วงจรขับ LED แสงสว่างประสิทธิภาพสูง

High-efficiency LED Driving circuit

สิร รัตนภาค

Sira Rattanaphak

อติวิชญ์ ลี้ประเสริฐ

Ativit Leeprasert

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

วงจรขับ LED แสงสว่างประสิทธิภาพสูง

High-efficiency LED Driving circuit

โดย

สิร รัตนภาค

อติวิชญ์ ลี้ประเสริฐ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง วงจรขับ LED แสงสว่างประสิทธิภาพสูง

High-efficiency LED Driving circuit

ผู้จัดทำ นายสิร รัตนภาค รหัสประจำตัว 56011314

นายอติวิชญ์ ลี้ประเสริฐ รหัสประจำตัว 56011391

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง

อาจารย์ที่ปรึกษา

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	วงจรขับ LED แสงสว่างประสิทธิภาพสูง			
นักศึกษา	นายสิร	รัตนภาค	รหัส	56011314
	นายอติวิชญ์	ลี้ประเสริฐ	รหัส	56011391
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต			
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์			
ปีการศึกษา	2559			
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อธิบายเกี่ยวกับ การปรับปรุง ประสิทธิภาพของ หลอด LED จากเดิมที่ดีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นไปอีก เช่น ขับกระแสได้มากขึ้น, ความสว่างที่มากขึ้น, ค่า Lm/Watt ที่เหมาะสม โดยการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้นนั้น จะต้องมีการออกแบบวงจรขับ LED (LED Driving circuit), การทดลองโดยการออกแบบให้ ARDUINO ปล่อยพัลส์ออกมาตามกำหนดแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ในแต่ละแบบว่าแบบไหนให้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดยในที่นี้ได้เลือก IC ที่มีการทำงานในโหมด PWM ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ของ บอร์ด ARDUINO ขั้นตอนการทำงานคือ มีอินพุทจาก AC Line 220 V ผ่านเข้ามาทาง off-line switching power supply เพื่อลดระดับแรงดัน แล้วนำแรงดันที่ได้เป็นไฟเลี้ยงให้วงจร Gate drive จากนั้นปรับให้ ARDUINO กำเนิดสัญญาณ PWM ตามที่กำหนด แล้วเชื่อมต่อกับวงจรขับ LED ให้เอาพุทออกมาเป็นความสว่างจากหลอด LED ตามระดับความสว่างจากการเขียนโค้ดของ ARDUINO จากการทดลองพบว่าเราไม่สามารถทำความสว่างของหลอด LED แสงสว่างที่จ่ายด้วยสัญญาณพัลส์รูปแบบต่างๆให้สว่างกว่าการขับหลอด LED ด้วยแรงดัน DC ธรรมดา แต่ค่าประสิทธิภาพ (lm/watt) เมื่อขับหลอด LED แสงสว่างด้วยสัญญาณพัลส์จะมีค่าสูงกว่าการขับด้วยแรงดัน DC ธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	High-efficiency LED driving circuit
Student	Mr. Sira Ratanapak Student ID 56011314
	Mr. Ativit Leeprasert Student ID 56011391
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2016
Project Advisor	Associate Professor Jirawath Parnklang

ABSTRACT

This report explained about improvement for more efficiency of LED such as more current LED drive , more brightness, appropriate Lm/Watt if we want more efficiency we have to design LED Driving circuit, experiment by design ARDUINO launch pulse according to our design and compare result in each form which is the best efficiency, so in this part we choose IC with PWM mode to interact with microcontroller of ARDUINO Board , basic process of this project is first we have input voltage 220 Volt AC line connect via off-line switching power supply in order to reduce voltage then use this voltage for gate drive circuit and adjust ARDUINO to create signal PWM through LED driving circuit and output is level of LED brightness by coding ARDUINO. From experiment we can't make brightness of LED with pulse signal brighter than drive LED with DC voltage, but efficiency value (lm/watt) while drive LED with pulse signal is higher than drive with normal DC voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องวงจรขับ LED แสงสว่างประสิทธิภาพสูงนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยในเบื้องต้นช่วงแรก เนื่องจากความช่วยเหลือจาก รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง อาจารย์ที่ปรึกษา รวมไปถึงอาจารย์ท่านอื่นๆ และจากครอบครัวเป็นอย่างมาก ทางผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ จิรวัฒน์ ปานกลางและ อาจารย์ทุกๆท่าน ที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ผู้ปกครองที่คอยสนับสนุนงบประมาณในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ขอบคุณเพื่อน รวมไปถึงรุ่นพี่ทุกๆคน ที่คอยแนะนำแนวทางในการทำงาน แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น คอยแนะนำเกร็ดความรู้ที่เป็นประโยชน์ อีกทั้งยังคอยติดตามเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คำนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อธิบายเกี่ยวกับ การปรับปรุง ประสิทธิภาพของ หลอด LED จากเดิมที่ดีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นไปอีก เช่น ขับกระแสได้มากขึ้น, ความสว่างที่มากขึ้น, ค่า Lm/Watt ที่เหมาะสม โดยการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพได้มากขึ้นนั้น จะต้องมีการออกแบบวงจรขับ LED (LED Driving circuit), การทดลองโดยการออกแบบให้ ARDUINO ปล่อยพัลส์ออกมาตามกำหนดแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ในแต่ละแบบว่าแบบไหนให้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดยปัจจัยที่พิจารณามีสองอย่างคือ duty cycle และ จำนวนพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

คำนำ IV

สารบัญ V

สารตาราง VII

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 2

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 วงจรเรียงกระแส 4

2.1.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น 4

2.1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น 5

2.1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น 6

2.2 วงจรกรองความถี่ 7

2.3 ไดโอด 12

2.4 ARDUINO-PWM 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 Gate Drive Circuit 17

2.6 MOSFET 17

บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ 20

3.1 การออกแบบวงจร switching power supply 20

3.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า 20

3.1.2 ไดโอด 20

3.1.3 ตัวเก็บประจุ 20

3.1.4 ตัวต้านทาน 20

3.2 การออกแบบวงจร switching power supply 21

3.2.1 การออกแบบหม้อแปลง 22

3.2.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น 23

3.2.3 วงจรกรองแรงดันกระเพื่อม 23

3.2.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน 23

3.2.5 วงจรจำกัดกระแส 23

3.2.6 การควบคุมแรงดันเอาท์พุท 24

3.3 การออกแบบ วงจร gate drive 24

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 25

4.1 Load Regulation (switching power supply) 25

4.2 LED Characteristic 26

4.3 รูปคลื่นแต่ละและรูปแบบจากสโคป 28

4.4 การทดลองขับ LED 10 W ด้วย Mosfet N chanel เบอร์ BUZ11 31

4.4.1 การทดลองขับ LED 10 W ด้วย IC No.LM 5114 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....36
ภาคผนวก.....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 Load Regulation (switching power supply).....25

2 LED Characteristic 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น 4

2.2 รอยหยักของสัญญาณขาออก 6

2.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น 6

2.4 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น 7

2.5 วงจรหยุดแถบความถี่ผ่าน 8

2.6 ไดโอดในทางอุดมคติ 12

2.7 ไดโอดในทางอุดมคติ 13

2.8 ไดโอดในทางอุดมคติ 14

2.9 ซีเนอร์ไดโอด 14

2.10 ARDUINO-PWM 16

2.11 ประเภทของ MOSFET 18

2.12 การทำงานของ MOSFET 19

3.1 Schematicsและ PCB ของวงจร switching power supply 21

3.2 Schematic และ PCB ของวงจร gate drive 24

4.1 LED Characteristic 27

4.2 รูปคลื่นแต่ละและรูปแบบจากสโคป 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

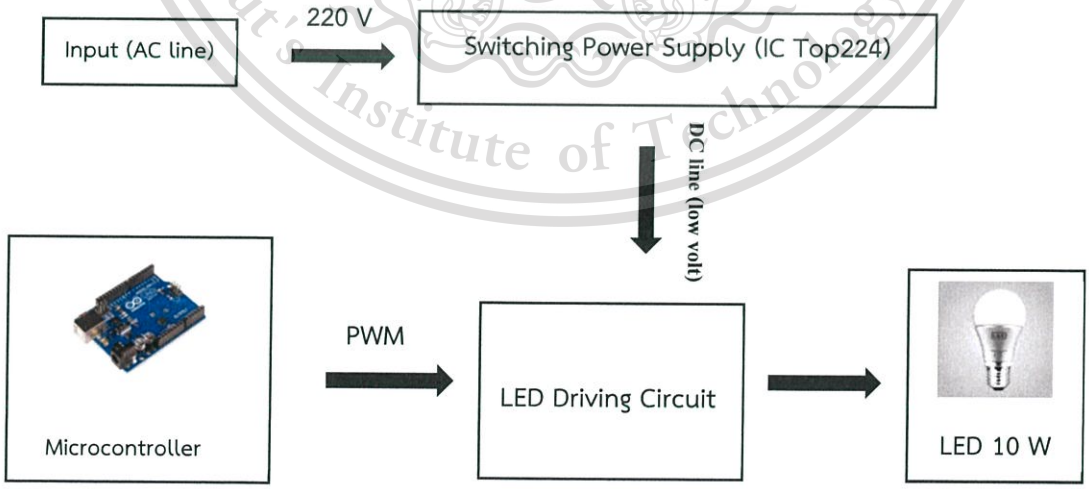
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจมากขึ้นทั้งในภาคอุตสาหกรรม และภาคครัวเรือน ทำให้มีความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงตามไปด้วย ซึ่งในระยะยาวพลังงานไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจจะไม่พอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้ทั้งภาครัฐและเอกชนได้เห็นปัญหาของพลังงาน จึงได้มีการรณรงค์ให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด ในระบบส่องสว่างก็สามารถประหยัดพลังงานได้เช่นเดียวกัน ปัจจุบันได้มีการนำเอาหลอดแอลอีดีมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในวงการแพทย์ ยานยนต์ โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งหลอดแอลอีดี เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี เมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และยังมีข้อดีกว่า คือ ไม่ก่อให้เกิดรังสีอัลตร้าไวโอเลต มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า มีความร้อนของลำแสงน้อยมาก และมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกว่าหลอดแบบอื่นๆ แต่ก่อนที่จะให้ความสว่างได้ต้องมีวงจรขับหลอดแอลอีดีก่อน (LED Driving Circuit)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะมี วงจรขับหลอดแอลอีดี เป็นวงจรหัวใจหลักของโครงงานนี้ และเป็นวงจรสำหรับควบคุมหรือปรับกระแสให้คงที่ตามที่แอลอีดีของเราต้องการเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด การที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้นเราต้องออกแบบวงจรขับแอลอีดี ให้ดีที่สุดเพื่อที่จะได้ประหยัดพลังงานและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดด้วย นอกจากนี้ยังมีวงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage Regulator) เป็นวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเป็นอินพุทให้วงจรขับหลอดแอลอีดี โดยมีภาพรวมของโครงงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในส่วนของซอฟแวร์การปรับความสว่างหรือความคุมการสว่างของแอลอีดี (Brightness Control) จะใช้ส่วนของ Pulse Width Modulation (PWM) เป็นสัญญาณที่เราสามารถปรับความกว้างของพัลส์หรือสัญญาณสี่เหลี่ยมได้เพื่อใช้ในการควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดี

ทั้งนี้เพื่อที่จะให้สามารถขับหลอดแอลอีดีให้มีประสิทธิภาพที่ดี และสามารถวิเคราะห์ช่วงที่ปล่อยพัลส์ให้แอลอีดีติดและเกิดช่วงที่พีคที่ทำให้แอลอีดีว่างมากที่สุด โครงงานนี้จึงได้ใช้วงจรขับหลอดแอลอีดีที่สามารถควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดีได้ด้วย PWM โดยควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ซึ่งใช้ภาษาซีในการสั่งการ แล้วนำมาขับหลอดแอลอีดีให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบการใช้งานหลอดแอลอีดี เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.2 เพื่อศึกษาการใช้งาน PWM ที่ duty cycle ต่างๆ ซึ่งส่งผลกับความสว่างของแอลอีดี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขับ PWM เพื่อควบคุมหลอดแอลอีดีได้

1.3.2 สามารถออกแบบและใช้งานวงจรขับแอลอีดีได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ขับ PWM เพื่อควบคุมหลอดแอลอีดีได้

1.4.2 วงจรขับแอลอีดีที่ออกแบบและจัดทำสามารถขับแอลอีดีได้

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

- บอร์ด switching power supply จำนวน 1 บอร์ด
- บอร์ดขับหลอดแอลอีดี จำนวน 1 บอร์ด
- บอร์ด Arduino จำนวน 1 บอร์ด
- หลอดแอลอีดี

1.5.2 ซอฟต์แวร์

- Arduino ใช้สำหรับกำหนดความกว้างของพัลส์แล้วส่งให้กับบอร์ดขับหลอดแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

No.	การดำเนินงาน	2016					2017				
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	เสนอโครงงาน										
2	ศึกษาปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูลและค้นคว้าวิจัยข้อมูล										
3	วิเคราะห์และออกแบบระบบ										
4	ศึกษาการใช้งาน PWM ด้วย Microcontroller										
5	ออกแบบวงจรสวิทช์ชิ่ง										
6	ออกแบบวงจรขับแอลอีดี										
7	จัดทำวงจรสวิทช์ชิ่งและวงจรขับแอลอีดี										
8	ทดลองขับแอลอีดีด้วย PWM										
9	วิเคราะห์หาช่วงพีคที่ทำให้แอลอีดีสว่างมากที่สุด										
10	วิเคราะห์ผลการทดลองและแก้ไขปัญหา										
11	จัดทำรายงาน										

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

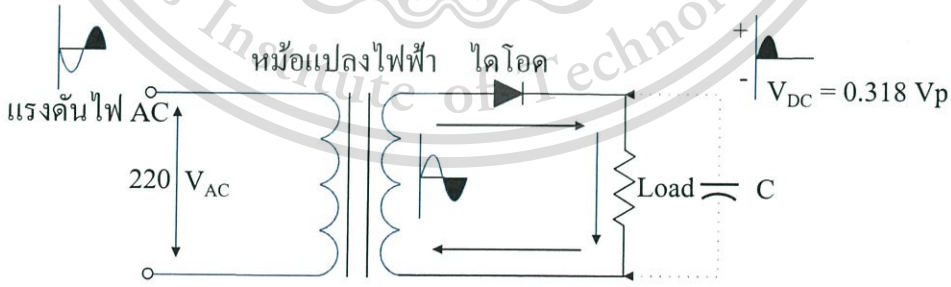
ส่วนที่ 1 switching power supply

2.1 วงจรเรียงกระแส (Wave Rectifier circuit)

ตัวเรียงกระแสมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น(haft wave rectifier) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น(full wave rectifier) และ วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น(full wave bridge rectifier) ในที่นี้เราใช้ วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น(full wave bridge rectifier)

2.1.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (haft wave rectifier circuit)

จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดเอาแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาอาจเป็นครึ่งบวกหรือครึ่งลบแล้วแต่การจัดวงจรไดโอด แรงดันที่ส่งออกเอาท์พุทจะเป็นช่วงๆ คือช่วงมีแรงดันและช่วงไม่มีแรงดันสลับกันไป วงจรประกอบด้วยไดโอดตัวเดียวดังรูปที่ 1 การทำงานของวงจร ไฟกระแสสลับจะมาปรากฏที่ขาแอโนด โดยไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว คือช่วงที่ได้รับไบอัสตรง ดังนั้นวงจรจะมีกระแสไหลเพียงช่วงบวกของไฟสลับเท่านั้น ถ้าช่วงลบจะไม่มีกระแสไหล แรงไฟตรงที่เอาท์พุทนี้ยังนำไปใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ได้ เพราะเป็นไฟตรงที่ไม่เรียบพอ (Pulse D.C) จึงต้องมีการกรอง (Filter) ให้เรียบโดยใช้ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรอง



รูปที่ 1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

DC voltage เอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่ no load ตามทฤษฎี คือ

$$Vrms = \frac{Vpeak}{2} \quad Vdc = \frac{Vpeak}{\pi}$$

เมื่อ: V_{dc}, V_{av} - ค่า DC หรือค่าเฉลี่ยของเอาต์พุต voltage

V_{peak}, ค่า peak ของอินพุท voltage

V_{rms}, ค่า root-mean-square ของเอาต์พุต voltage

การทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier) มีลักษณะวงจรดังรูปที่ 1 การทำงานเมื่อจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้าทางขดปฐมภูมิ (Primary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าจะเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้ามายังขดทุติยภูมิ (Secondary) การเหนี่ยวนำของแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลง เฟสของสัญญาณเข้ากับเฟสของสัญญาณออกจะต่างเฟสกันอยู่ 180 องศา เมื่อขั้วบนของขดปฐมภูมิได้รับเฟสลบ ขั้วล่างเทียบได้เฟสบวก จะทำให้ขดทุติยภูมิขั้วบนเป็นเฟสบวก ขาแอโนด (A) ของไดโอดได้รับแรงดันซีกบวก ขาแคโทด (K) ได้รับแรงดันซีกลบเป็นผลให้ไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดนำกระแส มีกระแสไหลเข้าขาแอโนด ออกขาแคโทดผ่านโหลด (Load) ครบวงจรที่ขั้วล่างของทุติยภูมิ มีแรงดันซีกบวกตกคร่อมที่โหลด

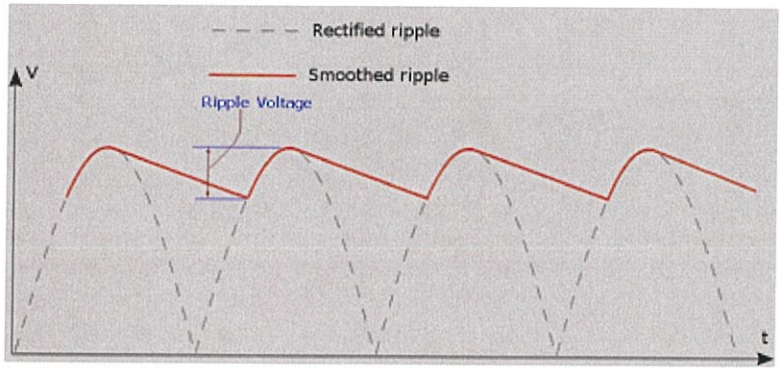
ในช่วงเวลาต่อมาครึ่งไซเกิลหลังของไฟสลับ ขั้วบนของทุติยภูมิเป็นเฟสลบ ขั้วล่างเทียบศักย์ได้เป็นเฟสบวก ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ขาแอโนดของไดโอดได้รับแรงดันซีกลบและขาแคโทดได้รับแรงดันซีกบวก ไดโอดได้รับไบอัสกลับจะไม่นำกระแสเป็นผลให้ไม่มีแรงดันปรากฏที่โหลด ในรอบต่อมาการทำงานก็จะเป็นไปตามลักษณะเดิมซ้ำๆ กันไปเรื่อยๆ โดยมีแรงดันปรากฏที่เอาท์พุทเป็นช่วงๆ (ช่วงเว้นช่วง) นอกจากนี้วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นยังสามารถแบ่งออกเป็นวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่นบวกและวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่นลบ

2.1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (full wave rectifier circuit)

เนื่องจากวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบครึ่งคลื่นเกิดปัญหาสัญญาณไฟฟ้าขาออก (output) ไม่เรียบ หรืออาจ กล่าวได้ว่าเกิดรอยหยัก (ripple) ของสัญญาณไฟฟ้า ดังรูปที่ 2 จึงมีการคิดค้นวงจร

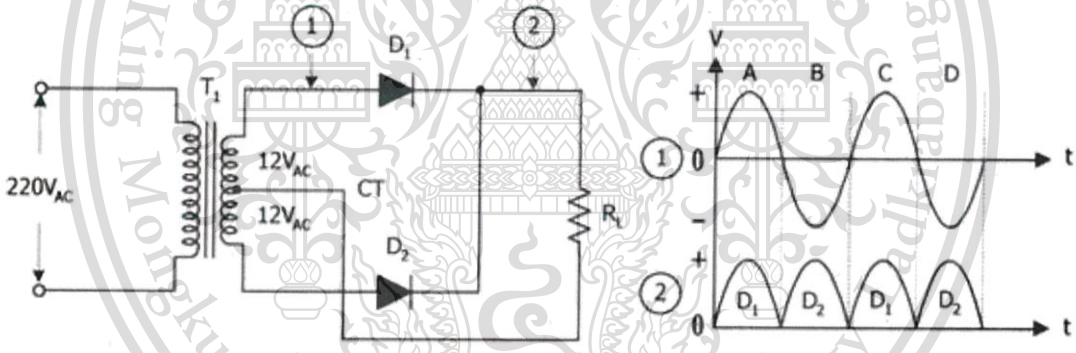
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นขึ้น เพื่อลดปัญหาของรอยหยักที่เกิดขึ้นจากวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier)



รูปที่ 2

จากรูปที่ 2 ในการแก้ปัญหารอยหยักของสัญญาณขาออก วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่น จึงได้นำมาใช้ โดยวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นนั้นประกอบด้วยไดโอด 2 ตัว โดยวงจรเรียกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่น นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นบวก และวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็ม คลื่นลบ

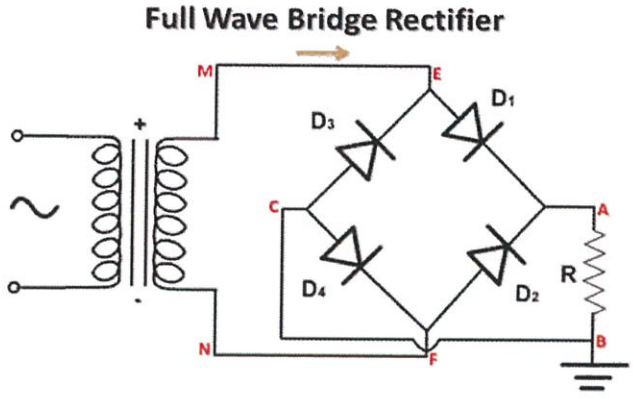


รูปที่ 3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (full wave rectifier)

2.1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น (full wave bridge rectifier circuit)

วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์เป็นวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบเต็มคลื่นชนิดหนึ่ง ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถใช้ร่วมกับหม้อแปลงธรรมดาได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงชนิดเซนเตอร์แทป (center tap transformer) โดยวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด เช่นกัน คือ วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์บวก และวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์ลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น (full wave bridge rectifier circuit)

การทำงานเมื่อการใส่สัญญาณขาเข้า (input) ซีกบวกของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอดตัวที่ D1 และ D4 จะ อยู่ในสภาวะไบอัสตรง (forward bias) กระแสไฟฟ้าจึงไหลครบวงจร เกิดสัญญาณขาออก (output) โดยไดโอดตัวอื่นๆ จะอยู่ในสภาวะไบอัสกลับ (reverse bias) ในทำนองเดียวกัน เมื่อสัญญาณขาเข้า (input) สลับเป็นสัญญาณซีกลบ ไดโอดตัวที่ D3 และ D2 จะอยู่ในสภาวะไบอัสตรง (forward bias) กระแสไฟฟ้าจึงไหลครบวงจร เกิดสัญญาณขาออก (output) โดยไดโอดตัวอื่นๆ จะอยู่ในสภาวะไบอัสกลับ (reverse bias)

2.2 วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ คือวงจรที่เลือกความถี่ให้ผ่านไปได้ โดยใช้คุณสมบัติของ RLC ที่มีการตอบสนองต่อความถี่ต่างกัน

ประเภทของวงจรกรองความถี่ มีดังนี้

แบ่งตามการตัดความถี่ได้ดังนี้

1. วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

จะตัดความถี่ที่สูงกว่าความถี่ที่กำหนดทิ้งไป (ความถี่ที่กำหนด จะถูกเรียกว่าความถี่ตัดผ่าน)

2. วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

จะยอมให้ความถี่ที่สูงกว่าที่กำหนดทิ้งไป และจะตัดความถี่ที่กำหนดทิ้งไป

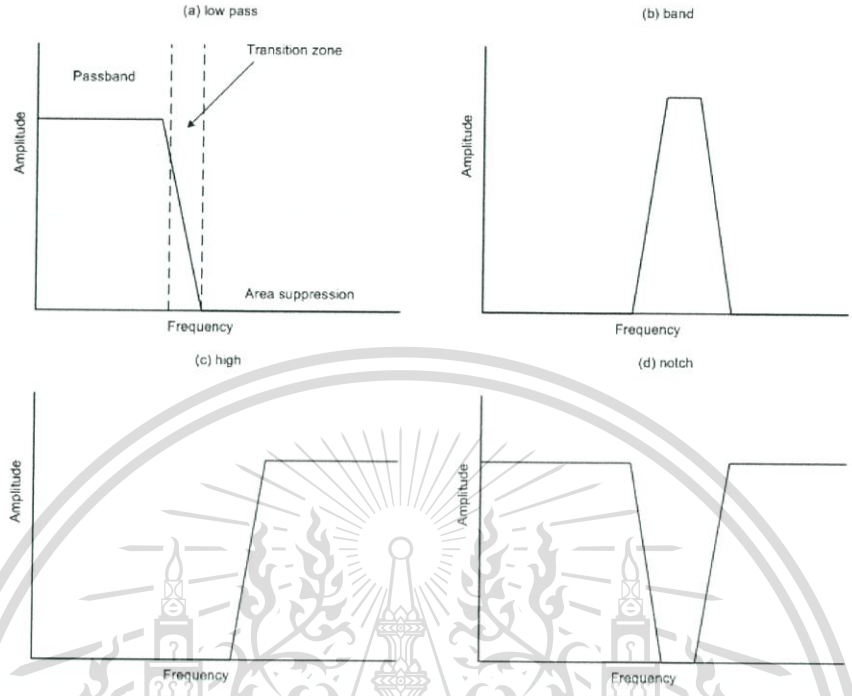
3. วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Filter)

จะตัดความถี่ให้ผ่านไปได้ช่วงหนึ่งเริ่มจากที่กำหนด และสิ้นสุดที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. วงจรหยุดแถบความถี่ผ่าน (Band Stop Filter)

จะยอมให้ความถี่ที่นอกเหนือจากความถี่ที่กำหนดไว้ผ่านไปได้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5

1. แบบพาสซีพ (Passive)

เป็นวงจรที่ไม่ต้องการแหล่งจ่ายไฟภายนอก ก็สามารถทำให้วงจรทำงานได้ โดยใช้เพียงคุณสมบัติของ RLC พื้นฐานแบ่งย่อยได้อีกดังนี้

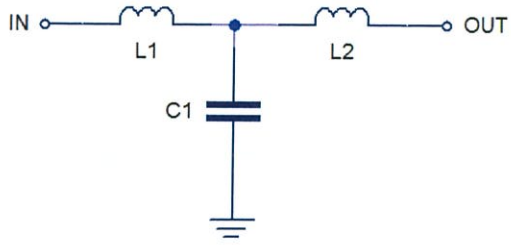
1.1 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

จะใช้ L มาต่อใช้งานตามคุณสมบัติของ L ที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่เนื่องจากการใช้งาน L เพียงตัวเดียว ไม่อาจทำให้การตัดความถี่มีความสมบูรณ์ขึ้นได้ ดังนี้จึงมีการคิดวงจรขึ้นมาใหม่ เพื่อให้การตัดความถี่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

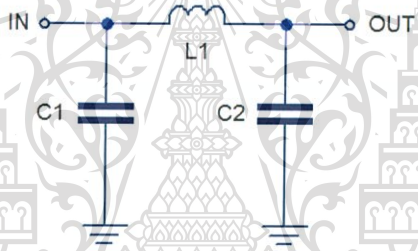
1.1.1 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านรูปตัวที (T Type Low Pass Filter)

ในรูปของวงจร T จะใช้งาน L 2 ตัว และใช้ C อีก 1 ตัว ช่วยให้การตัดความถี่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยหากให้การตัดความถี่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ต้องใช้วงจรนี้มาต่อกับหลายๆชุด



1.1.2 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านรูปตัวพาย (Pi Type Low Pass Filter)

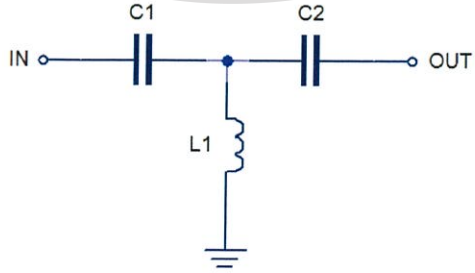
วงจรนี้จะใช้ C 2 ตัว และใช้ L 1 ตัวในการกรองความถี่สูงทิ้งไป นิยมใช้งานในวงจรภาคจ่ายไฟแบบสวิทชิ่ง



1.2 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

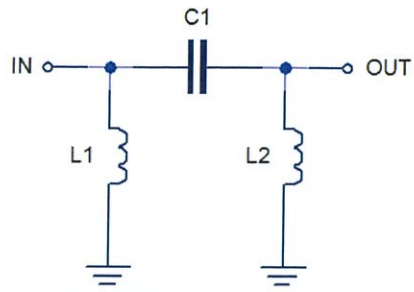
จะใช้งาน C เข้ามากรองความถี่ และเพื่อให้การตัดความถี่มีความสมบูรณ์ขึ้น จึงใช้งานวงจรรูปที และตัวพายแบบเดียวกับวงจรกรองความถี่ต่ำ เพียงแต่สลับตำแหน่งของอุปกรณ์กัน

1.2.1 วงจรกรองความถี่สูงผ่านรูปตัวที (T Type High Pass Filter)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

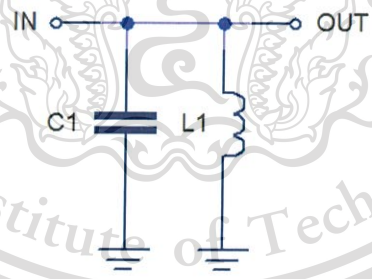
1.2.2 วงจรกรองความถี่สูงผ่านรูปตัวพาย (Pi Type High Pass Filter)



1.3 วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Filter)

วงจรนี้จะใช้งาน L และ C มาต่อขนานหรือ อนุกรมกัน โดยหลักการคือให้ L กรองความถี่สูงสุดที่จะให้ผ่านก่อน ความถี่ที่สูงกว่าจะถูกตัดทิ้งไป จากนั้นจึงใช้ C มากรองความที่ถี่ต่ำที่สุดที่จะให้ผ่าน ความถี่ที่ต่ำกว่าที่กำหนดก็จะถูกตัดทิ้งไป

หากนำ C และ L มาต่อขนานกันลงกราวด์ ตามคุณสมบัติของ L คือจะยอมให้ความถี่ต่ำผ่าน ดังนั้นจึงใช้ L ในการตัดความถี่ที่ต่ำกว่าที่กำหนดลงกราวด์ และตามคุณสมบัติของ C ที่ยอมให้ความถี่สูงผ่าน ทำให้ตัดความถี่ที่สูงกว่าที่กำหนดลงกราวด์ จากนั้นจึงมีช่วงความถี่ที่ไม่ถูกกำหนดไว้ไม่ถูกตัดลงกราวด์ ทำให้สามารถผ่านออกไปได้

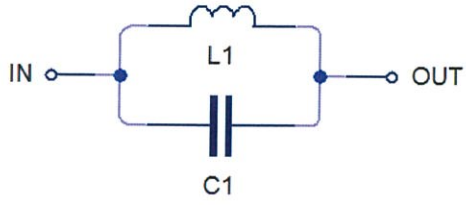


1.4. วงจรหยุดแถบความถี่ผ่าน (Band Stop Filter)

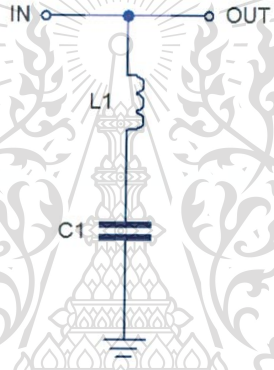
วงจรจะคล้ายๆกับวงจรกรองความถี่ผ่าน แต่จะใช้การตัดความถี่ของ L C ในจุดที่ต่างกัน จากวงจรจะเห็นว่าเราจะให้ความถี่ผ่านเข้ามาที่ L และ C พร้อมๆกัน โดยหากความถี่ที่เข้ามาต่ำกว่าความถี่ตัดของ L จะทำให้ความถี่สามารถผ่าน L ไปได้ แต่หากสูงกว่าจะไม่สามารถผ่านไปได้ ต่อมาก็มาดูที่ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตามคุณสมบัติคือยอมให้ความถี่สูงผ่านไปได้ ดังนั้นหากความถี่ที่เข้ามาสูงกว่าความถี่ตัดของ L ถึงจะผ่าน L ไปไม่ได้ แต่หากสูงกว่าความถี่ตัดของ C ก็จะทำให้ความถี่นั้นผ่าน C ไปได้โดยง่าย



วงจรด้านล่างนี้จะใช้หลักการดึงความถี่ที่อยู่ในแถบความถี่ที่ไม่ต้องการให้ผ่าน ดึงลงกราว์ดเพื่อไม่ให้ความถี่ผ่านไปได้ โดยเมื่อความถี่เข้ามาผ่าน L แล้วความถี่นั้นต่ำกว่าจุดตัดของ L จะทำให้ความถี่สามารถผ่านไปหา C ได้ และหากความถี่ที่ผ่าน L มานั้น สูงกว่าจุดตัดของ C จะทำให้ความถี่นั้นผ่านลงกราว์ดไป ทำให้ไม่สามารถผ่านไปได้



ข้อดีและข้อเสียของวงจรกรองความถี่แบบพาสซีพ

ข้อดี 1.ใช้อุปกรณ์น้อย

2.คุณภาพการตัดความถี่ดี

ข้อเสีย 1.ตัว L สามารถสร้างได้ยาก

2.ไม่มีการขยาย ทำให้มีความสูญเสียที่สูง

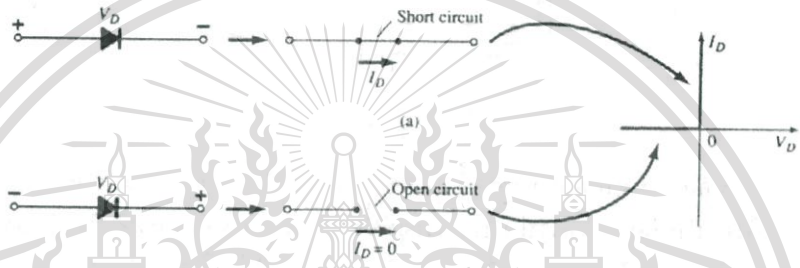
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 ไดโอด (DIODE)

ไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว

ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode ; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และแคโธด (Cathode ; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n

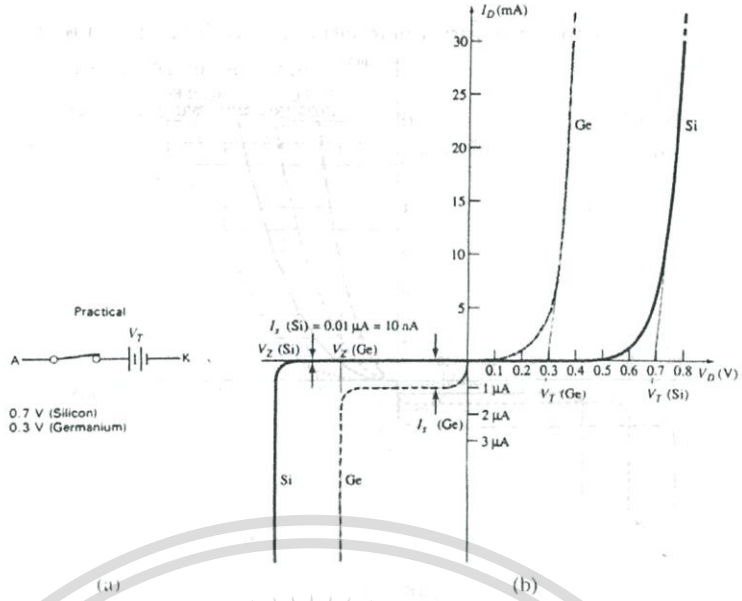
ไดโอดในทางอุดมคติ (Ideal Diode) ไดโอดในอุดมคติมีลักษณะเหมือนสวิทช์ที่สามารถนำกระแสไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว



จากภาพถ้าต่อขั้วแบตเตอรี่ให้เป็นแบบไบอัสตรงไดโอดจะเปรียบเป็นเสมือนกับสวิทช์ที่ปิด (Close Switch) หรือไดโอดลัดวงจร (Short Circuit) Id ไหลผ่านไดโอดได้ แต่ถ้าต่อขั้วแบตเตอรีแบบไบอัสกลับ ไดโอดจะเปรียบเป็นเสมือนสวิทช์เปิด (Open Switch) หรือเปิดวงจร (Open Circuit) ทำให้ Id เท่ากับศูนย์

ไดโอดในทางปฏิบัติ(Practical Diode) ไดโอดในทางปฏิบัติมีการแพร่กระจายของพาหะส่วนน้อยที่บริเวณรอยต่ออยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้น ถ้าต่อไบอัสตรงให้กับไดโอดในทางปฏิบัติก็จะเกิด แรงดันเสมือน (Ge >= 0.3V ; Si >= 0.7V) ซึ่งต้านแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเพื่อการไบอัสตรง ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

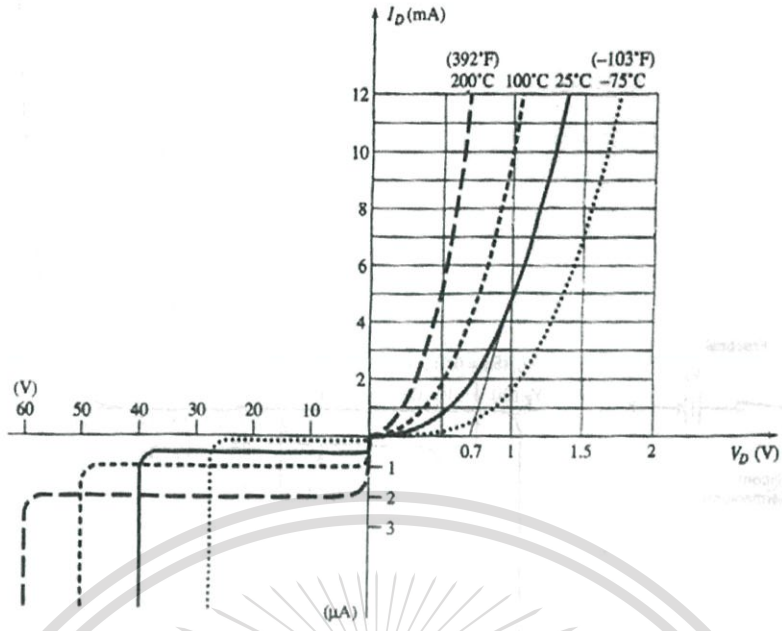


ขนาดของแรงดันเสมือนจึงเป็นตัวบอกจุดทำงาน ดังนั้น จึงเรียก แรงดันเสมือน อีกอย่างหนึ่งว่า แรงดันในการเปิด (Turn-onVoltage ;Vt) กรณีไบอัสกลับ เราทราบว่า Depletion Region จะขยายกว้างขึ้น แต่ก็ยังมีพาหะข้างน้อยแพร่กระจายที่รอยต่ออยู่จำนวนหนึ่ง แต่ก็ยังมีกระแสรั่วไหลอยู่จำนวนหนึ่ง เรียกว่า กระแสรั่วไหล (Leakage Current) เมื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าขึ้นเรื่อยๆ กระแสรั่วไหลจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ไดโอดนำกระแสเพิ่มขึ้นมาก ระดับกระแสที่จุดนี้ เรียกว่า กระแสอิ่มตัวย้อนกลับ (Reverse Saturation Current ; Is) แรงดันไฟฟ้าที่จุดนี้ เรียกว่า แรงดันพังทลาย (Breakdown Voltage) และถ้าแรงดันไบกลับสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุดที่ไดโอดทนได้ เราเรียกว่า แรงดันพังทลายซีเนอร์ (Zener Breakdown Voltage ; Vz) ถ้าแรงดันไบอัสกลับสูงกว่า Vz จะเกิดความร้อนอย่างมากที่รอยต่อของไดโอด ส่งผลให้ไดโอดเสียหายหรือพังได้ แรงดันไฟฟ้าที่จุดนี้เราเรียกว่า แรงดันพังทลายอวาแลนซ์ (Avalance Breakdown Voltage) ดังนั้น การนำไดโอดไปใช้งานจึงใช้กับการไบอัสตรงเท่านั้น

ผลกระทบของอุณหภูมิ (Temperature Effects)

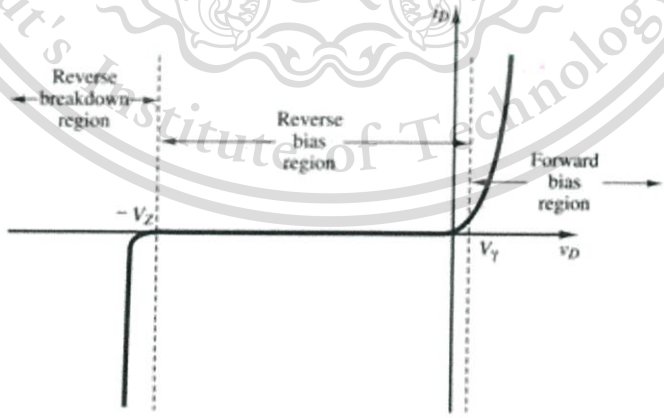
จากการทดลองพบว่า Is ของ Si จะมีค่าเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า ทุกๆ ครั้งที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส ขณะที่ Ge มีค่า Is เป็น 1 หรือ 2 micro-amp ที่ 25 องศาเซลเซียส แต่ที่ 100 องศาเซลเซียสจะมีค่า Is เพิ่มขึ้นเป็น 100 micro-amp ระดับกระแสไฟฟ้าขนาดนี้จะเป็นปัญหาต่อการเปิดวงจรเรื่องจากได้รับการไบอัสกลับ เพราะแทนที่ Id จะมีค่าใกล้เคียงศูนย์ แต่กลับนำกระแสได้จำนวนหนึ่งตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)

ซีเนอร์ไดโอดเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำกระแสได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ และระดับแรงดันไบอัสกลับที่นำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานได้เรียกว่า ระดับแรงดันพังทลายซีเนอร์ (Zener Breakdown Voltage ; Vz)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Fast-recovery diodes

มีคุณลักษณะดังนี้ - Low trr (< 5us) จึงนิยมใช้ในงานประเภทความเร็วสูง เช่น วงจร DC-to-DC converter, Inverter, switching mode power supplies เป็นต้น - มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 1A ถึงหลายร้อยแอมป์ และแรงดันตั้งแต่ 50V ถึงประมาณ 3,000 V - ส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีแบบ diffusion สำหรับแรงดันมากกว่า 400V ถ้าต่ำากว่านี้นิยมใช้ epitaxial diodes ซึ่งทำให้เร็วกว่า diffusion diodes โดยมี trr ต่ำาถึงขนาด 50ns

Schottky diodes

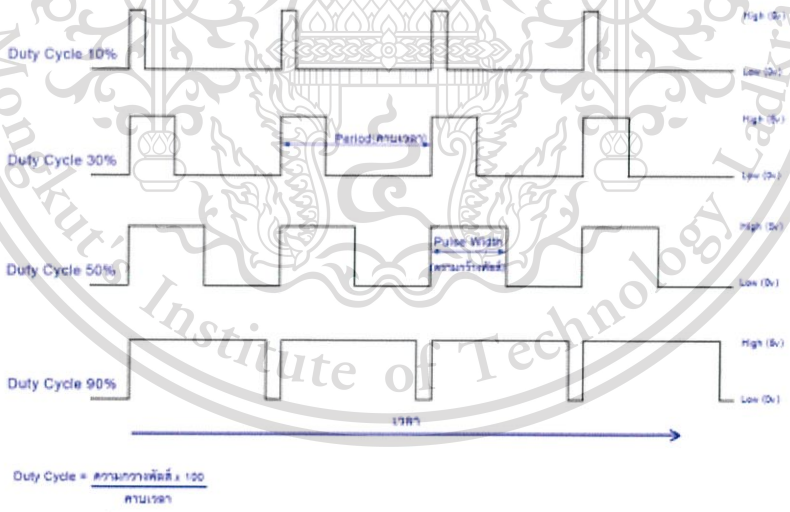
มีคุณลักษณะดังนี้ - ใช้หน้าสัมผัสเป็นระหว่างโลหะกับสารกึ่งตัวนำแทนระหว่างสารกึ่งตัวนำโดยทั่วไป ทำให้การรวมตัวกลับของประจุไม่เกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจาก p-n junction - very low trr (ns) - very low forward voltage (VF) - high leakage current ทำให้ทำงานได้แค่ที่แรงดันต่ำประมาณไม่เกิน 100V เท่านั้น ในขณะที่มีขนาดกระแส 1A ถึง 400A - เหมาะสำหรับงานประยุกต์พวก High-current low-voltage DC power supplies แต่ก็มี ใช้งาน low-current low-voltage power supplies เช่นกันซึ่งจะได้ประสิทธิภาพมากขึ้น - นอกจากวัสดุสาร Silicon และ GaAs แล้ว Silicon Carbide (SiC) ก็เป็นวัสดุสารตัวใหม่ที่นำมาใช้ทำ diodes เช่น Schottky SiC diodes ซึ่งมีกำลังสูญเสียภายในไดโอดน้อยมาก (trr≈0), ทำงานได้เร็วมาก และไม่กับการแปลเปลี่ยนตามอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนที่สอง

2.4 ARDUINO-PWM

PWM หมายถึง Pulse Width Modulation เป็นเทคนิคที่ Arduino ใช้ในการควบคุมวงจรและ เขียนค่าแบบอะนาล็อก (Analog) ด้วยพอร์ตดิจิตัล (Digital) คือ โดยปกติแล้ว พอร์ตดิจิตัล จะสามารถมีได้แค่ 2 สถานะ คือ HIGH (5 โวล์ท) กับ LOW (0 โวล์ท) เท่านั้น จึงทำให้สร้างค่าสัญญาณลอจิคได้เพียง เปิดหรือปิด (1 หรือ 0 , มีไฟหรือไม่มีไฟ) แค่นั้น ซึ่งการใช้เทคนิค PWM นั้น จะเป็นการทำให้พอร์ทดิจิตัล สามารถเขียนค่าได้มากกว่า HIGH หรือ LOWโดย ทำให้สามารถเขียนค่าเป็นแบบอะนาล็อกได้ (อาจเป็น 0-255 หรือ 0-1023) โดยวิธีการนั้น จะใช้การปรับสถานะของสัญญาณลอจิค HIGH / LOW สลับกันไปมาด้วยคาบเวลาหนึ่งๆ โดยค่าที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับ สัดส่วนเวลาของสัญญาณในช่วงเวลาที่มีสถานะเป็น HIGH กับช่วงเวลาที่เป็น LOW โดย ช่วงเวลาทั้งหมดที่สัญญาณมีสถานะเป็น HIGH นั้นเราจะเรียกว่าเป็น"ความกว้าง Pulse (Pulse Width)" โดยสัญญาณพัลส์ เมื่อเทียบ % ของช่วงเวลาที่เป็น HIGH (หรือก็คือ % ของ Pulse Width) กับ % ของคาบเวลา (Period) ของพัลส์ลูกนั้นๆ เราจะเรียกว่า Duty Cycle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

PWM จะใช้หลักการที่ส่งค่าแบบดิจิตอลคือ 0-1 ด้วยความถี่ค่าหนึ่ง แต่จะส่งค่าให้มีสัญญาณสูง(1)สลับกับสัญญาณต่ำ(0) โดยให้ระยะเวลาของแต่ละชนิดสัญญาณต่างกัน เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของสัญญาณทั้งหมดออกมาเป็นค่าที่ต้องการนั่นเอง เช่นถ้าเราส่งค่าที่มีระยะสัญญาณสูงและต่ำเท่ากัน ก็จะได้ค่าเป็น 2.5 โวล์ ถ้าเราให้ค่าสัญญาณสูงยาวกว่า เราก็จะได้ค่ามากกว่า 2.5 และในทำนองเดียวกันถ้าเราให้ค่าสัญญาณต่ำยาวกว่า เราก็จะได้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 นั่นเอง Arduino สามารถรับค่าอนาล็อคได้ 255 ระดับ ดังนั้นหมายความว่าค่าสัญญาณ 0 โวล์ถึง 5 โวล์ ก็จะแสดงได้เป็น 0 ถึง 255 ในสัญญาณดิจิตอลนั่นเอง โดยเราสามารถใช้หลักบัญญัติไตรยางค์ สามารถเปรียบเทียบค่าได้เลย ในการใช้งาน PWM เราจะต้องเลือกขาที่เขียนว่าเป็น PWM เท่านั้น

2.5 Gate Drive Circuit

IGBT & MOSFET เป็นอุปกรณ์หลักที่ทำงานแบบ Switch ในวงจร Power Electronics ที่ทำงานแบบ Switch เพราะทำให้ไม่ให้เกิด Loss , Gate Drive เป็นวงจรสั่งการให้ IGBT & MOSFET ทำงานแบบ Switch ได้สมบรูณ์พวกพาวเวอร์

MOSFET หรือ IGBT ขาเกต ข้างในมันมีตัวเก็บประจุแฝงอยู่ประมาณ1000ถึง10000พิกโกฟารัด ดังนั้นวงจรขับเกต (gate drive) จะต้องเร็วและแรงเพื่อจะได้แรงดันเร็วๆ (rise and fall time in nS) มันถึงจะทำงานได้ดี ถ้าขับวงจรช้ามาก จะทำให้ทรานสิสเตอร์ระเบิด เพราะว่า power dissipation เกินพิกัด

2.6 MOSFET

โครงสร้างของ MOSFET

MOSFET ประกอบด้วยสามส่วน คือ GATE เป็นส่วนที่ทำมาจากออกไซด์ของโลหะ โดยสร้างให้เกิดความต่างศักย์ตกคร่อมระหว่างแผ่นสองแผ่นเพื่อ สร้างสนามไฟฟ้าเพื่อควบคุมการเข้าออกของสัญญาณไฟฟ้า SOURCE เป็นส่วนขาเข้าของสัญญาณDRAIN เป็นส่วนขาออกของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

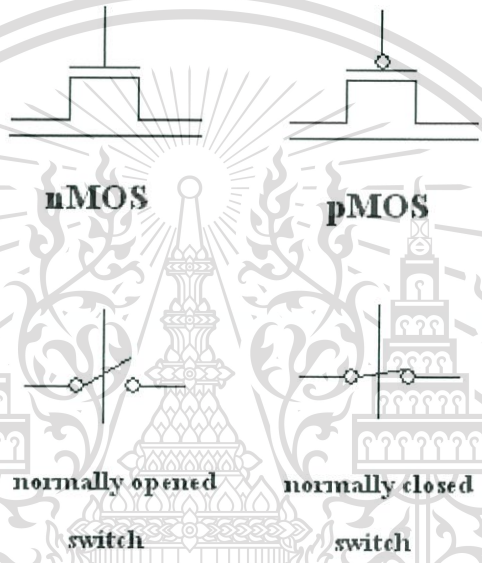
ประเภทของ MOSFET

nMOS (negative MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท NPN เมื่อมีความต่างศักย์เป็นบวก (สนามไฟฟ้าแรง) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้

pMOS (positive MOSFET) เป็นทรานซิสเตอร์ประเภท PNP เมื่อมีความต่างศักย์ต่ำหรือเป็นลบ (สนามไฟฟ้าอ่อน) สัญญาณไฟฟ้าจึงจะไหลจาก source ไป drain ได้

สัญลักษณ์แทน MOSFET

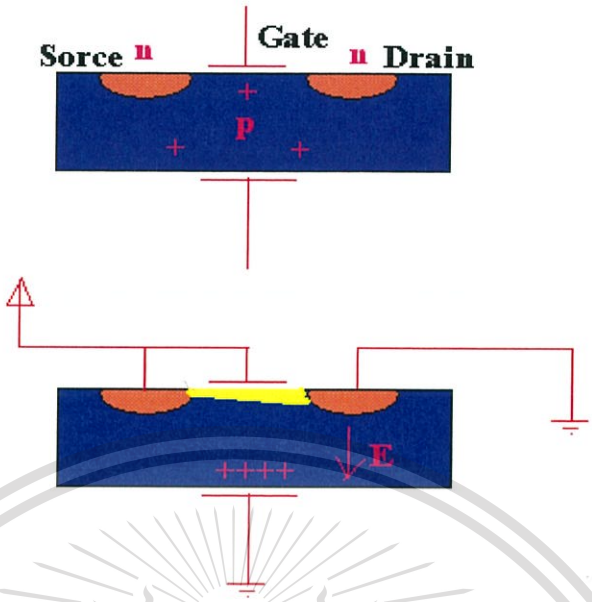
สัญลักษณ์ในทางดิจิตอล



MOSFET ในทางดิจิตอลถูกมองว่าเป็นสวิตช์ โดย nMOS จะเป็นสวิตช์ที่เมื่อสัญญาณเข้าเป็น "1" สวิตช์ก็จะปิด ถ้าไม่สวิตช์ก็ยังเปิดอยู่ (normal opened switch) ส่วน pMOS จะเป็นสวิตช์ที่เมื่อสัญญาณเข้าเป็น "1" สวิตช์ก็จะเปิด ถ้าไม่สวิตช์ก็จะปิดอยู่ (normal closed switch) และสัญลักษณ์ทั่วไปจะมีสามขา ขากลางเป็น gate ส่วนอีกสองขาคือ sorce และ drain โดยใช้ใน nMOS เป็นหลักเพื่อสื่อสัญลักษณ์เดียวกับทรานซิสเตอร์ทั่วไปคือ ไฟขา base ไหล ขา Collector จะต่อกับ Emittor ส่วน pMOS ก็จะใส่ bubble ที่ขา gate

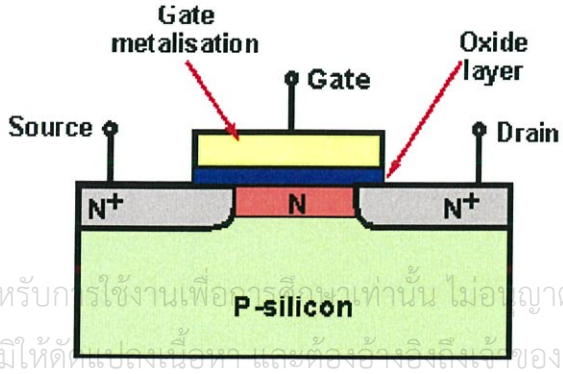
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การทำงานของ MOSFET



nMOS เมื่อปล่อยความต่างศักย์สูง จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศลงอย่างแรง โฮลใน p-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง (ตามรูปที่ประกอบข้างบน) ประกอบกับมีอิเล็กตรอนอิสระบางส่วนถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีอิเล็กตรอนอิสระมากจนเป็น n-type ได้เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง channel นี้ซึ่งเป็น n-type เหมือนกับ drain และ sorce ได้โดยใช้อิเล็กตรอนอิสระเป็นพาหะ

pMOS จะทำงานกลับกับ nMOS โดยเมื่อปล่อยความต่างศักย์ต่ำ (โดยมากมักจะติดลบ) จะเกิดสนามไฟฟ้าในทิศขึ้นอย่างแรง อิเล็กตรอนอิสระใน n-type จะถูกผลักลงมาอยู่ด้านล่าง ประกอบกับมีโฮลบางส่วนถูกดูดขึ้นไปด้านบน ส่งผลให้บริเวณด้านบนมีโฮลมากจนเป็น p-type ได้เรียกว่า channel สัญญาณไฟฟ้าก็จะไหลผ่านช่วง channel นี้ซึ่งเป็น p-type เหมือนกับ drain และ sorce ได้โดยใช้โฮลเป็นพาหะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
การคำนวณและการออกแบบ

3.1 การออกแบบวงจร switching power supply ที่ออกแบบมีคุณสมบัติดังนี้

- แรงดันเอาท์พุท 12 V กระแสสูงสุด 1A

3.1.1. หม้อแปลงไฟฟ้า

1. ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าตัวเล็กแบบ EI เพราะวงจรมีขนาดเล็ก

3.1.2. ไดโอด

พิจารณาจาก Data Sheet ของ Regulator

1.ใช้ bridge diode เป็นวงจรเรียงกระแสตัวแรกในการรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งในวงจรใช้ bridge diode เบอร์ KBP305G ทนแรงดันได้ 600 V และทนกระแสสูงสุดได้ 3 A

2.ขนาดของแรงดันและกระแสต้องให้ไดโอดทนแรงดันมากกว่าแรงดันสูงสุดจากหม้อแปลง

3.1.3. ตัวเก็บประจุ

พิจารณาจาก Data Sheet ของ Regulator

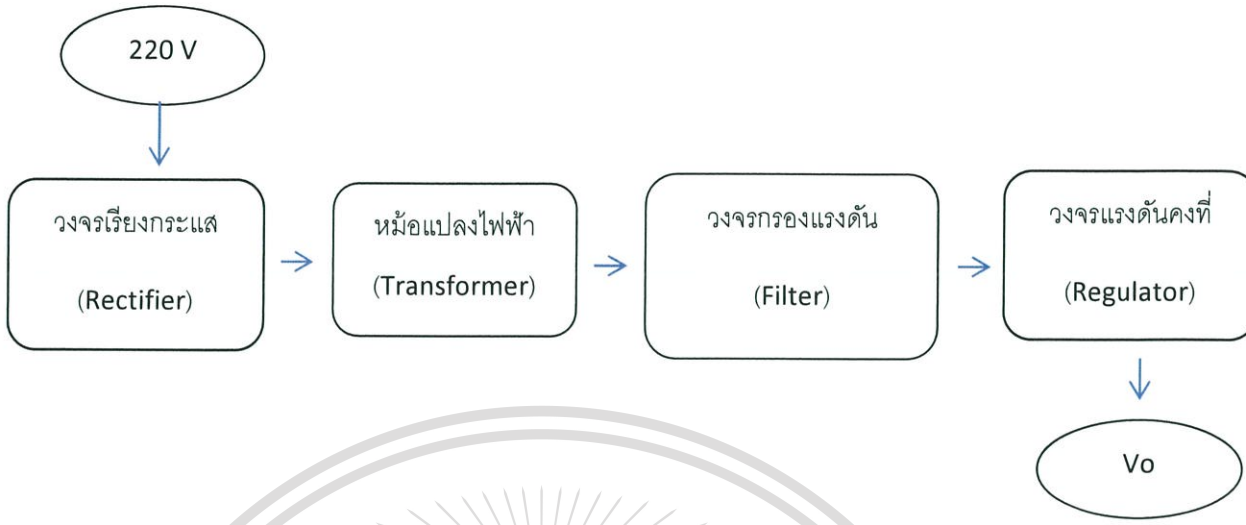
1. ค่าความจุของตัวเก็บประจุ
2. แรงดันสูงสุดที่ตัวเก็บประจุสามารถทนได้

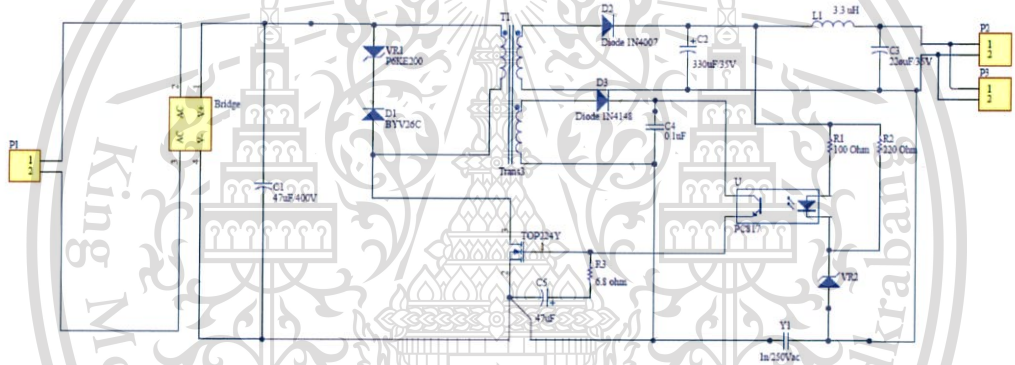
3.1.4. ตัวต้านทาน พิจารณา 3 กรณี คือ

1. ค่าความต้านทานที่เหมาะสมต่อวงจร
2. ค่าความผิดพลาดในตัวต้านทาน
3. ค่ากำลังงานที่ตัวต้านทานสามารถทนได้

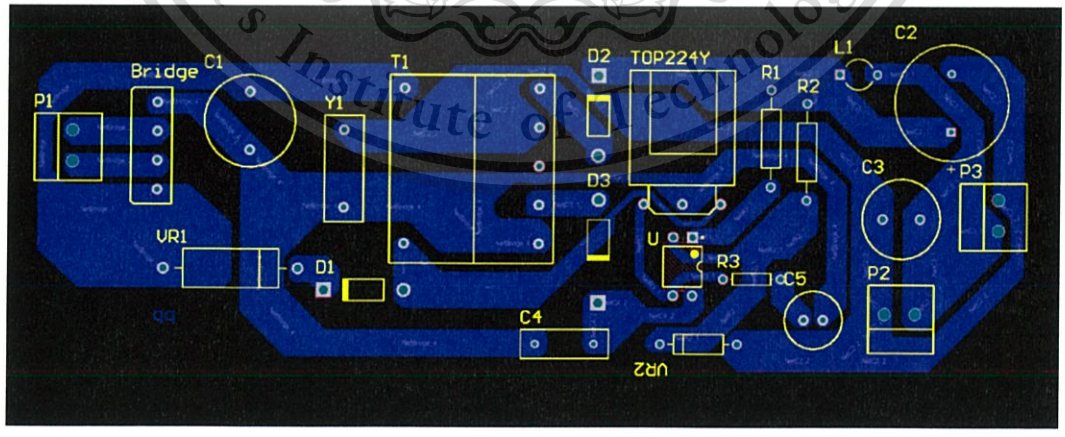
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 การออกแบบวงจร switching power supply





Schematics ของวงจร off line switching



ลายวงจร PCB ของ off line switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.1 การออกแบบหม้อแปลง

คำนวณจากแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทสูงสุดที่เราต้องการ (12 V_{dc})

เนื่องจากเป็นหม้อแปลงขนาดเล็กแบบ EI จึงได้มีการคำนวณเพื่อหาจำนวนรอบขดลวดทั้ง Primary และ Secondary ขนาดของแกน ei กว้าง * ยาว = 0.7 cm * 0.8 cm = 0.56 cm2 = A

1. หาพื้นที่หน้าตัดของเนื้อแกนเหล็กจริง

จากสูตร Acore = ks A

เมื่อ A = (กว้าง)(ยาว)

ks = Stacking Factor มีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 - 0.9 (เลือกใช้ค่า ks = 0.9)

จะได้ Acore = 0.9*0.56 = 0.504 cm2

2. นำAมาคำนวณหาจำนวนรอบต่อโวลท์

จากสูตร N/E = 1/(4.44 f B A)

เมื่อ E = 310 Volt

f = 50 Hz.

B = Flux Density (เลือกใช้ค่า B = 1.2 Tesla)

Acore = 0.504 cm2

จะได้ N/E = 74.62 รอบ/โวลท์

3. นำค่าจำนวนรอบต่อโวลท์มาหาจำนวนรอบที่จะพันหม้อแปลงทางด้าน Primary และ Secondary ดังนี้

จำนวนรอบด้าน Primary จากสูตร NP = VP . N/E

เมื่อ VP = 310 Volt

จะได้ NP = 23,132 รอบ

จำนวนรอบด้าน Secondary แทปต่างๆ จากสูตร NS = VS . N/E

เมื่อ VS = 12 Volt

จะได้ NS = 895.44 รอบ หรือ 896 รอบ

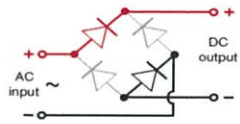
แต่ในวงจรใช้หม้อแปลงอัตราส่วน NP:NS = 1:26

ดังนั้น จึงใช้หม้อแปลง NP:NS ประมาณ 650:25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

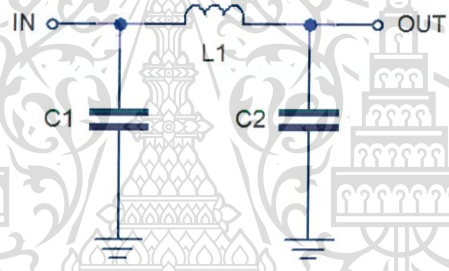
3.2.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เต็มคลื่น (full wave bridge rectifier circuit)

ในส่วนของวงจรบริดจ์ เป็นวงจรที่ทำแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และใช้บริดจ์ที่ทนแรงดันได้อย่างน้อย 310 V ซึ่งในวงจรได้ใช้ บริดจ์ เบอร์ KBP305G ทนแรงดันได้ 600 V และทนกระแสสูงสุดได้ 3 A



3.2.3 วงจรกรองแรงดันกระเพื่อม

เป็นวงจรกรองแรงดันแบบ low pass filter (passive) เพื่อแรงดันเอาท์พุทจะได้เรียบขึ้น จากวงจรใช้การต่อแบบรูปตัวพาย



ใช้ C 2 ตัว L 1 ตัว นิยมใช้ในวงจรภาคจ่ายไฟแบบสวิทชิ่ง

ใช้ C 2 ค่า คือ 330 uF 35 V และ 220 uF 35

L 1 ค่า คือ 3.3 uH ตามข้อมูลจาก datasheet

3.2.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน

ใช้ TOP224yn

3.2.5 วงจรจำกัดกระแส

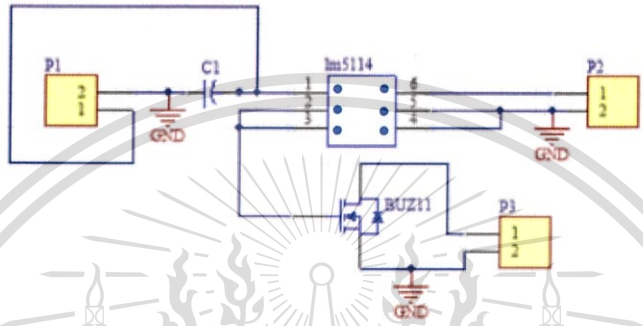
วงจรจำกัดกระแสใช้ PC817A Optocouplerเนื่องจากเราต้องการให้มีกระแสไหลเข้าไปที่วงจรรักษาแรงดันมากที่สุด 1 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

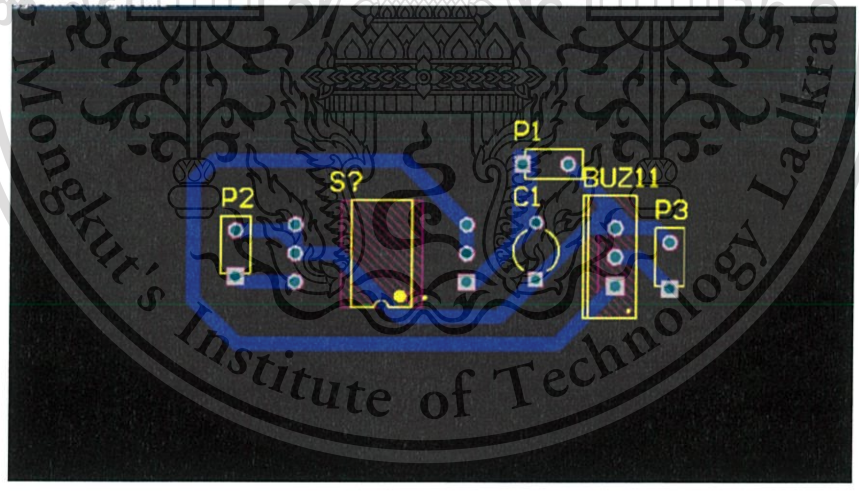
3.2.6 การควบคุมแรงดันเอาท์พุท

ตัว PC817A Optocoupler ,ตัว Zener Diode เบอร์ 1N5241B ซึ่งมีแรงดัน 11 V และขึ้นอยู่กับหม้อแปลงในวงจร

3.3 การออกแบบ วงจร gate drive



Schematics ของวงจร gate drive



ลายวงจร PCB ของ gate drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 Load Regulation (switching power supply)

4.1.1 ต่อโหลดเพื่อดึงกระแสและทำการวัดค่าแรงดันเอาท์พุทแล้วทำการบันทึกค่า

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบของวงจร switching power supply

I	vout =14 v
I = 0.004	14.00
I = 0.203	12.10
I = 0.401	12.05
I = 0.608	12.02
I = 0.805	12.00
I = 1.019	11.98
I = 1.196	11.96

	14 v
% regulation	7.858 %

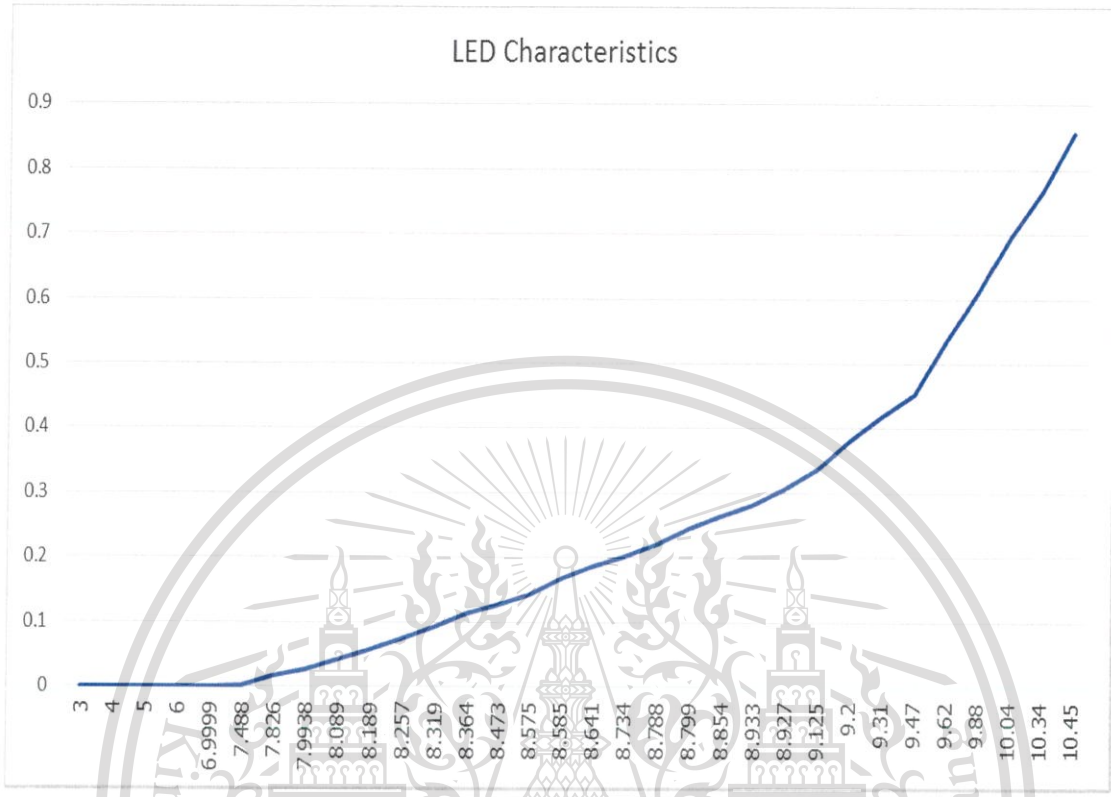
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 LED Characteristic

จากการทดลองวัดค่ากระแส และแรงดัน ของตัว LED โดยป้อนแรงดันจาก power supply และวัดค่าความสว่างของ LED จากอุปกรณ์วัดความสว่าง จากนั้นนำข้อมูลนั้นมาพล็อตกราฟ เพื่อหาจุดที่เหมาะสมต่อการกำหนด mosfet และวงจร gate drive

Vs (V)	Vr (V)	Vled (V)	Iled (A)	Watt
3	0	3	0	0
4	0	4	0	0
5	0	5	0	0
6	0	6	0	0
7	0.0001	6.9999	0.00001	0.000069999
7.5	0.012	7.488	0.0012	0.0089856
8	0.174	7.826	0.0174	0.1361724
8.5	0.411	8.089	0.0411	0.3324579
9	0.743	8.257	0.0743	0.6134951
9.5	1.136	8.364	0.1136	0.9501504
10	1.425	8.575	0.1425	1.2219375
10.5	1.859	8.641	0.1859	1.6063619
11	2.212	8.788	0.2212	1.9439056
11.5	2.646	8.854	0.2646	2.3427684
12	3.073	8.927	0.3073	2.7432671
12.5	3.375	9.125	0.3375	3.0796875
13	3.8	9.2	0.38	3.496
13.5	4.19	9.31	0.419	3.90089
14	4.53	9.47	0.453	4.28991
15	5.38	9.62	0.538	5.17556
16	6.12	9.88	0.612	6.04656
17	6.96	10.04	0.696	6.98784
18	7.66	10.34	0.766	7.92044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

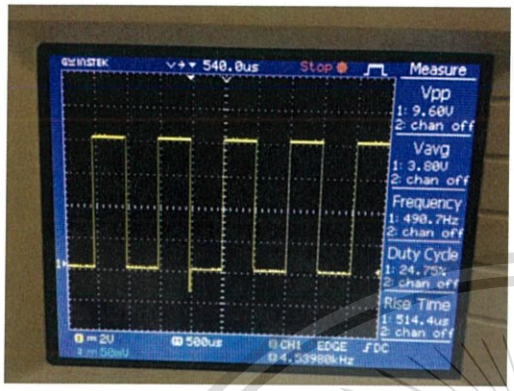


King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

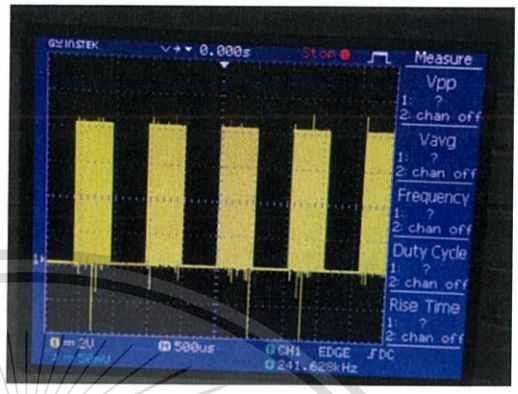
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 รูปคลื่นแต่ละและรูปแบบจากสโคป

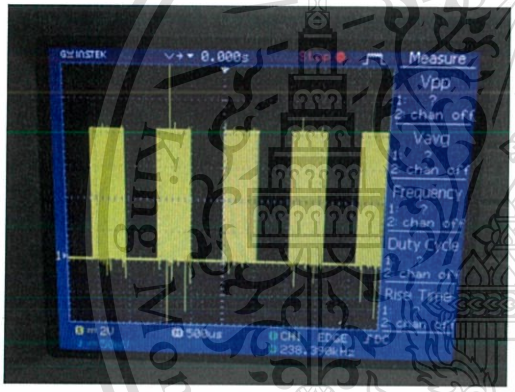
4.3.1) 50 duty cycle



1 pulse



50 pulse

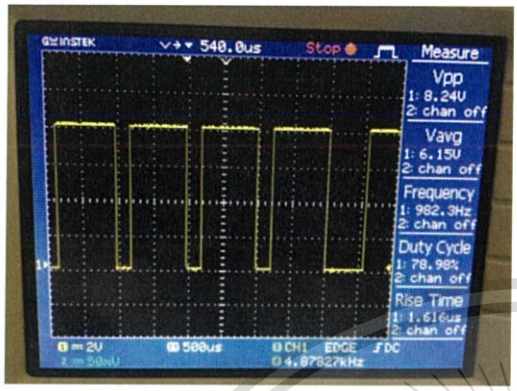


150 pulse

300 pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

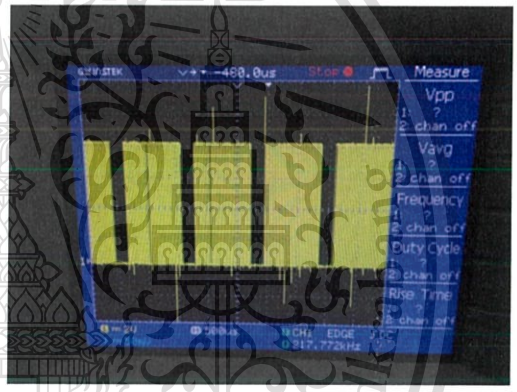
4.3.2) 80 duty cycle



1 pulse

50 pulse

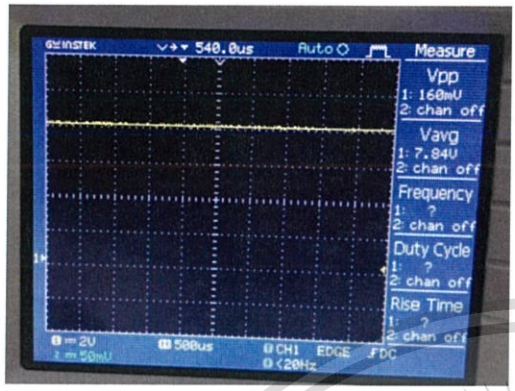
150 pulse



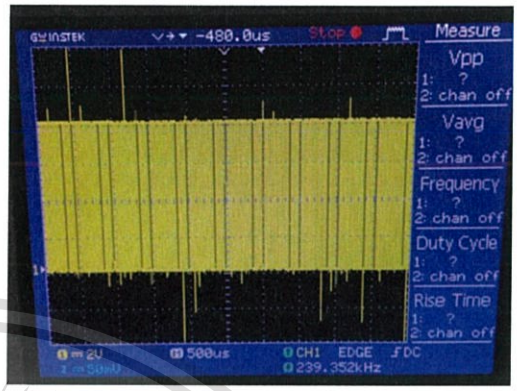
300 pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.3) 100 duty cycle



1 pulse



50 pulse

150 pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การทดลองขับ LED 10 W ด้วย Mosfet N chanel เบอร์ BUZ11

Duty cycle 50 % (1 kHz)

1 pulse

V led = 8.05 V , I led = 435 mA , ความสว่าง 310 lux = 85.729 lm/watt

50 pulse

V led = 7.35 V , I led = 136 mA , ความสว่าง 113 lux =109.472 lm/watt

150 pulse

V led = 7.72 V , I led = 177 mA , ความสว่าง 143 lux = 101.344 lm/watt

300 pulse

V led = 7.92 V , I led = 208 mA , ความสว่าง 168 lux = 98.758 lm/watt

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Duty cycle 80 % (1 kHz)

1 pulse

V led = 8.90 V , I led = 735 mA , ความสว่าง 501 lux = 74.167 lm/watt

50 pulse

V led = 7.83 V , I led = 288 mA , ความสว่าง 210 lux = 90.181 lm/watt

150 pulse

V led = 7.92 V , I led = 244 mA , ความสว่าง 189 lux = 94.711 lm/watt

300 pulse

V led = 8.12 V , I led = 233 mA , ความสว่าง 184 lux = 94.180 lm/watt

Duty cycle 100% (1 kHz)

1 pulse

V led = 9.67 V , I led = 943 mA , ความสว่าง 638 lux = 67.754 lm/watt

50 pulse

V led = 8.13 V , I led = 367 mA , ความสว่าง 260 lux = 84.386 lm/watt

150 pulse

V led = 8.17 V , I led = 306 mA , ความสว่าง 226 lux = 87.542 lm/watt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4.1 การทดลองขับ LED 10 W ด้วยการเพิ่ม

1) ติด heat sink 2).ติด heat sink และ ใช้ IC เบอร์ LM 5114

Duty cycle 50 % (1 kHz)

1 pulse

1) V led = 8.30 V , I led = 442 mA , ความสว่าง 420 lux = 110.867 lm/watt
2) V led = 8.52 V , I led = 632 mA , ความสว่าง 510 lux = 91.720 lm/watt

50 pulse

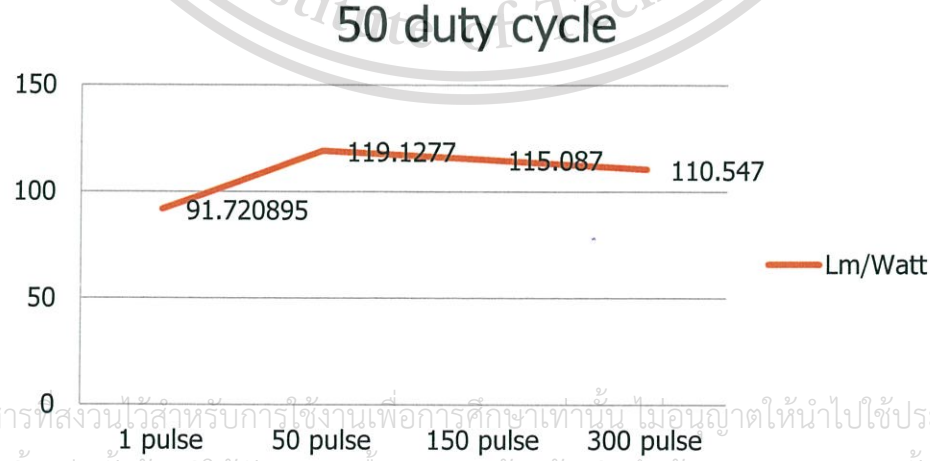
1) V led = 7.65 V , I led = 144 mA , ความสว่าง 163 lux = 143.290 lm/watt
2) V led = 7.48 V , I led = 263 mA , ความสว่าง 242 lux = 119.127 lm/watt

150 pulse

1) V led = 8 V , I led = 189 mA , ความสว่าง 226 lux = 121.05 lm/watt
2) V led = 7.82 V , I led = 368 mA , ความสว่าง 342 lux = 115.087 lm/watt

300 pulse

1) V led = 8.18 V , I led = 220 mA , ความสว่าง 265 lux = 142.601 lm/watt
2) V led = 8.03 V , I led = 432 mA , ความสว่าง 396 lux = 110.547 lm/watt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Duty cycle 80 % (1 kHz)

1 pulse

1) V led = 9.17 V , I led = 706 mA , ความสว่าง 628 lux = 93.937 lm/watt
2) V led = 9.58 V , I led = 1.051 A , ความสว่าง 775 lux = 74.539 lm/watt

50 pulse

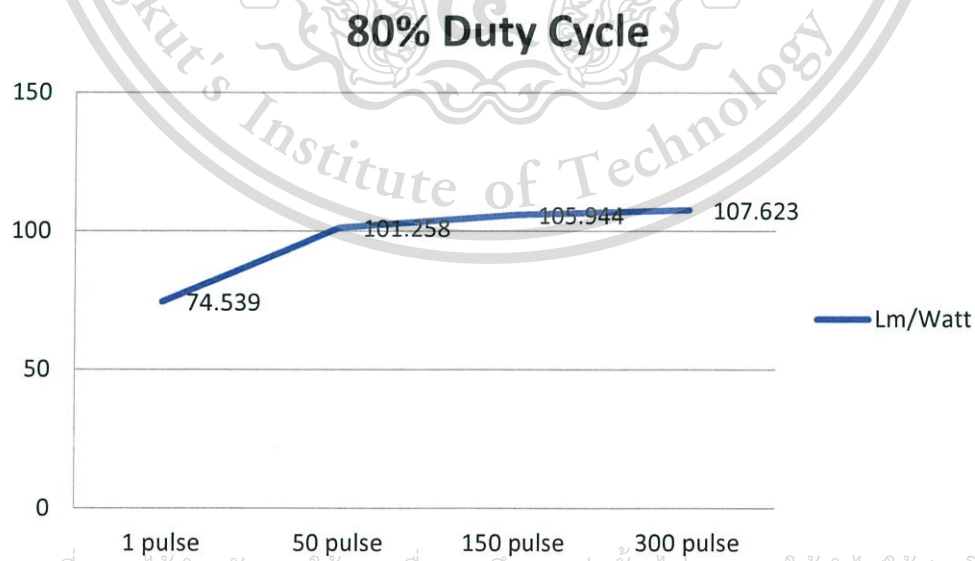
1) V led = 8.18 V , I led = 284 mA , ความสว่าง 290 lux = 120.887 lm/watt
2) V led = 8.1 V , I led = 477 mA , ความสว่าง 404 lux = 101.258 lm/watt

150 pulse

1) V led = 8.27 V , I led = 252 mA , ความสว่าง 288 lux = 133.826 lm/watt
2) V led = 8.14 V , I led = 475 mA , ความสว่าง 423 lux = 105.944 lm/watt

300 pulse

1) V led = 8.32 V , I led = 240 mA , ความสว่าง 292 lux = 141.612 lm/watt
2) V led = 8.18 V , I led = 484 mA , ความสว่าง 440 lux = 107.623 lm/watt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Duty cycle 100% (1 kHz)

1 pulse

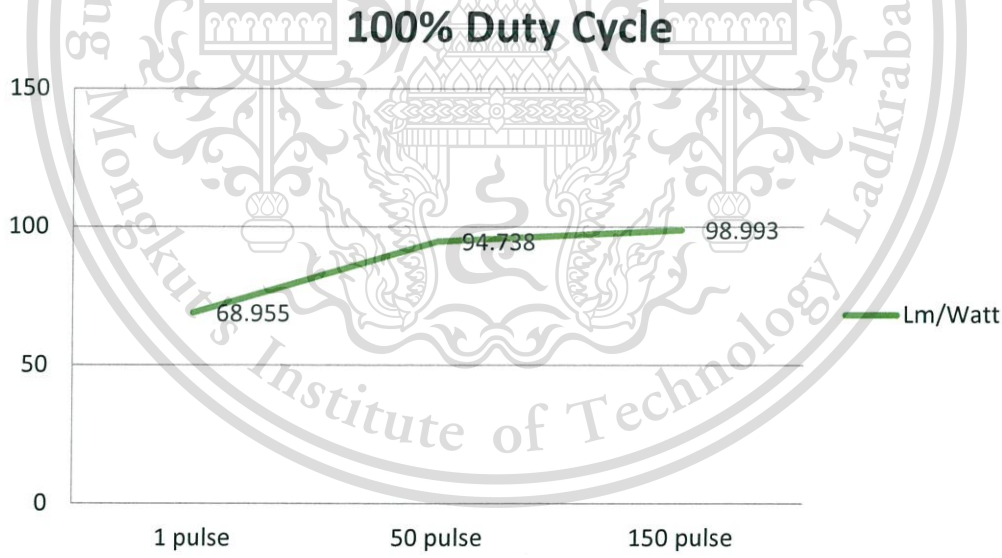
1) V led = 9.85 V , I led = 926 mA , ความสว่าง 808 lux = 85.786 lm/watt
2) V led = 10.04 V , I led = 1.161 A , ความสว่าง 830 lux = 68.955 lm/watt

50 pulse

1) V led = 8.44 V , I led = 357 mA , ความสว่าง 353 lux = 113.453 lm/watt
2) V led = 8.45 V , I led = 600 mA , ความสว่าง 496 lux = 94.738 lm/watt

150 pulse

1) V led = 8.45 V , I led = 310 mA , ความสว่าง 335 lux = 123.845 lm/watt
2) V led = 8.37 V , I led = 561 mA , ความสว่าง 480 lux = 98.993 lm/watt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

LED Driving circuit โปรเจคนี้ทำให้รู้ถึงปัจจัยที่มีอยู่ในการขับหลอด LED ให้มีความสว่างมากที่สุด ซึ่งจากการทำการทดลองทำให้ได้รู้ว่าการกำหนดค่า duty cycle ในค่าต่างๆ ให้ความสว่างได้ไม่เท่ากัน ยิ่ง duty cycle มาก ความสว่างก็มากตามด้วย เหตุที่ duty cycle ทำให้มีความสว่างมากคือ ถ้า duty cycle 100 % ช่วงเวลาในการ on ของ mosfet เท่ากับ on ตลอดทำให้กระแสไหลได้มาก เมื่อกระแสไหลมาก ความสว่างของหลอด LED ก็มากตามด้วย ซึ่งนั่นส่งผลให้กำลังทางไฟฟ้าเยอะไปด้วย. แต่นั่นไม่ได้หมายความว่า LED ที่มีความสว่างมากที่สุดจะมีประสิทธิภาพสูงสุด จากตัวอย่างในการทดลอง 100% duty cycle 1 pulse ให้ความสว่างมากที่สุด แต่กลับมีค่าประสิทธิภาพ น้อยกว่า 80% duty cycle 1 pulse นั่นเพราะว่าปัจจัยสำคัญของประสิทธิภาพของ LED ขึ้นอยู่กับค่าความส่องสว่าง (Lumen) และ การใช้พลังงานของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

Duty cycle 65 % (1 kHz)

1 pulse

V led = 9.05 V , I led = 833 mA , ความสว่าง 670 lux = 86.066 lm/watt

50 pulse

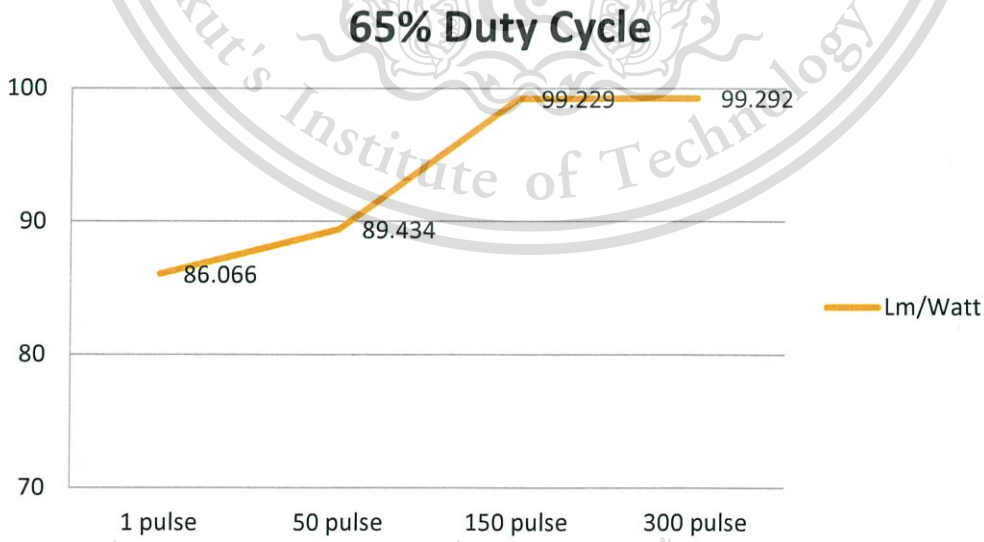
V led = 7.35 V , I led = 136 mA , ความสว่าง 257 lux = 89.434 lm/watt

150 pulse

V led = 7.72 V , I led = 177 mA , ความสว่าง 268 lux = 99.229 lm/watt

300 pulse

V led = 7.92 V , I led = 208 mA , ความสว่าง 281 lux = 99.292 lm/watt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.