่างเกตและแหล่งจ่ายไฟ :	3.5 V
Qg - ชาร์จเกต:	55 nC
ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน:	- 55 C
ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน:	+ 175 C

รูปที่ 3-25 ภาพตัวอย่างสเป็คสวิตซ์MOSFETที่เลือกซื้อ

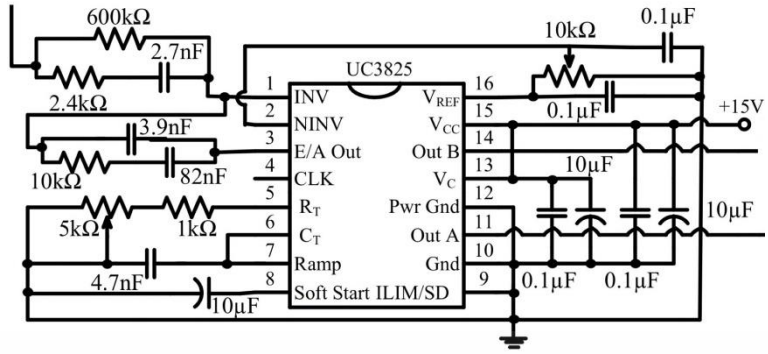
3.7 การออกแบบวงจรควบคุม

เนื่องจากในวงจร Quadratic Buck-Boost จำเป็นต้องมีการควบคุมแรงดันฝั่งออกทำได้โดยการควบคุมอัตราส่วนระหว่างความกว้างของพัลส์กับคาบเวลาของพัลส์หรือ Duty cycle(D) แบบ pulse-width – modulation (PWM) จึงต้องทำการออกแบบวงจรควบคุมการ ON และ OFF ของสวิตซ์

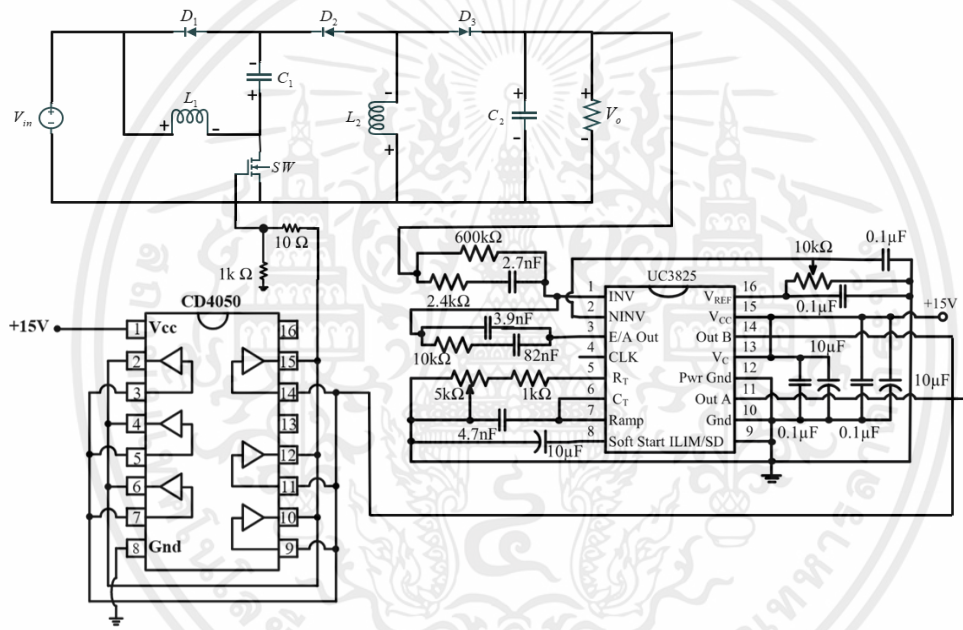


รูปที่ 3-26 ภาพตัวอย่างวงจรควบคุมโดยใช้ CD4050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

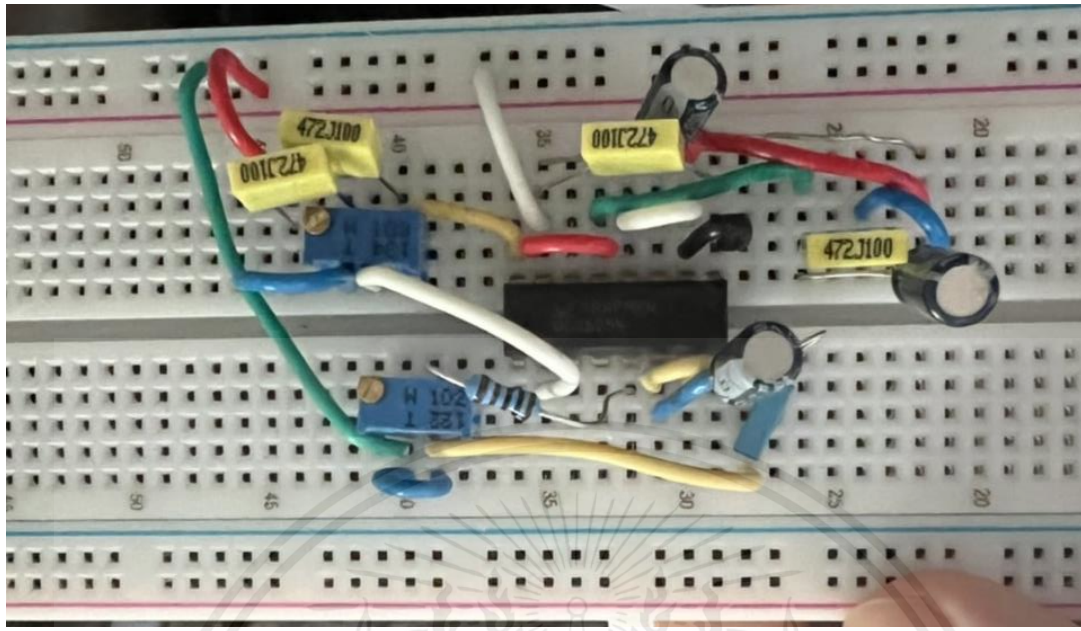


รูปที่ 3-27 ภาพตัวอย่างวงจรควบคุมโดยใช้ UC3825



รูปที่ 3-28 ภาพตัวอย่างวงจรเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



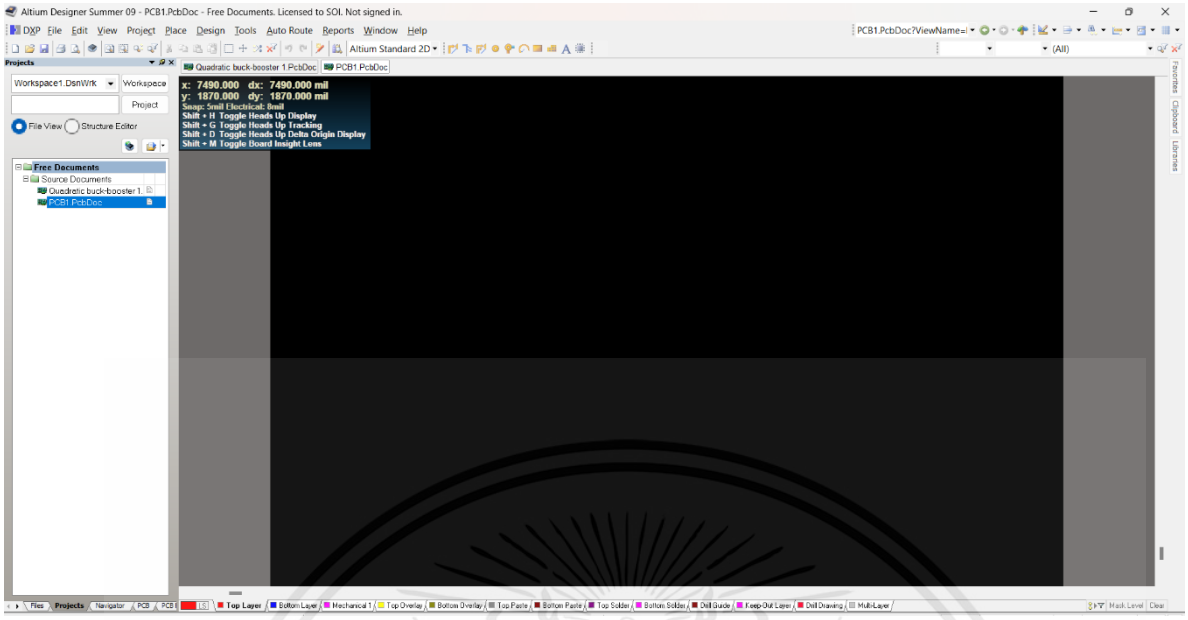
รูปที่ 3-29 ภาพตัวอย่างการทดลองต่อวงจรควบคุม UC3825

3.8 การสร้างบอร์ดPCB Circuit

โดยจะเริ่มสร้างบอร์ด โดยใช้โปรแกรม Altium Designer Summer

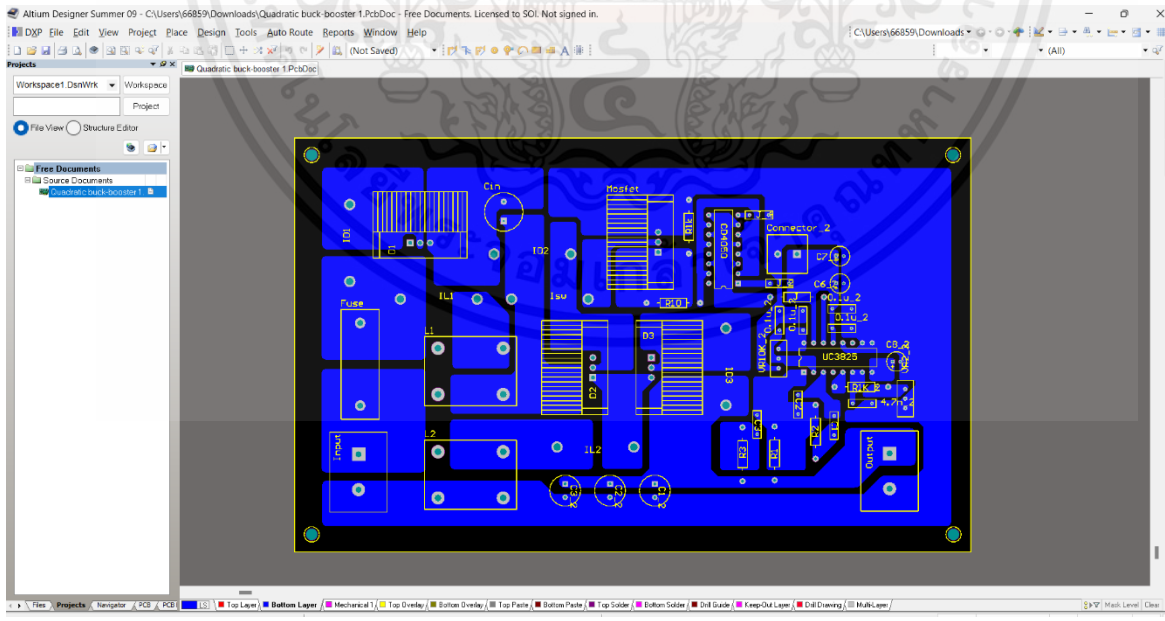
รูปที่ 3-30 ภาพตัวอย่างด้านหน้าของโปรแกรม Altium Designer Summer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



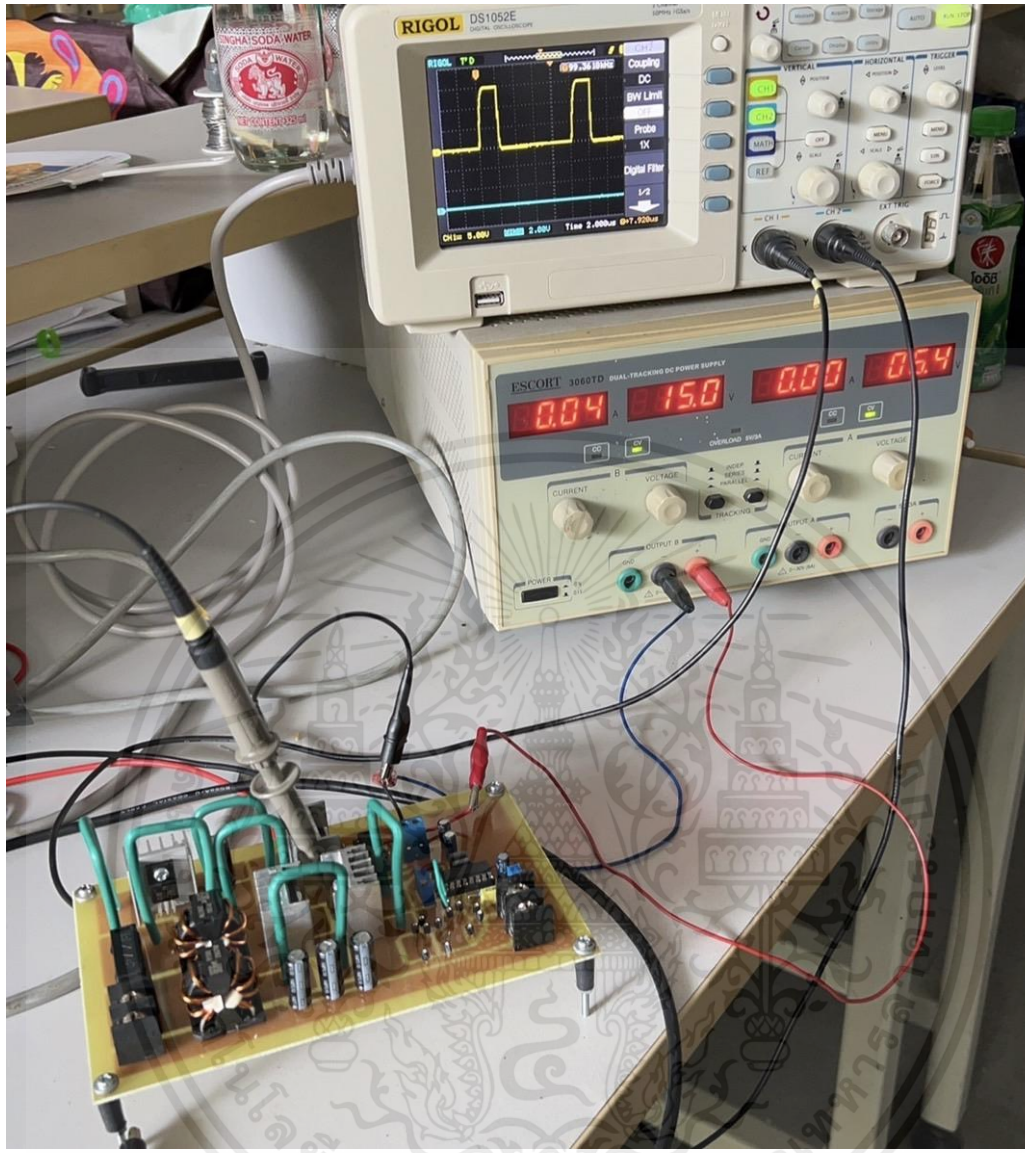
รูปที่ 3-31 ภาพตัวอย่างภายในโปรแกรม Altium Designer Summer

หลังจากนั้นเราก็จะทำการออกแบบPCB Circuits ด้วยอุปกรณ์ที่เราสั่งมา โดยทำการวัดขนาดระยะห่างระหว่างขาของอุปกรณ์แต่ละตัว ขนาดของอุปกรณ์ และระยะห่างแต่ละตัวของอุปกรณ์ และตรวจสอบทิศทางขาของอุปกรณ์ เมื่อออกแบบเสร็จแล้วก็นำไฟล์ไปสั่งปริ้นท์ PCB Board



รูปที่ 3-32 ภาพตัวอย่างวงจรที่ออกแบบภายในโปรแกรม Altium Designer Summer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



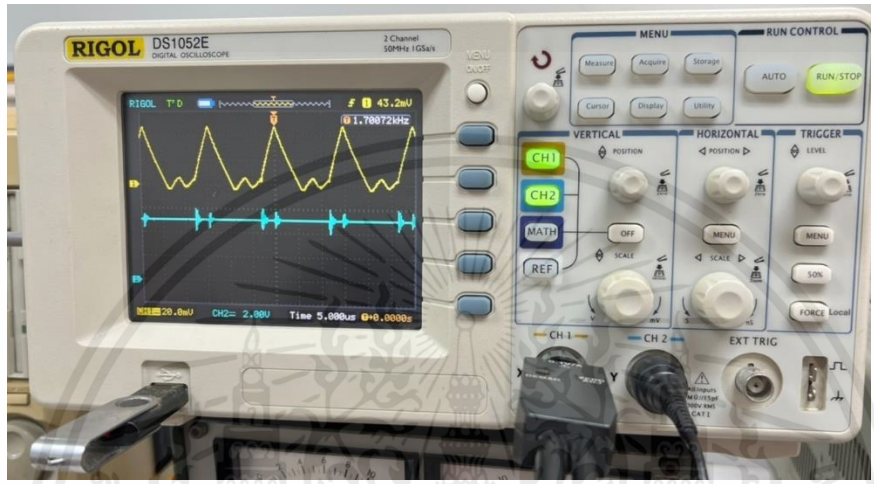
รูปที่ 3-33 ภาพตัวอย่างบอร์ดที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.9.1 Oscilloscope

ใช้เพื่อดูรูปคลื่นที่เกิดขึ้น โดยใช้Chanel1 เพื่อดูรูปคลื่นที่เกิดจากโหลดต่างๆ และใช้Chanel2 เพื่อดูรูปคลื่นแรงดันขาออก



รูปที่ 3-34 ภาพตัวอย่างOscilloscope

3.9.2 Multimeter

ใช้เพื่อวัดกระแสและแรงดันที่เกิดขึ้น

รูปที่ 3-35 ภาพตัวอย่าง Multimeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.3 Power Supply

ใช้เพื่อจ่ายกระแสและแรงดันสู่วงจร โดยจะใช้ทั้งหมด2ตัว ตัวแรกจะใช้จ่ายไฟให้กับวงจรโดยตรง ส่วนตัวที่2 จะใช้ในการจ่ายไฟเข้าสู่วงจร Control

รูปที่ 3-36 ภาพตัวอย่างPower Supply ที่จ่ายเข้าสู่วงจรหลัก

รูปที่ 3-37 ภาพตัวอย่างPower Supply ที่จ่ายเข้าสู่วงจรControl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.4 Load

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จำลองเป็นโหลดไฟฟ้า โดยสามารถปรับค่าเป็นตัวต้านทาน แรงดัน กำลัง หรือกระแสไฟฟ้าได้ โดยในการทดลองจะใช้เป็นกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 3-38 ภาพตัวอย่างLoad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบแรงดันที่ขาเอาท์พุต

ทำการทดลองโดยจ่ายไฟขนาดต่างๆจากPower Supply เข้าไปที่ขาInput ของวงจร และใช้Load จำลองกระแสที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการวัดค่าแรงดันOutput ที่ขาของวงจร ได้ค่าต่างๆดังนี้

รูปที่ 4-1 ผลการทดลองจ่ายไฟที่48V

รูปที่ 4-2 ผลการทดลองจ่ายไฟที่43V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-3 ผลการทดลองจ่ายไฟที่38V

รูปที่ 4-4 ผลการทดลองจ่ายไฟที่35V

ทดสอบที่ Load 1A

แรงดันที่ขา Input	แรงดันที่ขา Output
48.045	5.089
43.034	5.089
38.016	5.089
35.093	5.089

ตารางที่4-1 ทดสอบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นที่ขา Output ที่Load1A

ทดสอบที่ Load 5A

แรงดันที่ขา Input	แรงดันที่ขา Output
48.045	5.089
43.034	5.089
38.016	5.089
35.093	5.089

ตารางที่4-2 ทดสอบค่าแรงดันที่เกิดขึ้นที่ขา Output ที่Load5A

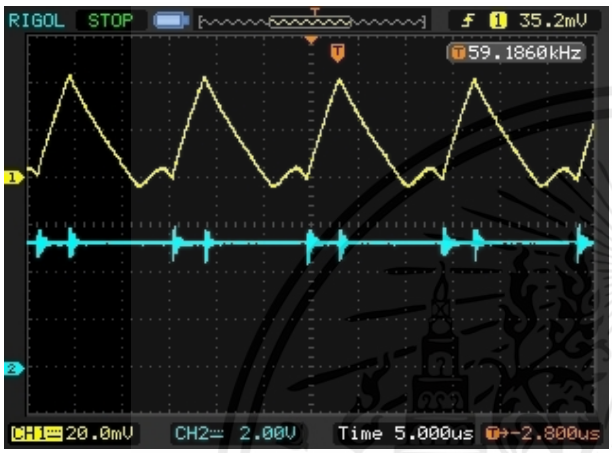
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 รูปคลื่นกราฟที่ปรากฏของขดลวดเหนี่ยวนำ L

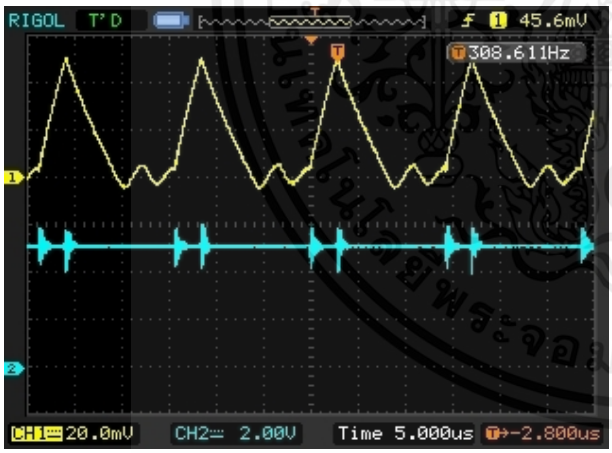
4.2.1 รูปคลื่นขดลวดเหนี่ยวนำ L_1

ขดลวดเหนี่ยวนำ L_1

รูปคลื่นขดลวด1 จากการทดลองและแรงดันเอ้าท์พุตที่ขนาด48V โดยใช้Loadเป็น0.15A และ 0.2A



รูปที่ 4-5 รูปคลื่นตัวเหนี่ยวนำขดลวด1 ที่48V เมื่อLoadเป็น0.1A



รูปที่ 4-6 รูปคลื่นตัวเหนี่ยวนำขดลวด1 ที่48V เมื่อLoadเป็น0.2A

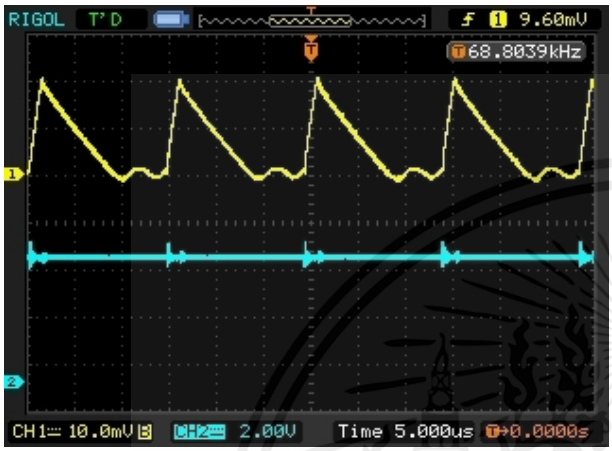
จากการทดลองที่ใช้ขนาดกระแสโหลดตาม Spec ที่ Design พบว่ามีคลื่นกระแสรบกวน เราจึงทำการลดขนาดของกระแสโหลดไปเรื่อยๆจบพบว่าการไปใช้ที่กระแสโหลดที่ขนาด0.1A และ 0.2A จะทำให้คลื่นมีความนิ่ง แต่ส่งผลให้รูปคลื่นปรากฏแค่ช่วง Discontinuous mode แทนที่จะเป็น Continuous mode เนื่องจากกำหนดกระแสโหลดนั้นมีผลต่อการคำนวณกระแสขดลวด จากสูตร $I_{L1\max,\min} = \frac{DI_o}{(1-D)^2} \pm \frac{V_{in}DT}{2L_1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

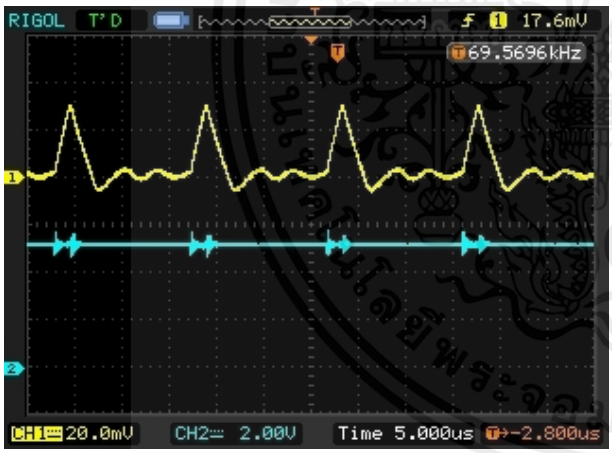
4.2.2 รูปคลื่นขดลวดเหนี่ยวนำ L_2

ขดลวดเหนี่ยวนำ L_2

จากการทดลองและแรงดันเอ้าท์พุตที่48V โดยใช้Loadเป็น0.15A และ 0.2A



รูปที่ 4-7 รูปคลื่นตัวเหนี่ยวนำขดลวด2 ที่48V เมื่อLoadเป็น0.1A



รูปที่ 4-8 รูปคลื่นตัวเหนี่ยวนำขดลวด2 ที่48V เมื่อLoadเป็น0.2A

จากการทดลองที่ใช้ขนาดกระแสโหลดตาม Spec ที่ Design พบว่ามีคลื่นกระแสรบกวน เราจึงทำการลดขนาดของกระแสโหลดไปเรื่อยๆจบพบว่าการไปใช้ที่กระแสโหลดที่ขนาด0.1A และ 0.2A จะทำให้คลื่นมีความนิ่ง แต่ส่งผลให้รูปคลื่นปรากฏแค่ช่วง Discontinuous mode แทนที่จะเป็น Continuous mode เนื่องจากกำหนดกระแสโหลดนั้นมีผลต่อการคำนวณกระแสขดลวด จากสูตร $I_{L2\max,\min} = \frac{I_o}{(1-D)} \pm \frac{V_{in}D^2T}{2L_2(1-D)}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

โครงงาน Quardratic Buck-Boost DC-DC Converter หรือระบบแปลงผันแรงดันดีซี-ดีซี ถูกจัดทำขึ้นเพื่อสร้างชิ้นงานจริงซึ่งสามารถทำงานได้ โดยเริ่มจากการศึกษาวงจรที่ใช้สร้างชิ้นงาน และทำการออกแบบวงจรของเรา ก่อนนำไปคำนวณและหาสมการตัวแปรแต่ละตัว เมื่อได้ค่าของแต่ละตัวแปรก็ทำการกำหนดสเป็คของชิ้นงาน ว่าต้องการให้ทำงานที่ค่าเท่าไหร่ ก่อนจะนำตัวแปรไปแทนในสมการที่คิดก่อนหน้า และนำไปเลือกซื้ออุปกรณ์แต่ละตัวในวงจร จากนั้นก็ทำการปริ้นซ์วงจร และทำการประกอบอุปกรณ์ในวงจร ก่อนนำไปทดสอบจริง ซึ่งจากการทดลองก็เป็นไปตามที่คำนวณไว้โดยเกิดค่าความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย ซึ่งคาดว่ามากจากวงจรควบคุมสวิตซ์ และคาดว่าชิ้นงานสามารถนำไปใช้งานจริงได้ จากการดำเนินงานก็ทำให้รู้ถึงวิธีการสร้างคอนเวอร์เตอร์จากวงจรชนิดอื่นๆ รู้ถึงวิธีการเลือกซื้อคอนเวอร์เตอร์ และสามารถนำความรู้จากการทดลองไปต่อยอดในอนาคตได้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขปัญหา

1. ไม่มีประสบการณ์การในการทำงานของวงจรแปลงผัน ทำให้ต้องศึกษาจากเอกสารนอกตำราเรียนเพิ่มเพื่อให้เข้าใจในหลักการทำงาน

2. ไม่มีประสบการณ์ในด้านการใช้โปรแกรม Altium Designer Summer ที่ใช้ในการออกแบบวงจรPCB ต้องให้พี่ที่ดูแลคอยสอนและช่วยเหลือ ถึงสามารถดำเนินการต่อได้

3. หลังจากประกอบอุปกรณ์เสร็จและนำไปทดลองพบว่าค่าที่เกิดขึ้นและรูปคลื่นที่แสดงมีความไม่เสถียร ซึ่งเกิดจากจากบัดกรีตะกั่ว จึงต้องทำการบัดกรีย์แผงวงจรใหม่

4. เกิดการไม่เสถียรของรูปคลื่นของอุปกรณ์ต่างๆ ขณะทำการทดลองด้วยโหลดที่ใช้กระแสสูง ซึ่งเกิดจากแผงวงจรควบคุมสวิตซ์ที่ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรตรวจสอบเมื่อเสร็จขั้นตอนทุกขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อการรับมือกับปัญหาของแต่ละขั้นตอน

2. ควรทำการศึกษาและหลักการทำงานของชิ้นงานก่อน เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน

3. ควรพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาพื้นฐานเพื่อในกรณีที่มีปัญหา จะได้สามารถรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ควรวางแผนระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน จะได้เสร็จขั้นตอนแต่ละขั้นตอนโดยมีเวลาแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ตำราเอกสารText เรื่องวงจร Buck-Boost
Power Electronics Daniel W. Hart.

[2] หลักการของ Converter
http://samraeng.com/lab_power/dc-dc%20con-1.pdf

[3] วิธีใช้งาน Converter เบื้องต้น
https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2495/8/296526_ch2.pdf

[4] วิธีการสร้างPCB circuit ด้วยโปรแกรม
https://pcbthailand.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%AA%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A-altium.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้