

เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนามิ

DYNAMO CHARGER



นางสาวศศิธร แสนแก้ว รหัส 52362229  
นายศุภวิชญ์ ทวีเมือง รหัส 52362267

ชื่อผู้ลงทะเบียน	นางสาวศศิธร แสนแก้ว
รหัสประจำตัว	52362229
ชื่อของเครื่อง	1638 1421
ชื่อเรียกหนังสือ	ฟร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร	๗ ๒๑ ๑

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ๒๕๕๕

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร


ปีการศึกษา 2555

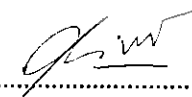


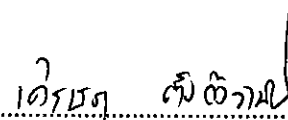
## ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม  
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวศศิธร แสนแก้ว รหัส 52362229  
นายสุภวิชญ์ ทวีเมือง รหัส 52362267  
ที่ปรึกษาโครงการ ดร. มุขิตา สงฆ์จันทร์  
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

  
.....ที่ปรึกษาโครงการ  
(ดร. มุขิตา สงฆ์จันทร์)

  
.....กรรมการ  
(ดร. สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์เสรษฐา ตั้งค้ำวานิช)

ชื่อหัวข้อโครงการ	เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวศศิธร แสนแก้ว รหัส 52362229 นายศุภวิชญ์ ทวีเมือง รหัส 52362267
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.มูทิตา สงฆ์จันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2555

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม เพื่อใช้สำรอง  
ขณะไม่มีไฟฟ้า และสามารถพกพาได้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ  
และสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ มีลักษณะการทำงานแบบใช้มือหมุนที่มือจับ ซึ่ง  
เชื่อมต่อเข้ากับไดนาโม โดยผ่านชุดเฟืองทด และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าก่อน  
นำไปชาร์จโทรศัพท์มือถือ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกขนาดความกว้าง 12  
เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการพกพาหรือเคลื่อนย้าย  
ไปในสถานที่ที่ต้องการ เครื่องชาร์จแบตเตอรี่นี้สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือทุกรุ่นทุกยี่ห้อ  
ยกเว้นมือถือประเภทสมาร์ตโฟน เนื่องจากความไม่เหมาะสมของกระแสไฟฟ้าที่เครื่องชาร์จ  
แบตเตอรี่นี้ให้ออกมา

<b>Project title</b>	Dynamo Charger	
<b>Name</b>	Miss. Sasithorn Sankaew	ID. 52362229
	Mr. Supphawit Thawemuang	ID. 52362267
<b>Project advisor</b>	Miss. Mutita Songjun, Ph.D.	
<b>Major</b>	Electrical Engineering	
<b>Department</b>	Electrical and Computer Engineering	
<b>Academic year</b>	2012	

---

### Abstract

The Thesis presents Dynamo mobile charger, which is a portable device that used for reserve electricity. The engineering knowledge is applied to create The Dynamo mobile charger. The charger has a handle function which is connected with dynamo through set of gear and electronic circuit in order to control electromotive force before charging a mobile phone. All of the inconvenience circuit is only in 12×21×10 centimeter plastic box that is optimum size for an easily handling. The charger can be used with any mobile phone type except for smart phone because of incompatible current.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ดร.มุกิตา สงฆ์จันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ของคณะผู้จัดทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย และอาจารย์เสรษฐา ตั้งคำวานิช ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการตรวจสอบโครงการ ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการดำเนินโครงการ ทำให้โครงการมีความสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้จัดทำโครงการ ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้มอบความรัก ความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจ ทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งให้กำลังใจและการสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

นางสาวศศิธร แสนแก้ว

นายศุภวิชญ์ ทวีเมือง

# สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท ..... ก	
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค	
กิตติกรรมประกาศ ..... ง	
สารบัญ ..... จ	
สารบัญตาราง ..... ช	
สารบัญรูป ..... ฅ	
บทที่ 1 บทนำ ..... 1	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ ..... 1	
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ ..... 2	
1.3 ขอบเขตการทำโครงการ ..... 2	
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน ..... 2	
1.5 แผนการดำเนินงาน ..... 3	
1.6 งบประมาณตลอดโครงการ ..... 3	
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ..... 4	
2.1 ไดนาโม (Dynamo) ..... 4	
2.1.1 ชนิดของไดนาโม ..... 4	
2.1.2 การทำงานของไดนาโม ..... 5	
2.2 วงจรเร็กกูเลเตอร์ (Regulator Circuit) ..... 6	
2.2.1 วงจรรักษาแรงดันแบบไอซี ..... 7	
2.3 วงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit) ..... 8	
2.3.1 เรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น ..... 10	
2.3.2 เรกติไฟเออร์เต็มคลื่น ใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง ..... 11	
2.3.3 เรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ ..... 12	
2.4 วงจรกรองกระแส (Filter Circuit) ..... 13	
2.4.1 วงจรคาปาซิเตอร์ (Capacitor Filter Circuit) ..... 13	

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ตัวเก็บประจุ .....	14
2.5.1 ชนิดของตัวเก็บประจุ .....	14
2.5.2 การทำงานของตัวเก็บประจุ.....	16
2.6 แบตเตอรี่ (Battery) .....	18
2.6.1 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ .....	18
2.6.2 แบตเตอรี่ทุติยภูมิ .....	21
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ .....</b>	<b>22</b>
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	22
3.2 กระบวนการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือ .....	22
3.3 ภาพแสดงโครงสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม .....	23
3.4 การสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม .....	24
3.5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ ไดนาโม .....	27
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ .....</b>	<b>28</b>
4.1 การทดลองชาร์จโทรศัพท์มือถือหน้าจอขาว – ดำ .....	28
4.2 การทดลองชาร์จโทรศัพท์มือถือหน้าจอสี .....	30
4.3 การทดลองวัดแรงดันภายในของแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง .....	32
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>34</b>
5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ .....	34
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ .....	35
5.2.1 ปัญหาที่พบจากการทำโครงการ .....	35
5.2.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา .....	35
5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงการ .....	35

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง .....	36
ภาคผนวก ก รายละเอียดของไดโอดบริดจ์ W04M .....	37
ภาคผนวก ข รายละเอียดของไอซี 7805 .....	39
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ .....	63





## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือหมุน .....	28
4.2 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่จากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ .....	29
4.3 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือหมุน .....	30
4.4 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่จากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ .....	31
4.5 ผลการทดลองวัดระดับแรงดันของแบตเตอรี่ภายในตัวเครื่อง .....	32



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ไคนาโมจักรยาน .....	5
2.2 หลักการทำงานของไคนาโม .....	6
2.3 วงจรเร็กทูลิเตอร์ .....	6
2.4 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟโดยใช้ไอซี 78XX .....	7
2.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟโดยใช้ไอซี 79XX .....	8
2.6 แรงดันไฟตรงด้านบวกออก .....	9
2.7 แรงดันไฟตรงด้านลบออก .....	9
2.8 วงจรเร็กตีไฟเออร์ครึ่งคลื่น .....	10
2.9 วงจรเร็กตีไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง .....	11
2.10 แรงดันไฟสลับวัดออกมาได้ที่ตำแหน่ง V1, V2 เทียบกับแทปกลาง CT .....	11
2.11 วงจรเร็กตีไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ .....	12
2.12 วงจรกรองกระแส .....	13
2.13 ตัวเก็บประจุ .....	14
2.14 โครงสร้างตัวเก็บประจุ .....	14
2.15 สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ .....	15
2.16 ตัวเก็บประจุปรับค่าได้ .....	16
2.17 รูปแสดงขั้นตอนการประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ .....	17
2.18 รูปแสดงขั้นตอนการคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ .....	17
2.19 ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี .....	18
2.20 ถ่านอัลคาไลน์ .....	19
2.21 ถ่านลิเทียม .....	20
2.22 ถ่านนิแคด .....	20

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

โทรศัพท์มือถือหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสื่อสารสองทางผ่านโทรศัพท์มือถือ ใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์มือถือโดยผ่านสถานีฐาน โดยเครือข่ายของโทรศัพท์มือถือแต่ละผู้ให้บริการจะเชื่อมต่อกับเครือข่ายของโทรศัพท์บ้านและเครือข่ายโทรศัพท์มือถือของผู้ให้บริการอื่น โทรศัพท์มือถือในปัจจุบันนอกจากความสามารถพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังมีคุณสมบัติพื้นฐานของโทรศัพท์มือถือที่เพิ่มขึ้นมา เช่น บริการรับส่งข้อความสั้น (SMS) ปฏิทิน นาฬิกาปลุก ตารางนัดหมาย เกม การใช้งานอินเทอร์เน็ต บลูทูธ อินฟราเรด กล้องถ่ายภาพ บริการรับส่งข้อความยาว (MMS) วิทยุ เครื่องเล่นเพลง และระบบบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (GPS) โทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องแรกถูกผลิตและออกแสดงในปี พ.ศ.2516 โดยมาร์ติน คูเปอร์ (Martin Cooper) นักประดิษฐ์จากบริษัท โมโตโรลา เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักประมาณ 1.1 กิโลกรัม ปัจจุบันจำนวนผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2543 ที่มีจำนวน 12.4 ล้านคน มาเป็น 4,600 ล้านคน

ทุกวันนี้โทรศัพท์มือถือกลายเป็นอีกปัจจัยหนึ่งเพิ่มจากปัจจัย 4 ของการใช้ชีวิตที่ขาดไม่ได้ไปแล้ว เพราะว่าในชีวิตของคนเราต้องมีการติดต่อกับผู้คนมากมายในแต่ละวัน โทรศัพท์มือถือจึงมีความสำคัญมากในชีวิตประจำวัน แต่ปัญหาสำคัญของการใช้โทรศัพท์มือถือก็คือ พลังงานของแบตเตอรี่นั่นเอง เนื่องจากพลังงานในแบตเตอรี่ของโทรศัพท์แต่ละเครื่องนั้นมีปริมาณไฟที่แตกต่างกันออกไป หรือมีเงื่อนไขอื่น ๆ มาเกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะการชาร์จไฟแต่ละครั้ง ว่าใช้เวลาชาร์จมากหรือน้อยขนาดไหน ซึ่งส่งผลกระทบต่อพลังงานที่ชาร์จเก็บไว้ด้วย เพราะฉะนั้นเราไม่สามารถกะเกณฑ์ได้ว่า แบตเตอรี่จะหมดเมื่อไหร่ ดังนั้นเราจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมเพื่อนำมาช่วยแก้ปัญหาในการใช้งานโทรศัพท์ ซึ่งในโครงการนี้กล่าวถึงที่ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือแบบสำรอง เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะช่วยทำให้เราไม่พลาดเหตุการณ์สำคัญ หากแบตเตอรี่หมดเราก็สามารถนำแบตเตอรี่สำรองขึ้นมาใช้ได้ เป็นการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญต่อการใช้ชีวิต สามารถพกพาไปได้ทุกที่อย่างสะดวกสบาย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ออกแบบและสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือโคนาโมแบบใช้มือหมุน

## 1.3 ขอบเขตการทำโครงการ

- 1) เครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือโคนาโมแบบใช้มือหมุนแทนการชาร์จจากไฟฟ้า ให้กำลังไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์
- 2) สามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือได้ทุกยี่ห้อ ยกเว้นสมาร์ตโฟน
- 3) สามารถเก็บไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ได้ในกรณีที่ไม่ได้ชาร์จไฟฟ้าเข้า โทรศัพท์มือถือ หากชาร์จไฟเต็มแบตเตอรี่ สามารถใช้ได้ยาวนานต่อเนื่อง 6 ชั่วโมง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบโคนาโมขนาดพกพา สะดวกในการนำไปใช้
- 2) เพื่อให้สามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือในยามฉุกเฉินหรือเมื่อไม่มีไฟฟ้าใช้

## 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับหลักการการทำงาน และกลไกการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ รวมถึงหลักการของโคนาโมเพื่อให้กำเนิดแหล่งพลังงานไฟฟ้า
- 2) ศึกษารูปแบบและ โครงสร้างของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ
- 3) ออกแบบและสร้างแบบจำลองของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือโดยใช้มือหมุน
- 4) สร้างต้นแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ โดยใช้มือหมุน
- 5) ต่อบางส่วนเพื่อให้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือทำงานได้
- 6) ทดสอบการใช้งานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือและปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด
- 7) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มโครงการ

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

โครงการการสร้างเครื่องขาร์ตโทรศัพท์มือถือโคณาโมแบบใช้มือหมุนมีแผนปฏิบัติงาน ดังนี้

การปฏิบัติงาน	เดือน									
	มี.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของการต่อวงจร และกลไกการทำงานเครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ และหลักการของโคณาโม										
2. ออกแบบเครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ										
3. สร้างเครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ										
4. ต่อวงจรเพื่อส่งงานให้เครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือทำงาน										
5. ทดสอบการทำงานของเครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ										
6. สรุปผลการทำงาน จัดทำรูปเล่มโครงการ										

## 1.7 งบประมาณตลอดโครงการ

รายละเอียดงบประมาณของโครงการมีดังนี้

1) วัสดุไฟฟ้า	1,465	บาท
2) วัสดุสำหรับทำโครงสร้างเครื่องขาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ	2,170	บาท
3) จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์	1,400	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	<u>5,035</u>	บาท

หมายเหตุ : ตัวเฉลี่ยทุกรายการ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโมโดยใช้มือหมุน ต้องใช้หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบให้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่นี้ให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด มีน้ำหนักเบา ไม่เป็นภาระของผู้ใช้งาน และสามารถเก็บไฟฟ้าไว้ได้ภายในตัว โดยใช้หลักการและทฤษฎีดังต่อไปนี้

#### 2.1 ไดนาโม (Dynamo)

ไดนาโม [1] เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) ขดลวดที่พันอยู่รอบแกน เรียกว่า อาร์เมเจอร์หรือโรเตอร์ (Armature or Rotor) คือ ขดลวดตัวนำอาบนํ้ายา นำมาพันรอบแกนเหล็กอ่อน โดยปลายทั้งสองของขดลวดจะต่ออยู่กับวงแหวนที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปสู่วงจรภายนอก

2) แม่เหล็ก 2 แท่ง หันขั้วต่างกันเข้าหากัน เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กโดยมีเส้นแรงแม่เหล็กพุ่งจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ และบริเวณขั้วจะมีความเข้มของสนามแม่เหล็กมากกว่าบริเวณอื่น

3) วงแหวน (Output Ring) คือส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ออกไปสู่วงจรภายนอก วงแหวนมี 2 ชนิด คือ วงแหวนลื่น (Slip Ring) เป็นวงแหวนทองแดงกลม 2 วง ใช้กับไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับ และวงแหวนแยก (Split Ring หรือ Commutator) เป็นวงแหวนทองแดงผ่าซีกใช้กับไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรง

4) แปรงตัวนำไฟฟ้า (Brush) เป็นส่วนที่วงแหวนลื่น และวงแหวนแยกมาแตะสัมผัสเพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากอาร์เมเจอร์ออกไปสู่วงจรภายนอก

##### 2.1.1 ชนิดของไดนาโม

ไดนาโมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1) ไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Dynamo) ประกอบด้วยแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ขดลวด และแหวนลื่น โดยแหวนลื่น 2 วงสัมผัสกับแปรงตัวนำไฟฟ้า ซึ่งจะรับกระแสไฟฟ้าจากขดลวดออกไปสู่วงจรภายนอก

2) ไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรง (DC Dynamo) ประกอบด้วยแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ขดลวด และแหวนแยก โดยแหวนแยกแต่ละอันสัมผัสกับแปรงตัวนำไฟฟ้า ซึ่งจะรับกระแสไฟฟ้าจากขดลวดออกไปสู่วงจรภายนอก

ไดนาโมกระแสตรง (Direct current dynamo) หมายถึง ไดนาโมที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนประกอบเหมือนกับไดนาโมกระแสสลับทุกอย่าง ต่างกันแค่วงแหวนเท่านั้น ไดนาโมกระแสตรงใช้วงแหวนผ่าซีก (Split ring) ซึ่งเรียกว่า คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) แต่ละซีกมีลักษณะเป็นครึ่งวงกลมติดต่อกับปลายของขดลวดปลายละซีก ครึ่งวงแหวนแต่ละซีกติดอยู่กับแปรง แปรงละซีกแปรงทั้งสองติดต่อกับวงจรรภายนอกเพื่อนำกระแสไฟไปใช้ประโยชน์ จากการตัดแปลงแหวนให้เป็นคอมมิวเตเตอร์ เมื่อใช้พลังงานกลมาหมุนขดลวดให้ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก จะได้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเข้าสู่จรรยาภายนอก มีทิศทางการไหลเพียงทิศเดียวตลอดเวลา กระแสไฟฟ้าที่ได้จึงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

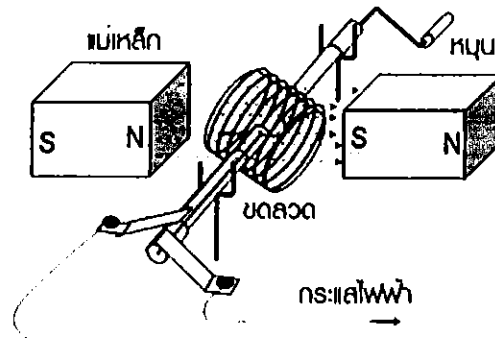
ไดนาโมกระแสสลับ (Alternating current dynamo) เป็นไดนาโมที่ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อนำมาใช้งาน กระแสสลับคือกระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็วมากอยู่ตลอดเวลา ไดนาโมที่ใช้งานจริง ๆ ใช้ขดลวดตัวนำหลายชุดให้เคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก เราเรียกขดลวดตัวนำที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กนี้ว่า อาร์มาเจอร์ (Armature)



รูปที่ 2.1 ไดนาโมจักรยาน [2]

### 2.1.2 การทำงานของไดนาโม

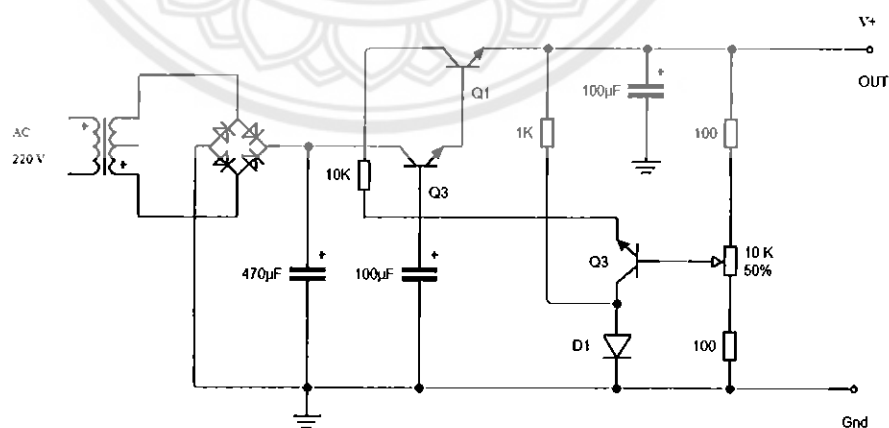
ไดนาโม ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า คือต้องมีกระแสพลังงานกลหรือแรงหมุนให้แก่ไดนาโมก่อน แล้วไดนาโมจะเปลี่ยนแรงนั้นเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไดนาโมจะทำงานตรงกันข้ามกับมอเตอร์ โดยมอเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เกิดแรงหมุนเพื่อนำไปทำงานต่าง ๆ



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของไดนาโม [1]

## 2.2 วงจรเร็กกูเลเตอร์ (Regulator Circuit)

วงจรเร็กกูเลเตอร์ [3] เป็นวงจรรักษาแรงดัน ทำหน้าที่รักษาแรงดันที่จ่ายให้กับโหลด มีค่าคงที่ ถึงแม้ว่าแรงดันที่ป้อนให้วงจรรักษาแรงดันจะมีค่าเปลี่ยนแปลงก็ตาม วงจรรักษาแรงดันพื้นฐานคือ ซีเนอร์ไดโอด ซึ่งคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดคือ รักษาแรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดให้คงที่ เมื่อป้อนไบอัสกลับมีค่ามากกว่าค่าแรงดันซีเนอร์ แต่มีข้อจำกัดในด้านกระแสที่จ่ายให้กับโหลด จึงมีการนำทรานซิสเตอร์มาใช้ร่วมกับซีเนอร์ไดโอด และในปัจจุบันถูกเปลี่ยนมาใช้วงจรไอซี ทำให้สะดวกในการใช้งานและการออกแบบ



รูปที่ 2.3 วงจรเร็กกูเลเตอร์ [4]

วงจรรักษาแรงดัน คือวงจรที่ทำหน้าที่รักษาแรงดันเอาท์พุทของแหล่งจ่ายแรงดันให้มีค่าคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด วงจรรักษาแรงดันคงที่จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ



### 1) วงจรรักษาแรงดันแบบขนาน (Shunt type voltage regulator)

หลักการเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันแบบขนานคือ การต่อวงจรรักษาแรงดันขนานกับโหลด โดยวงจรรักษาแรงดันจะทำหน้าที่แบ่งกระแสโหลด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันเกิดขึ้นที่แหล่งจ่าย เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทาน ดังนั้นกระแสที่ไหลกลับมายังวงจรควบคุมจะมีค่าเพิ่มขึ้น เพื่อเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่จุดตั้งค่า (Set point) ทำให้วงจรควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ให้ทำงานมากขึ้น ทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสจึงลดลงเท่าเดิม

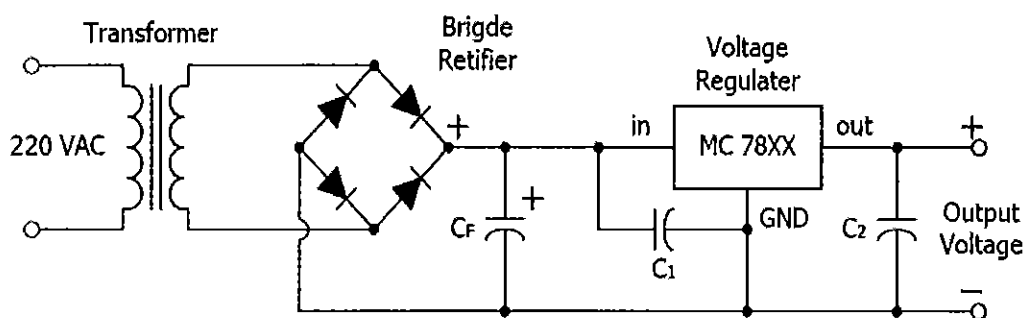
### 2) วงจรรักษาแรงดันแบบอนุกรม (Series voltage regulator)

หลักการเบื้องต้นของวงจรรักษาแรงดันแบบอนุกรมคือ การต่อวงจรรักษาแรงดันอนุกรมกับโหลด โดยวงจรรักษาแรงดันจะทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ไหลผ่านโหลด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันเกิดขึ้นที่แหล่งจ่าย เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันมีค่าเพิ่มขึ้น กระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ไปที่โหลดมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นกระแสที่ไหลกลับมายังวงจรควบคุมจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่จุดตั้งค่า ทำให้วงจรควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ทำงานน้อยลง เพื่อจ่ายกระแสให้โหลดลดลง

#### 2.2.1 วงจรรักษาแรงดันแบบไอซี

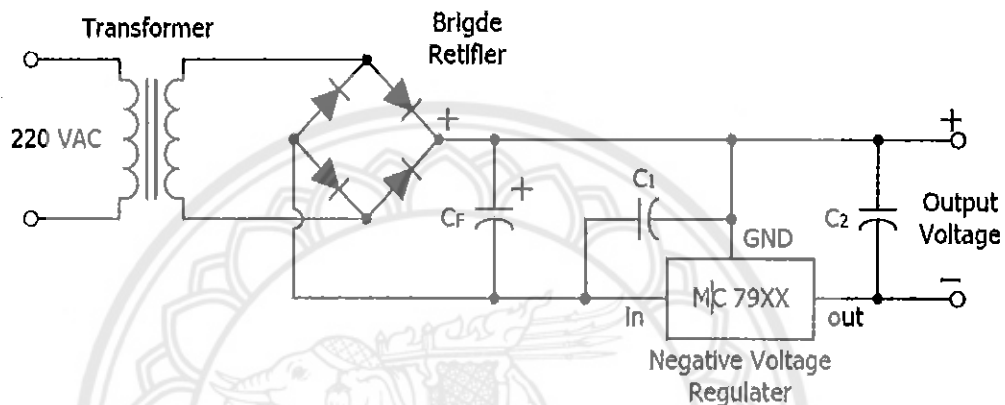
วงจรรักษาแรงดันแบบไอซี เป็นการพัฒนางจรจากทรานซิสเตอร์ โดยการนำคุณสมบัติของออปแอมป์และทรานซิสเตอร์มาต่ออยู่ในชิปเดียวกัน จึงทำให้สามารถต่อวงจรใช้งานได้ง่าย มีการใช้จำนวนอุปกรณ์น้อย และการออกแบบวงจรทำได้ง่าย เป็นวงจรแหล่งจ่ายไฟสมัยใหม่ที่นิยมกันมากที่สุด

วงจรเรกูเลเตอร์โดยใช้ไอซี 3 ขา แบบแรงดันเอาต์พุตคงที่ ที่นิยมใช้กันมากคือ ทรานซิสเตอร์ MC78xx และทรานซิสเตอร์ MC79xx โดยทรานซิสเตอร์ 78xx จะใช้แรงดันแบบบวกที่คงที่ ส่วนทรานซิสเตอร์ 79xx จะให้แรงดันแบบลบคงที่โดยที่ xx จะบอกขนาดแรงดัน ตัวอย่างเช่น MC7805 คือ ไอซี ทรานซิสเตอร์ MC78xx ที่ให้แรงดันแบบบวกคงที่ ขนาด 5 โวลต์ และ MC7912 คือ ไอซี ทรานซิสเตอร์ MC79xx ที่ให้แรงดันแบบลบคงที่ ขนาด 12 โวลต์ เป็นต้น



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟโดยใช้ไอซี 78XX [3]

จากรูปที่ 2.13 แสดงวงจรมาตรฐานของวงจรแหล่งจ่ายไฟแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่ โดยใช้ไอซี 78XX เป็นเร็กกูเลเตอร์ จะเห็นว่าขาอินพุตต่อกับแรงดันไฟบวก ส่วนขากราวด์ของไอซีจะต่อกับไฟลบ มีตัวเก็บประจุ C1 ใส่ไว้เพื่อลดค่าความเหนี่ยวนำภายในไอซี ซึ่งมักใช้ค่าเท่ากับ 1 ไมโครฟารัด ชนิดแทนทาลัม หรือ 0.1 ไมโครฟารัด ชนิดเซรามิก ส่วนตัวเก็บประจุ C2 มีไว้เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน ซึ่งมักใช้ค่าเท่ากับตัวเก็บประจุ C1 สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดถึง 1 แอมแปร์



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟโดยใช้ไอซี 79XX [3]

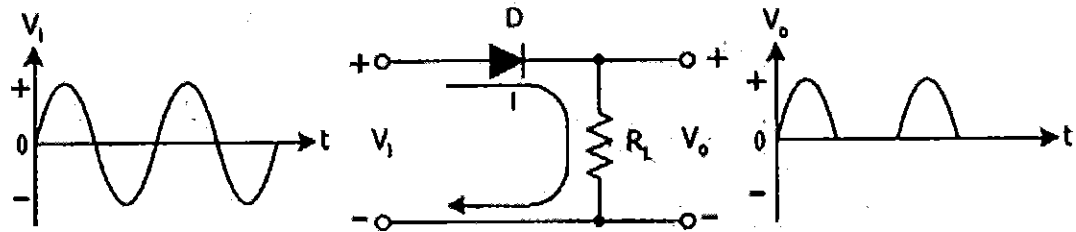
จากรูปที่ 2.14 แสดงวงจรมาตรฐานของวงจรแหล่งจ่ายไฟแบบแรงดันเอาต์พุตคงที่ โดยใช้ไอซี 78XX เป็นเร็กกูเลเตอร์ จะเห็นว่าขาอินพุตต่อกับแรงดันไฟบวก ส่วนขากราวด์ของไอซีจะต่อกับไฟบวก แต่ขาเอาต์พุตจะให้แรงดันลบ ค่า C1 และค่า C2 จะใช้เท่ากับวงจรในรูปที่ 2.13 ส่วนหลักการต่าง ๆ ก็เหมือนกัับไอซี 78XX

### 2.3 วงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit)

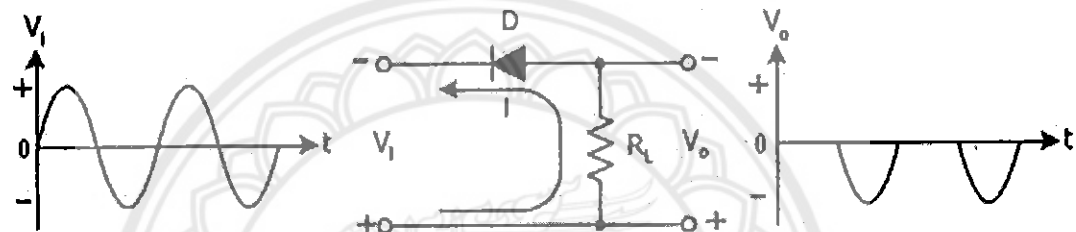
วงจรเรกติไฟเออร์ [5] หรือวงจรเรียงกระแส เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage) ที่ขั้วขาออกของวงจร อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือไดโอด ไดโอดที่นิยมนำมาใช้งานในวงจรเรกติไฟเออร์เป็นไดโอดชนิดซิลิกอน

การทำงานของไดโอดเรกติไฟเออร์ใช้หลักการจ่ายไบอัสตรง และการจ่ายไบอัสกลับให้ตัวไดโอด เพื่อให้ไดโอดนำกระแสและหยุดนำกระแสตามสภาวะไบอัสที่จ่ายแรงดันที่ผ่านการเรียงกระแสแล้ว ได้แรงดันออกมาเป็นไฟตรงด้านบวกหรือแรงดันไฟตรงด้านลบ แรงดันไฟตรงจะได้ออกมาด้านใดนั้นขึ้นอยู่กับการจัดวงจร ไดโอดเรกติไฟเออร์ ถ้าไดโอดจัดให้ขาแคโทดออกเอาต์พุต

จะได้แรงดันด้านบวกออกมา และถ้าไดโอดจัดให้ขาแอนโอดออกเอาต์พุต จะได้แรงดันด้านลบออกมา



รูปที่ 2.6 แรงดันไฟตรงด้านบวกออก [5]



รูปที่ 2.7 แรงดันไฟตรงด้านลบออก [5]

จากรูปที่ 2.6 แสดงการเรกติไฟเออร์เบื้องต้น ได้แรงดันไฟตรงด้านบวกออกเอาต์พุต โดยต่อขาแอนโอดรับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขาแคโทดออกเอาต์พุต ไดโอด (D) จะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับด้านบวกป้อนให้ขาแอนโอด ไดโอดนำกระแสมีกระแสไหลผ่านไดโอดไปตกคร่อมโหลด (RL) เป็นแรงดันออกเอาต์พุต ( $V_o$ ) ด้านบวก

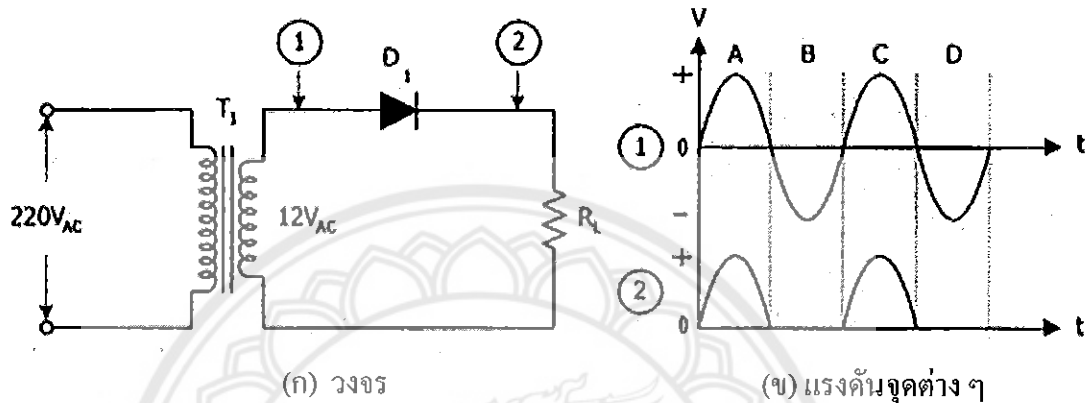
จากรูปที่ 2.7 แสดงการเรกติไฟเออร์เบื้องต้น ได้แรงดันไฟตรงด้านลบออกเอาต์พุต โดยต่อขาแคโทดรับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขาแอนโอดออกเอาต์พุต ไดโอดจะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับด้านลบป้อนให้ขาแคโทด ไดโอดนำกระแสมีกระแสไหลผ่านโหลด ไหลผ่านไดโอดเป็นแรงดันออกเอาต์พุตด้านลบ

วงจรเรกติไฟเออร์ที่ถูกสร้างใช้งานมีลักษณะแรงดันที่ผ่านการเรกติไฟเออร์ แล้วได้แรงดันออกเอาต์พุต 2 แบบ คือ แบบแรงดันครึ่งคลื่น (Half Wave Voltage) และแบบแรงดันเต็มคลื่น (Full Wave - Voltage) เมื่อนำมาสร้างเป็นวงจรเรกติไฟเออร์ สามารถสร้างวงจรออกมาได้เป็น 3 ชนิด คือ

- 1) เรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier)
- 2) เรกติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง (Full Wave Rectifier by Center-tapped - Transformer)
- 3) เรกติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ (Full Wave Bridge Rectifier)

### 2.3.1 เรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น

เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรงกระแสเพียงทิศทางเดียว โดยการตัดแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาออกไปด้านใดด้านหนึ่ง อาจเป็นด้านบวกหรือด้านลบ การกำหนดตัดด้านใดออกขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดวงจรเรกติไฟเออร์ วงจรเรกติไฟเออร์แบบนี้ใช้ไดโอดในการทำงานเพียงตัวเดียว แรงดันไฟตรงกระแสเพียงทิศทางเดียวที่ออกเอาต์พุตถูกตัดหายไปเป็นช่วง ๆ



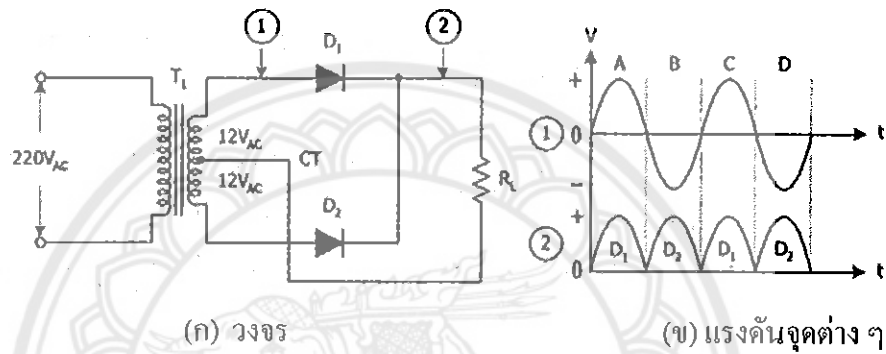
รูปที่ 2.8 วงจรเรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น [5]

จากรูป 2.8 แสดงเรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น รูปที่ 2.8 (ก) เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ครึ่งคลื่น มีหม้อแปลง  $T_1$  เป็นหม้อแปลงชนิดลดแรงดัน มีไดโอด  $D_1$  เป็นตัวตัดแรงดันไฟสลับออกด้านหนึ่งก่อนส่งออกเอาต์พุต และมีโหลด  $R_L$  เป็นตัวรับแรงดันไฟตรงกระแสเพียงทิศทางเดียวมาต่อกร่อมจ่ายออกเป็นแรงดันเอาต์พุต จุดวัดสัญญาณแรงดันมี 2 จุด คือ จุด 1 และจุด 2 รูปสัญญาณแรงดันที่วัดได้แสดงดังรูปที่ 2.8 (ข) จุด 1 เป็นแรงดันไฟสลับวัดได้ที่ขดทุติยภูมิของหม้อแปลง  $T_1$  ส่วนจุด 2 เป็นแรงดันไฟตรงกระแสเพียงทิศทางเดียวที่โหลด  $R_L$

การทำงานอธิบายได้ดังนี้ ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านบวกตำแหน่ง A ป้อนให้ไดโอด  $D_1$  ได้รับไบอัสตรงนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน  $D_1$  ผ่าน  $R_L$  ได้แรงดันตกคร่อม  $R_L$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านลบตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด  $D_1$  ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส ไม่มีกระแสไหลผ่าน  $R_L$  ไม่มีแรงดันตกคร่อม  $R_L$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง B เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านบวกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด  $D_1$  เป็นการจ่ายไบอัสตรงให้ไดโอด  $D_1$  อีกครั้ง เริ่มทำงานซ้ำเหมือนกับตำแหน่ง A มีกระแสไหลผ่าน  $D_1$  โหลด  $R_L$  ได้แรงดันตกคร่อม  $R_L$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด  $D_1$  เป็นการจ่ายไบอัสกลับให้ไดโอด  $D_1$  อีกครั้ง เริ่มทำงานซ้ำเหมือนกับตำแหน่ง B ไม่มีกระแสไหลผ่าน  $D_1$  โหลด  $R_L$  ไม่มีแรงดันตกคร่อม  $R_L$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

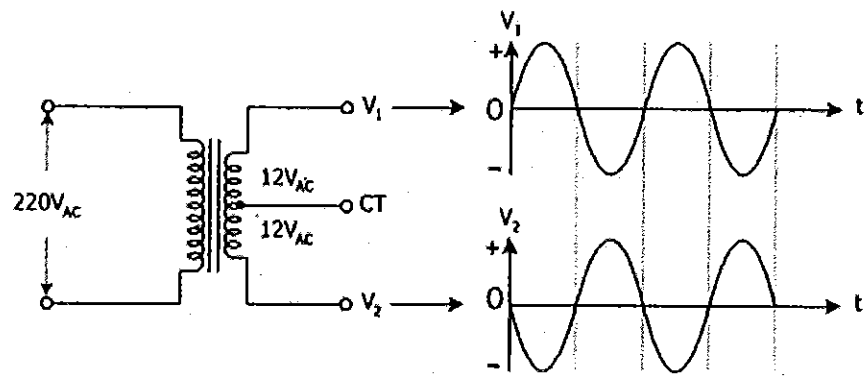
2.3.2 เรกติไฟเออร์เต็มคลื่น ใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง

เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรงกระแสเพื่อ สามารถนำแรงดันไฟสลับทั้ง 2 ด้านมาทำเป็นแรงดันไฟตรงกระแสเพื่อ ได้ทั้งหมด แรงดันไฟตรงกระแสเพื่อที่ได้ออกมาอาจเป็นแรงดันไฟตรงด้านบวก หรืออาจเป็นแรงดันไฟตรงด้านลบก็ได้ ขึ้นอยู่กับการจัดวงจรเรกติไฟเออร์ วงจรเรกติไฟเออร์ชนิดนี้ใช้ไดโอดในการทำงาน 2 ตัว และใช้หม้อแปลงที่มีขดทุติยภูมิ 3 ข้วต่อจ่ายไฟสลับออกมาเหมือนกัน 2 ชุด โดยมีข้วต่อกลางหรือแทปกกลาง (Center Tap) เป็นข้วร่วมในการทำงาน



รูปที่ 2.9 วงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง [5]

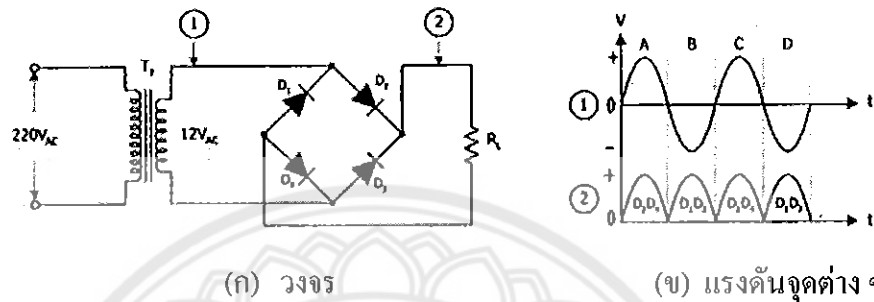
จากรูปที่ 2.9 แสดงวงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง รูปที่ 2.9 (ก) เป็นวงจรเรกติไฟเออร์เต็มคลื่นชนิดใช้หม้อแปลง T1 มีแทปกกลาง CT เป็นข้วต่อร่วมในการทำงานของวงจร ข้วแทปกกลางนี้แบ่งแรงดันไฟสลับที่ขดทุติยภูมิออกเป็น 2 ชุดเท่ากัน การวัดสัญญาณที่จุด 1 ได้รูปสัญญาณออกในรูปที่ 2.9 (ข) โดยวัดสัญญาณที่ข้วบนกับข้วแทปกกลางของขดทุติยภูมิ T1 และถ้าวัดสัญญาณที่ข้วล่างกับข้วแทปกกลางของขดทุติยภูมิ T1 จะได้รูปสัญญาณเหมือนกันแต่มีเฟสสัญญาณเป็นตรงข้าม แสดงได้ดังรูป 2.10



รูปที่ 2.10 แรงดันไฟสลับวัดออกมาได้ที่ตำแหน่ง V1, V2 เทียบกับแทปกกลาง CT [5]

### 2.3.3 เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์แบบเต็มคลื่น เพียงแต่การจับวงจรเร็กติไฟเออร์มีความแตกต่างไปจากวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกกลาง วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ประกอบด้วยหม้อแปลงชนิดทางขดทุติยภูมิ 2 ขั้วต่อไม่ต้องมีแทปกกลาง ใช้ไดโอดในการเร็กติไฟเออร์ 4 ตัว การทำงานแต่ละครั้ง ไดโอดทำงานเป็นชุด 2 ตัว



รูปที่ 2.11 วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ [5]

จากรูปที่ 2.11 เป็นรูปที่แสดงวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ โดยรูปที่ 2.11 (ก) เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ มีไดโอด  $D_1 - D_4$  เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์ที่มีหม้อแปลง  $T_1$  ชนิดธรรมดาไม่มีแทปกกลาง วัตถุประสงค์ที่จุด 1 และจุด 2 ออกมาได้เหมือนกับวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกกลางทุกประการ

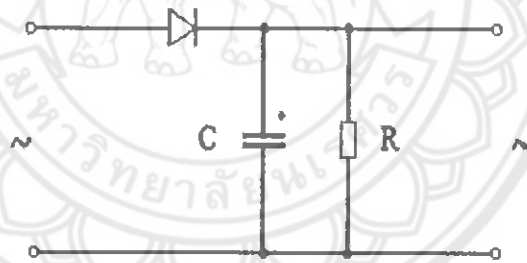
การทำงานของวงจรตามรูปที่ 2.11 อธิบายได้ว่า ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านบวก ตำแหน่ง A ป้อนเข้ามา ไดโอด  $D_2, D_4$  ได้รับไบอัสตรงนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน  $D_2, RL$  และผ่าน  $D_4$  ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม  $RL$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A ส่วนไดโอด  $D_1, D_3$  ได้รับไบอัสกลับ ไม่นำกระแส เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านลบตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนเข้ามา ไดโอด  $D_1, D_3$  ได้รับไบอัสตรงนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน  $D_3, RL$  และผ่าน  $D_1$  ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม  $RL$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง B ส่วนไดโอด  $D_2, D_4$  ได้รับไบอัสกลับ ไม่นำกระแส เมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านบวกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด  $D_2, D_4$  ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานเหมือนกับที่ตำแหน่ง A ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม  $RL$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันไฟสลับด้านลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด  $D_1, D_3$  ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง B ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม  $RL$  ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

## 2.4 วงจรกรองกระแส (Filter Circuit)

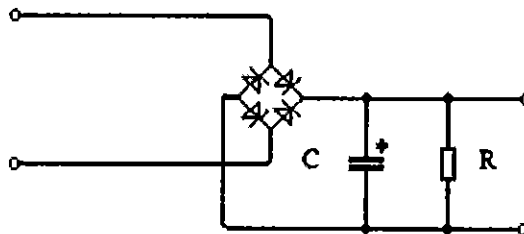
วงจรกรองกระแส [6] เป็นวงจรที่ใช้สำหรับกรองกระแสและแรงดันจากวงจรเรกติไฟเออร์ให้เรียบ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งาน เนื่องจากแรงดันที่ได้จากวงจรเรกติไฟเออร์นั้นยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เพราะแรงไฟที่ได้ยังคงมีลักษณะที่เป็นรูปคลื่น ซึ่งจะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เกิดปัญหาในการทำงาน ดังนั้นจะต้องทำแรงดันที่เป็นคลื่นให้เรียบเสียก่อน โดยใช้วงจรฟิลเตอร์ วงจรฟิลเตอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือวงจรคาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ จะทำหน้าที่กรองแรงดันที่ได้จากวงจรเรกติไฟเออร์ให้เรียบเพื่อนำแรงดันนั้นไปใช้งาน วงจรฟิลเตอร์จะอยู่ระหว่างวงจรเรกติไฟเออร์กับโหลด

### 2.4.1 วงจรคาปาซิเตอร์ (Capacitor Filter Circuit)

เป็นวงจรฟิลเตอร์ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบ ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์จะทำการเก็บประจุเมื่อแรงดันตกคร่อม ถ้าตัวเก็บประจุมีค่าน้อยกว่าแหล่งจ่าย จะทำการคายประจุให้กับโหลดเมื่อแรงดันตกคร่อม แต่ถ้าตัวเก็บประจุมีค่ามากกว่าแหล่งจ่าย จะมีแรงดันจากวงจรเรกติไฟเออร์มาป้อนที่วงจรฟิลเตอร์ ทำให้ตัวเก็บประจุทำการเก็บประจุ และเมื่อไม่มีแรงดันจากวงจรเรกติไฟเออร์ ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่คายประจุให้กับโหลด



(ก) แบบครึ่งคลื่น

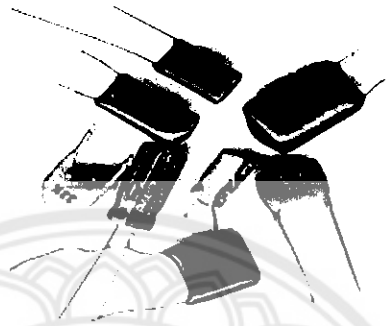


(ข) แบบเต็มคลื่น

รูปที่ 2.12 วงจรกรองกระแส [7]

## 2.5 ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุ [8] เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่รู้จักทั่วไปว่าสามารถเก็บประจุได้ บางทีเรียกว่า คาปาซิเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ย่อว่า C มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)

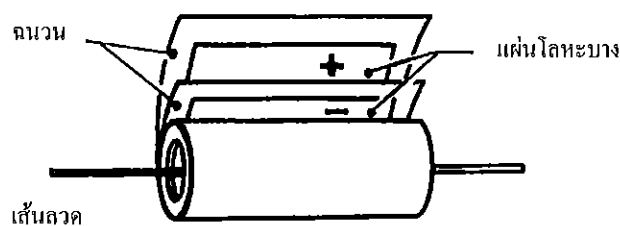


รูปที่ 2.13 ตัวเก็บประจุ [9]

### 2.5.1 ชนิดของตัวเก็บประจุ

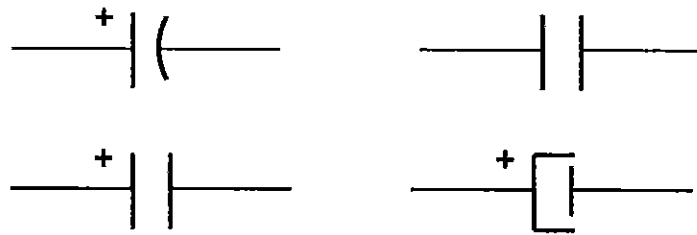
#### 1) ตัวเก็บประจุนิคมค่าคงที่

ตัวเก็บประจุนิคมค่าคงที่ จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าการเก็บประจุได้ แบ่งได้ 5 ชนิด เช่น ตัวเก็บประจุนิคมค่าคงที่กระดาษ เป็นตัวเก็บประจุที่ใช้กระดาษชุบไขหรือน้ำมัน (Oil) เป็นฉนวนไดอิเล็กตริก โครงสร้างของตัวเก็บประจุนิคมค่าคงที่นี้จะประกอบด้วยแผ่นเพลท 2 แผ่น ที่เป็นแผ่นดีบุกรีดจนบางกั้นกลางด้วยกระดาษชุบไข แล้วนำน้ำมันไขเข้าเป็นท่อนกลม จากแผ่นเพลททั้งสองแต่ละข้างจะถูกต่อขาที่เป็นลวดตัวนำออกมาใช้งาน ตัวเก็บประจุจะถูกหุ้มห่อด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดต่างๆ แล้วแต่บริษัทผู้ผลิต อย่างเช่น ปลอดภัยแข็งแรง กระเบื้องเคลือบ กระดาษอบน้ำผึ้ง เป็นต้น เพื่อป้องกันความชื้นและฝุ่นละออง



รูปที่ 2.14 โครงสร้างตัวเก็บประจุ [9]





รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ [9]

ก. ตัวเก็บประจุชนิดกระดาษ จะมีค่าความจุไม่สูงมากนัก ซึ่งจะเขียนบอกไว้ที่ข้าง ๆ ตัวเก็บประจุ คืออยู่ในพิสัยจาก 10 พิโกฟารัด ถึง 10 ไมโครฟารัด อัตราทนไฟสูงประมาณ 150 โวลต์ จนถึงหลายพัน โวลต์ โดยมากนิยมใช้ในวงจรจ่ายกำลังไฟสูง

ข. ตัวเก็บประจุชนิดไมก้า เป็นตัวเก็บประจุที่ใช้แผ่นไมก้าเป็นฉนวนไดอิเล็กตริก ส่วนมากตัวเก็บประจุชนิดนี้จะถูกทำเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพราะแผ่นไมก้ามีคุณสมบัติที่แข็งแกร่ง โครงสร้างของมันประกอบด้วยแผ่นเพลทโลหะบาง ๆ อาจใช้หลาย ๆ แผ่นวางสลับซ้อนกัน แต่จะต้องคั่นด้วยฉนวนไมก้า ซึ่งตัวเก็บประจุถูกหุ้มห่อด้วยฉนวนจำพวกเมกาไลท์ เพื่อป้องกันการชำรุดสึกหรอ ตัวเก็บประจุชนิดไมก้ามีค่าความจุอยู่ในพิสัยจาก 1.5 พิโกฟารัด ถึง 0.1 ไมโครฟารัด มีอัตราทนแรงไฟได้สูงมากประมาณ 350 โวลต์ จนถึงหลายพัน โวลต์ โดยบริษัทผู้ผลิตจะพิมพ์บอกค่าความจุอัตราทนแรงไฟ และค่าความคลาดเคลื่อนไว้บนตัวของมัน หรือใช้สีแต้มบอกเป็นโค้ดที่ตัวเก็บประจุ ส่วนการใช้งานของตัวเก็บประจุชนิดไมก้า นิยมใช้งานในวงจรความถี่วิทยุ (RF) และวงจรที่มีแรงดันไฟสูงมาก ๆ

ค. ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก เป็นตัวเก็บประจุที่ใช้ไดอิเล็กตริกที่ทำมาจากฉนวนจำพวกกระเบื้อง หรือที่เรียกว่าเซรามิก มีรูปร่างแบบแผ่นกลม (Disc) และแบบรูปทรงกระบอก (Tubular) ซึ่งจะมีค่าความจุอยู่ในพิสัยจาก 1.5 พิโกฟารัด ถึง 0.1 ไมโครฟารัด อัตราทนแรงไฟประมาณ 500 โวลต์

ง. ตัวเก็บประจุชนิดพลาสติก ใช้ไดอิเล็กตริกที่เป็นแผ่นฟิล์มทำมาจากโพลีเอสเตอร์ (Polyester) ไมลาร์ (Mylar) โพลีสไตรีน (Polystyrene) และอื่น ๆ โดยนำมาคั่นระหว่างแผ่นเพลททั้งสองแผ่นแล้วม้วนพับให้มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ตัวเก็บประจุชนิดพลาสติกจะมีค่าความจุอยู่ในพิสัยตั้งแต่ 2 ไมโครฟารัดขึ้นไป และอัตราทนกำลังไฟตั้งแต่ 200 ถึง 600 โวลต์

จ. ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นตัวเก็บประจุที่ใช้น้ำยาอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นแผ่นข้างหนึ่งแทนโลหะ และอีกแผ่นหนึ่งเป็นแผ่นโลหะมีเยื่อบาง ๆ ที่เรียกว่าฟิล์ม (Film) หุ้มอยู่เยื่อบาง ๆ นี้คือไดอิเล็กตริกหรือแผ่นกั้น ส่วนมากจะบรรจุในกระป๋องอะลูมิเนียมทรงกลมยาว และ

จะมีข้อบ่งชี้ไว้อย่างชัดเจนว่าขั้วใดเป็นขั้วบวกและขั้วลบ ในการใช้งานเราจะต้องมีความระมัดระวังให้มากที่สุด ถ้าหากว่าเราต่อขั้วผิด จะมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปทำลายเยื่อที่เป็นไดอิเล็กตริกชำระตัวเก็บประจุชนิดไดอิเล็กทริกสามารถทำให้มีค่าความจุได้สูงนับเป็นร้อยๆ ไมโครฟารัด โดยที่ตัวเก็บประจุจะมีขนาดเล็ก ค่าความจุที่ใช้งานจะอยู่ในพิสัย 2 - 3 ไมโครฟารัดจนถึงมากกว่า 100 มิลลิฟารัด และอัตราทนกำลังไฟตั้งแต่ 5 โวลต์จนถึง 700 โวลต์ ซึ่งนิยมนำไปใช้ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ตัวเก็บประจุชนิดไดอิเล็กทริกมีข้อเสียอันเนื่องมาจากค่าสูญเสียจากสารไดอิเล็กตริกที่มีค่ามาก แต่จะมีตัวเก็บประจุอีกชนิดหนึ่งที่ใช้หลักการเดียวกับตัวเก็บประจุชนิดไดอิเล็กทริก คือ ตัวเก็บประจุแบบแทนทาลัม (Tantalum Electrolytic Capacitor)

## 2) ตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้

เป็นตัวเก็บประจุที่มีการเก็บประจุเปลี่ยนแปลงไปตามการเคลื่อนที่ของแกนหมุน ตัวเก็บประจุชนิดนี้ปกติแล้วประกอบด้วยอุปกรณ์ภายใน 2 ส่วน ได้แก่ แผ่นเพลทที่เคลื่อนที่ได้ และแผ่นเพลทที่ติดตั้งอยู่กับที่ โดยแผ่นเพลททั้งสองจะเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้ากับวงจรภายนอก การแบ่งประเภทของตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้แบ่งตามไดอิเล็กตริกที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ อากาศ ไมก้า เซรามิก และพลาสติก



รูปที่ 2.16 ตัวเก็บประจุปรับค่าได้ [9]

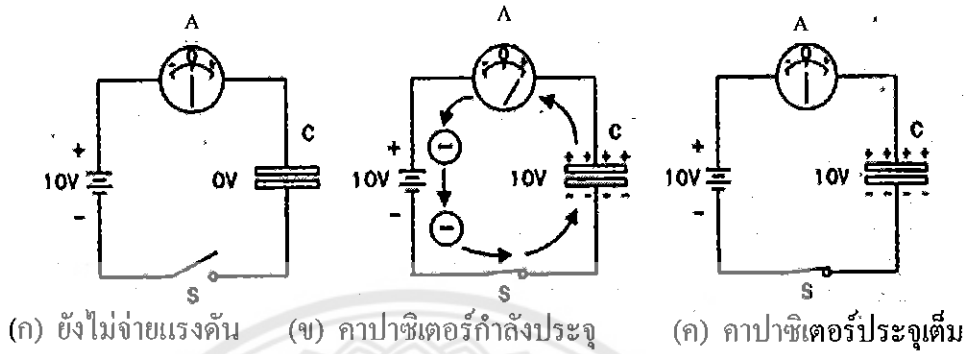
### 2.5.2 การทำงานของตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุมีสภาวะการทำงานอยู่ 2 สภาวะคือ เก็บประจุ (Charge) และคายประจุ (Discharge)

#### ก. การเก็บประจุ

การเก็บประจุ คือการเก็บอิเล็กตรอนไว้ที่แผ่นเพลทของตัวเก็บประจุ เมื่อนำแบตเตอรี่อื่น ๆ ต่อกับตัวเก็บประจุ อิเล็กตรอนจากขั้วลบของแบตเตอรี่จะเข้าไปออกันที่แผ่นเพลททำให้เกิดประจุลบขึ้น และยังส่งสนามไฟฟ้าไปผลักอิเล็กตรอนของแผ่นเพลทตรงข้าม (เหมือนกับนำแผ่นแม่เหล็กที่มีขั้วเหมือนกันมาใกล้กันมันก็จะผลักกัน) ซึ่งโดยปกติในแผ่นเพลทจะมีประจุเป็น

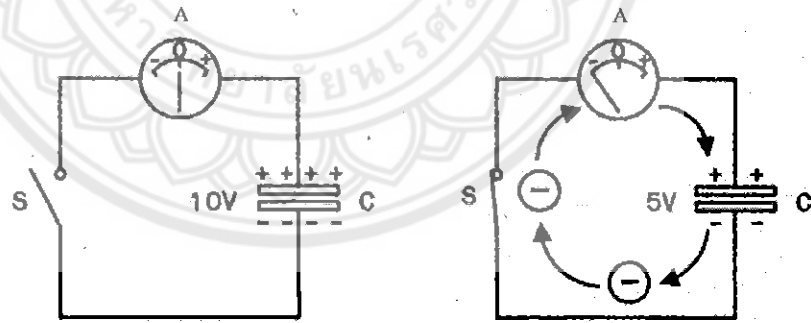
บวกและลบปะปนกันอยู่ เมื่ออิเล็กตรอนจากแผ่นเพลทนี้ถูกผลักให้หลุดออกไปแล้ว จะเหลือประจุบวกมากกว่าประจุลบ ยิ่งอิเล็กตรอนถูกผลักออกไปมากเท่าไร แผ่นเพลทนั้นก็จะเป็นบวกมากขึ้นเท่านั้น (เมื่อเทียบกับอีกด้าน)



รูปที่ 2.17 รูปแสดงขั้นตอนการประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ [9]

ข. การคายประจุ

ตัวเก็บประจุที่ถูกประจุแล้วเรายังไม่นำขั้วตัวเก็บประจุมาต่อกัน อิเล็กตรอนก็ยังคงอยู่ที่แผ่นเพลท แต่ถ้ามีการครบวงจรระหว่างแผ่นเพลททั้งสองเมื่อไร อิเล็กตรอนก็จะวิ่งจากแผ่นเพลททางด้านลบ ไปครบวงจรที่แผ่นเพลททางด้านบวกทันที เราเรียกเหตุการณ์นี้ว่า การคายประจุ



(ก) ยังไม่มีการคายประจุ (ข) ขณะการคายประจุ

รูปที่ 2.18 รูปแสดงขั้นตอนการคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ [9]

## 2.6 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ [10] แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้

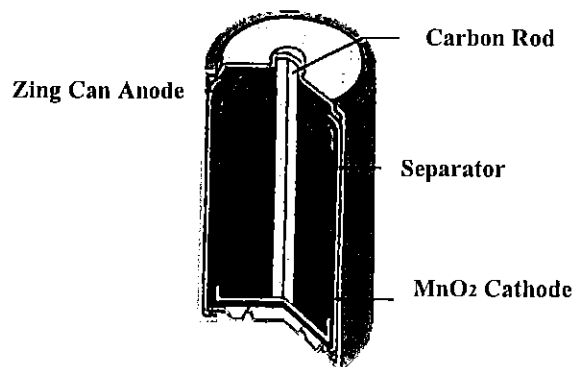
- 1) แบตเตอรี่ปฐมภูมิ
- 2) แบตเตอรี่ทุติยภูมิ
- 3) แบตเตอรี่เชิงกล
- 4) แบตเตอรี่ผสม

### 2.6.1 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่าถ่าน มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา สามารถเก็บพลังงานได้มาก อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีถ่านไฟฉายแบบอัลคาไลน์ที่ใช้แล้วทิ้งนั้น เป็นที่นิยมกันมากในหมู่นักเดินป่าทั้งหลาย แต่ในระยะหลังนี้ถ่านไฟฉายอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น คือถ่านลิเทียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา ให้พลังงานสูง ใช้ได้คี่ในที่อากาศเย็นและสามารถเก็บไว้ได้นาน ถ่านไฟฉายในตลาดปัจจุบันที่ใช้กันในการเดินป่า สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

#### ก. ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี (Carbon-Zinc cells)

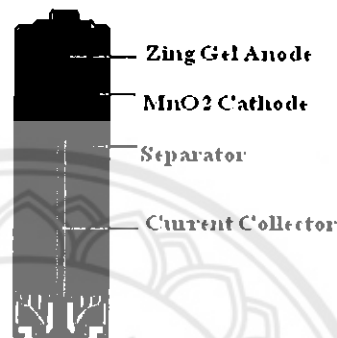
เป็นถ่านไฟฉายทั่ว ๆ ไป จะมีหลักการทำงานคร่าว ๆ คือ ใช้คาร์บอนเป็นขั้วบวก หุ้มด้วยแอมโมเนียมคลอไรด์ และเคลือบด้านนอกด้วยสังกะสีซึ่งเป็นขั้วลบ เมื่อมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นจะให้อิเล็กตรอนออกมา และเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่ถ้าปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวเกิดการย้อนกลับก็จะทำให้เราสามารถประจุไฟเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่ได้ หรือที่เรียกว่าการรีชาร์จนั่นเอง แต่ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสีในประเภทนี้เป็นถ่านไฟฉายรุ่นแรก ๆ ที่ไม่สามารถจะรีชาร์จได้ และในปัจจุบันก็ได้มีถ่านประเภทอื่นๆ ออกมาแทนที่จำนวนมาก



รูปที่ 2.19 ถ่านคาร์บอนเคลือบสังกะสี [10]

### ข. ถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable alkaline cells)

เมื่อแรกเริ่มนั้นเป็นที่นิยมกันมากเพราะสามารถให้พลังงานได้มากกว่าถ่านไฟฉายแบบเก่า แต่ในระยะหลังเริ่มมีคนตระหนักถึงปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไฟฉายประเภทนี้มีสารปรอทเป็นส่วนประกอบ และปริมาณการใช้งานที่นิยมกันมาก จนทำให้เกิดปัญหายยะมีพิษเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ดังนั้นผู้ผลิตจึงได้พยายามมากขึ้นที่จะพัฒนาถ่านอัลคาไลน์ให้ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม



รูปที่ 2.20 ถ่านอัลคาไลน์ [10]

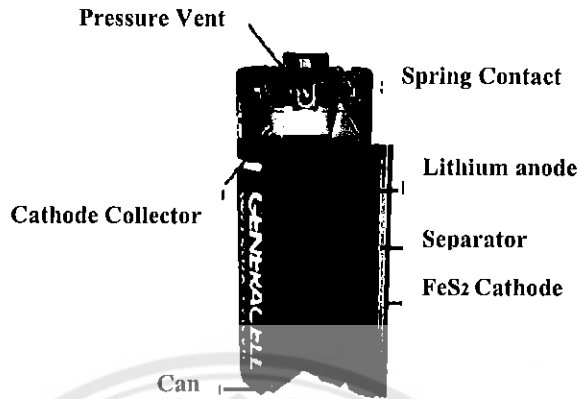
### ค. ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จ (Rechargeable alkaline)

เริ่มใช้เมื่อปี ค.ศ. 1993 ให้พลังงาน 1.5 โวลต์เท่ากับถ่านอัลคาไลน์แบบใช้แล้วทิ้ง แต่เมื่อมีการชาร์จใหม่เรื่อยๆ ประสิทธิภาพของถ่านจะลดลงตามจำนวนการชาร์จในแต่ละครั้ง แม้จะมีการดูแลรักษาและชาร์จอย่างดีก็ตาม เมื่อชาร์จไปประมาณสิบครั้ง ประสิทธิภาพจะลดลงเหลือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อชาร์จไปสามสิบครั้ง ประสิทธิภาพจะลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ และลดลงไปเรื่อยๆ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จกับถ่านนิแคด จึงเห็นได้ชัดว่าถ่านนิแคดมีอายุการใช้งานนานกว่ากันมาก นอกจากนี้เพื่อให้ถ่านอัลคาไลน์รีชาร์จมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด เราควรจะต้องรี-ชาร์จถ่านอย่างสม่ำเสมอและอย่าปล่อยให้แบตเตอรี่หมดเกลี้ยง และจำเป็นจะต้องใช้เครื่องชาร์จเฉพาะด้วย

### ง. ถ่านลิเทียม (Lithium cells)

ได้มีการเริ่มใช้ถ่านครั้งแรกเป็นไฟฉายติดศีรษะ ที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม มีอายุการใช้งานยาวนานมาก และยังสามารถใช้งานในสภาพอากาศที่หนาวเย็นมาก ๆ ได้อีกด้วย แต่เนื่องจากมันมีสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ จึงถูกห้ามนำขึ้นเครื่องบินไม่ว่าจะติดตัวขึ้นไปหรือใส่ในกระเป๋าเดินทางที่โหลดไว้ใต้เครื่อง ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงได้พัฒนาถ่านลิเทียมประเภทนี้ออกมาหลายเป็นลิเทียมธิโอนิลคลอไรด์ ซึ่งใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น หลอด LED (Light - emitting diode) สามารถนำขึ้นเครื่องบินได้ มีการผลิตออกมาในขนาด AA และยังมีราคาที่ถูกลงอีกด้วย ข้อดีของถ่านชนิดนี้คือ มีน้ำหนักเบากว่าถ่านอัลคาไลน์ถึง 60

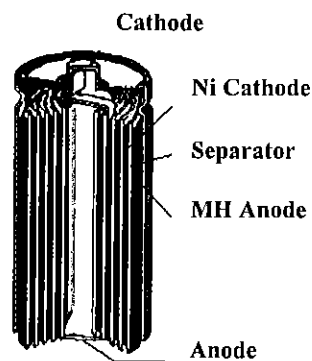
เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บเอาไว้ได้นานถึงสิบปี ข้อเสียคือ ในการผลิตถ่านลิเทียมแบบนี้จำเป็นต้องใช้พลังงานในการผลิตถ่านหนึ่งก้อนมากกว่าที่ตัวถ่านไฟฉายเองสามารถจะให้พลังงานได้ โดยใช้พลังงานในการผลิตมากกว่าถึง 50 เท่า และถ่านแบบนี้ไม่สามารถจะรีชาร์จใหม่ได้



รูปที่ 2.21 ถ่านลิเทียม [10]

จ. ถ่านนิกเกิลแคดเมียมหรือนิแคด (Nickel-cadmium cells, Nicads)

ถ่านนิแคด เป็นถ่านที่สามารถรีชาร์จได้ สามารถจะรีชาร์จใหม่ได้นับร้อยครั้ง แต่เนื่องจากจำเป็นจะต้องใช้แบตเตอรี่ให้หมดก่อนถึงจะชาร์จใหม่ได้ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดผลกระทบกับหน่วยความจำ (Memory Effect) ซึ่งหมายถึงการชาร์จแบตเตอรี่ได้เพียงบางส่วน ไม่สามารถชาร์จได้เต็มที่ ทำให้การชาร์จครั้งต่อไปใช้เวลาสั้นลง เนื่องจากแบตเตอรี่จะเก็บความจำในการชาร์จที่สั้นที่สุดเอาไว้ และทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดน้อยลง หรือหากเราชาร์จทิ้งเอาไว้วันนานเกินไปก็จะทำให้แบตเตอรี่ร้อนมากและเสียหายได้อีกเช่นกัน ถ่านนิแคดยังให้พลังงานเพียง 1.2 โวลต์ ซึ่งน้อยกว่าถ่านอัลคาไลน์ที่ให้พลังงาน 1.5 โวลต์ และนอกจากนี้สารแคดเมียมยังเป็นสารพิษที่มีอันตรายมากอีกด้วย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการพัฒนาถ่านนิแคดให้มีคุณภาพดีขึ้นมาก สามารถรีชาร์จได้ง่ายขึ้น และยังมีองค์กรหรือสมาคม (ในต่างประเทศ) ที่คอยรับเก็บถ่านนิแคดที่ใช้แล้ว เพื่อเอาไปรีไซเคิลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหากับสภาพแวดล้อมอีกด้วย



รูปที่ 2.22 ถ่านนิแคด [10]

### จ. ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (Nickel-metal hydride, NiMH)

ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ มีประสิทธิภาพอยู่ตรงกลางระหว่างถ่านนิแคดและถ่านอัล - คาไลนรีชาร์จ ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ ให้พลังงาน 1.2 โวลต์เหมือนถ่านนิแคด และสามารถชาร์จใหม่ได้หลายร้อยครั้งเช่นกัน แต่การชาร์จถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ จะไม่เกิดผลกระทบกับหน่วยความจำเหมือนถ่านนิแคด ถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ จะสามารถรีชาร์จด้วยตัวเองประมาณ 1 - 4 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่เหลืออยู่ทุกวัน แต่เราไม่สามารถเก็บถ่านนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์เอาไว้ได้นานเท่ากับถ่านอื่น ๆ

#### 2.6.2 แบตเตอรี่ทุติยภูมิ

เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อนำมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ หรือเซลล์ทุติยภูมิ สามารถอัดกระแสไฟใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำ แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้โดยการอัดกระแสไฟเข้าไปใหม่ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่าชาร์จเจอร์ หรือรีชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งใช้อยู่จนกระทั่งปัจจุบันคือเซลล์เปียก แบตเตอรี่ตะกั่ว - กรด (Lead - Acid Battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้จะบรรจุในภาชนะที่ไม่ได้ปิดผนึก (Unsealed Container) ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตลอดเวลาและต้องเป็นพื้นที่ที่ระบายอากาศได้เป็นอย่างดี เพื่อระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยา แบตเตอรี่ชนิดนี้มีน้ำหนักมาก รูปแบบสามัญของแบตเตอรี่ตะกั่ว - กรด คือ แบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งสามารถจะให้กระแสไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 10,000 วัตต์ ในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีกระแสตั้งแต่ 450 ถึง 1100 แอมแปร์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่คือ กรดซัลฟิวริกซึ่งสามารถเป็นอันตรายต่อผิวหนังและตา ได้ แบตเตอรี่ตะกั่ว - กรดที่มีราคาแพงมากเรียกว่า แบตเตอรี่เจล หรือเจลเซลล์ ภายในจะบรรจุอิเล็กโทรไลต์ประเภทเคมี-โซลิด (Semi - Solid Electrolyte) ที่ป้องกันการหกได้ดี และแบตเตอรี่ชนิดอัดไฟใหม่ได้เคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าคือ ประเภทเซลล์แห้งที่นิยมใช้กันใน โทรศัพท์มือถือ และแล็ปท็อป (Notebook)

## บทที่ 3

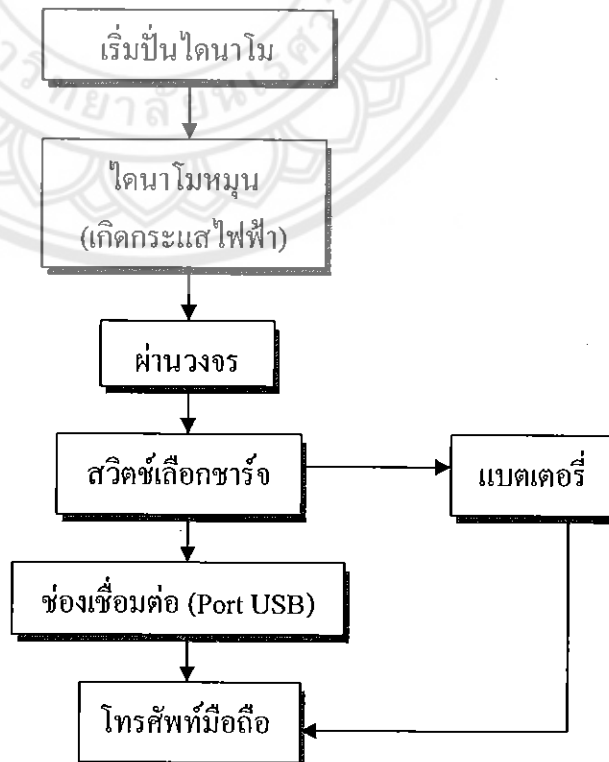
### วิธีดำเนินโครงการ

หลังจากการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการในบทที่ผ่านมา สามารถนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ เพื่อสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือโคเนาโม ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) ออกแบบเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ
- 3) จัดหาวัสดุอุปกรณ์
- 4) สร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือโคเนาโม
- 5) ทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

#### 3.2 กระบวนการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือ

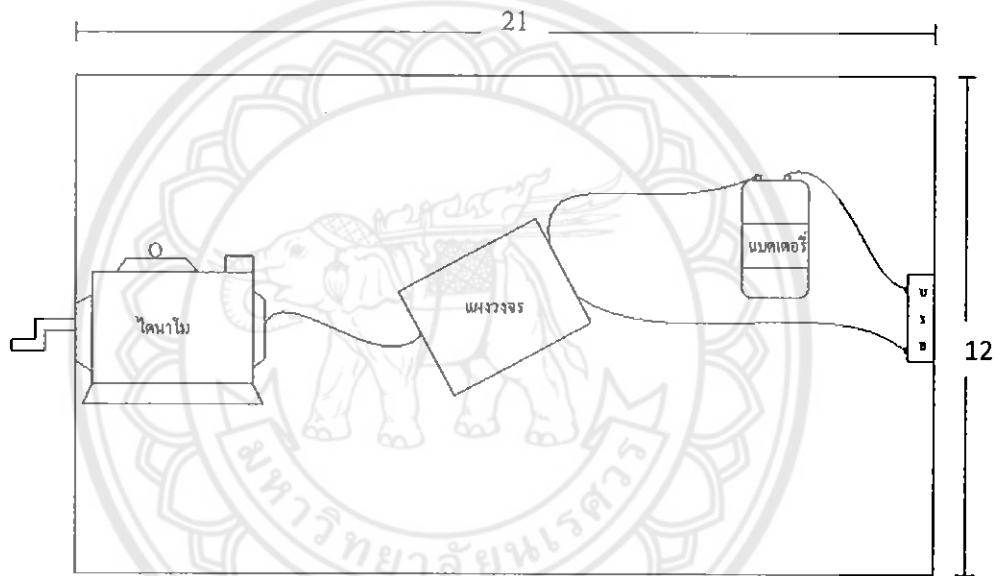


รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือโคเนาโม



จากรูปที่ 3.1 การทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม คือ ปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ได้กระแสไฟฟ้าส่งผ่านไปยังวงจรชาร์จแบตเตอรี่ เพื่อปรับระดับแรงดัน ทำให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์ แล้วแยกจ่ายไฟ 2 ทาง โดยทางหนึ่งเชื่อมกับช่องเชื่อมต่อเพื่อสามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือได้เลย และอีกทางหนึ่งแยกไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อเก็บประจุไว้ ก่อนที่จะนำไฟฟ้าที่ถูกเก็บไว้นั้นกลับมาชาร์จโทรศัพท์มือถือในยามจำเป็นอีกทาง โดยไม่ต้องออกแรงหมุนไดนาโม

### 3.3 ภาพแสดงโครงสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

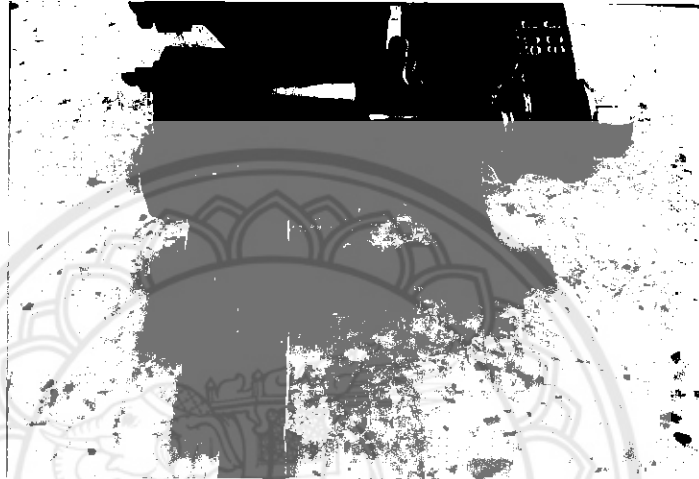


รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงโครงสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

จากภาพที่ 3.2 กล่องที่ใช้บรรจุอุปกรณ์มีขนาดความกว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร โดยการทำงานจะเริ่มจากการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม โดยอาศัยการใช้มือหมุน เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าก็จะส่งต่อไปยังวงจรชาร์จ เพื่อปรับระดับแรงดันแล้วแยกจ่ายไฟ 2 ทาง โดยทางหนึ่งเชื่อมกับช่องเชื่อมต่อเพื่อสามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือได้เลย และอีกทางหนึ่งก็แยกไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ก่อนที่จะต่อเข้ากับช่องเชื่อมต่อเพื่อจะนำไปชาร์จกับตัวโทรศัพท์มือถือต่อไป

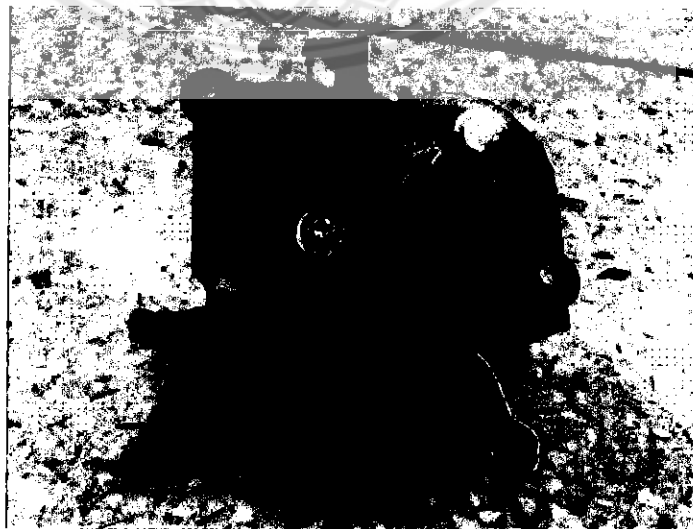
### 3.4 การสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

อุปกรณ์ที่ใช้ทำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคือ ไดนาโมจักรยาน ซึ่งเป็นไดนาโมกระแสตรง ยึดติดกับเฟืองตรงที่มี 10 ฟันเฟือง เพื่อรับกำลังการหมุนจากเพลาของชุดเฟืองทด โดยมีลักษณะการติดเฟืองกับไดนาโม ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะการติดเฟืองกับไดนาโม

เมื่อทำการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วจึงสร้างชุดเฟืองทด โดยใช้กระดูกพัดลมมาทำเป็นชุดเฟืองทด ที่มี 2 เฟือง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ด้านในของกระดูกพัดลม

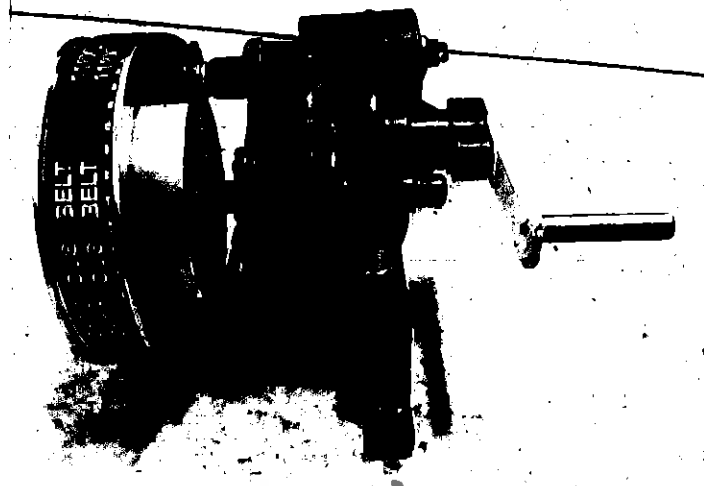
ทำการติดชุดเฟืองทดกับเฟืองสายพาน 45 ฟัน เพื่อใช้คล้องสายพานเชื่อมไปยังเฟืองที่ติดกับไดนาโม ส่วนอีกด้านหนึ่งติดด้ามจับ เพื่อใช้ในการหมุนให้เฟืองทดในกระปุกพัดลมส่งกำลังไปยังเพลาเฟืองทดที่ติดกับไดนาโม ปั่นให้ไดนาโมสร้างกระแสเพื่อให้ได้กระแสและแรงดันที่ต้องการออกมาใช้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 เฟืองสายพานและสายพานเชื่อมไปยังเฟืองที่ติดไดนาโม



รูปที่ 3.6 ด้ามจับที่ยึดติดกับชุดเฟืองทด

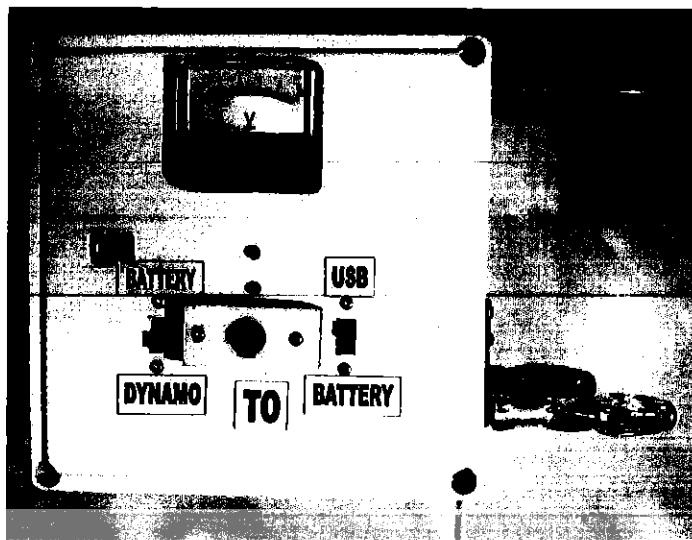


รูปที่ 3.7 ชุดเฟืองทดที่ยึดติดด้ามจับกับเฟืองสายพาน

เมื่อทำการสร้างและติดอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จแล้ว จึงประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้แท่งเหล็กทำเป็นขาจำนวน 3 ขาเป็นฐาน เพื่อไว้ยึดติดกับกล่องบรรจุให้มั่นคง โดยมีลักษณะโดยรวมทั้งหมด ดังรูปที่ 3.8 แล้วนำไปบรรจุลงกล่องเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ดังรูปที่ 3.9



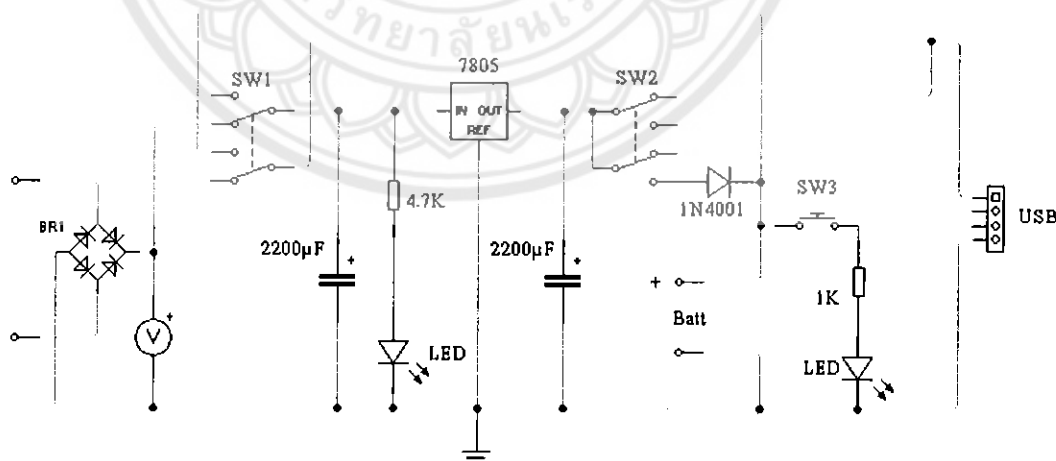
รูปที่ 3.8 ลักษณะโดยรวมของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือไดนามิ



รูปที่ 3.9 กล่องเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

### 3.5 วงจรชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

เป็นการรวมวงจรเรกติไฟเออร์ วงจรเรกกูเลเตอร์ และวงจรกรองกระแสเข้าด้วยกัน เพื่อทำการปรับระดับแรงดันและกระแสขณะปั่นไดนาโม เพื่อสร้างไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้แรงดันเอาต์พุต 5 โวลต์ สำหรับนำไปชาร์จแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือ โดยประยุกต์และรวมวงจรได้ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

หลังจากออกแบบและสร้างเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือไดนาโม ในการนำโครงการไปใช้จริงจะต้องทราบถึงขอบเขตของการชาร์จแบตเตอรี่ของเครื่องชาร์จ ซึ่งในบทนี้จะได้ดำเนินการทดสอบถึงขอบเขตของการชาร์จโทรศัพท์มือถือดังกล่าวต่อไปนี้

#### 4.1 การทดลองชาร์จโทรศัพท์มือถือหน้าจอขาว - ดำ

การทดลองการชาร์จแบตเตอรี่ไปยังโทรศัพท์มือถือโมเดิร์น 1200 ซึ่งเป็นจอขาว - ดำ โดยใช้มือปั่นกับการชาร์จจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์จ โดยทดลองว่าจะต้องใช้ระยะเวลานานเท่าไรแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือถึงจะเต็ม

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือปั่น

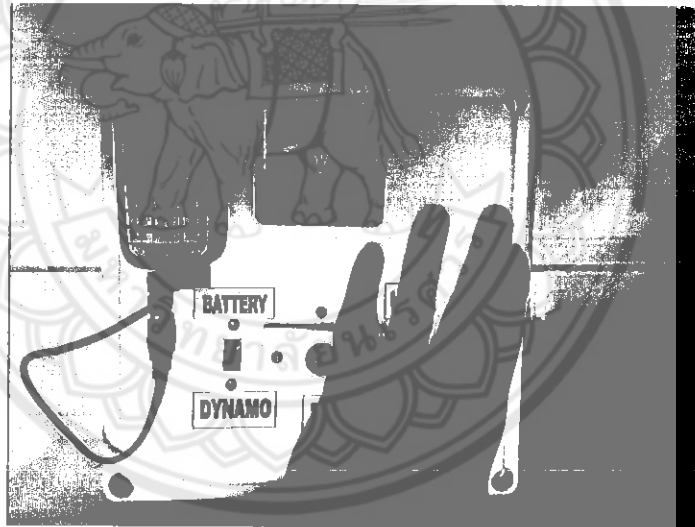
ครั้งที่ / ปริมาณ	ระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ ( นาที )						รวม
	16.67 %	33.34 %	50 %	66.68 %	83.33 %	100 %	
1	25	28	25	25	24	36	163
2	26	30	26	21	22	33	158
3	27	31	27	22	23	31	161
ค่าเฉลี่ย	26	30	26	23	23	34	161

จากการทดลองทำให้ทราบว่าในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจอขาว - ดำ โดยใช้มือปั่นนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 161 นาทีหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง 41 นาที แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจึงจะเต็ม โดยแต่ละครั้งนั้นจะใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ย 27 นาที

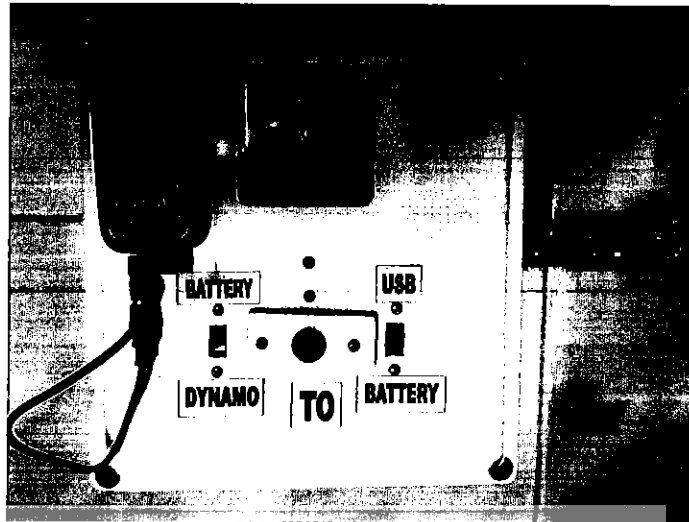
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่จากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ

ครั้งที่ / ปริมาณ	ระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ ( นาที )						รวม
	16.67 %	33.34 %	50 %	66.68 %	83.33 %	100 %	
1	24	23	23	21	25	33	149
2	23	25	20	23	25	31	147
3	26	22	23	23	24	32	150
ค่าเฉลี่ย	25	24	22	23	25	32	151

จากการทดลองทำให้ทราบว่าในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจอขาว - ดำ โดยชาร์จจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์จใช้เวลาเฉลี่ย 149 นาทีหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง 29 นาที แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจึงจะเต็ม โดยแต่ละขีดนั้นจะใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ย 26 นาที



รูปที่ 4.1 การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์จอขาว - ดำ แบบใช้มือปั่น



รูปที่ 4.2 การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์จ้อขาว - ค้าจากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ

#### 4.2 การทดลองชาร์จโทรศัพท์มือถือหน้าจอสี

การทดลองการชาร์จแบตเตอรี่ไปยังโทรศัพท์มือถือ โนเกีย 6120 กลาสติก ซึ่งเป็นรุ่นหน้าจอสี โดยใช้มือปั่นกับการชาร์จจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์จ โดยทดลองว่าจะต้องใช้ระยะเวลานานเท่าไรแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือถึงจะเต็ม

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือปั่น

ครั้งที่ / ปริมาณ	ระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ ( นาที )							รวม
	14.30 %	28.60 %	42.90 %	57.20 %	71.50 %	85.80 %	100%	
1	22	21	20	23	28	34	32	180
2	23	23	21	22	26	30	31	176
3	25	26	23	24	25	28	33	184
ค่าเฉลี่ย	24	24	22	23	27	30	32	180

จากการทดลองทำให้ทราบว่าในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจ้อสี โดยใช้มือปั่นนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 180 นาทีหรือเท่ากับ 3 ชั่วโมง แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจึงจะเต็ม โดยแต่ละขีคนั้นจะใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ย 26 นาที



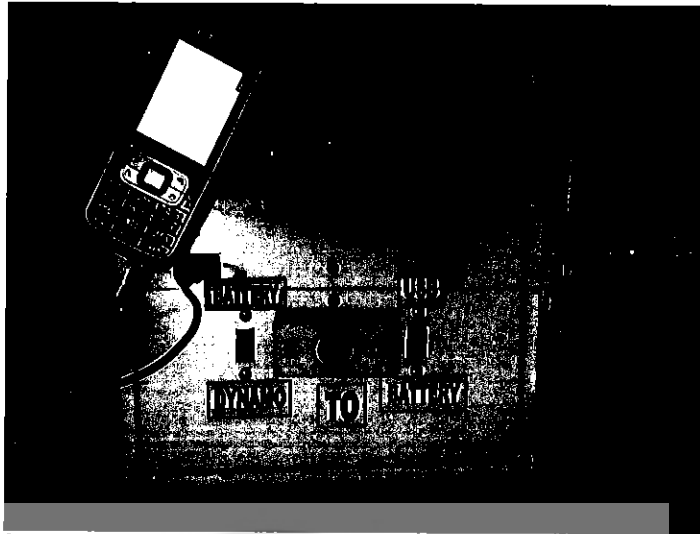
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่จากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ

ครั้งที่ / ปริมาณ	ระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ ( นาที )							รวม
	14.30 %	28.60 %	42.90 %	57.20 %	71.50 %	85.80 %	100 %	
1	18	17	16	19	24	30	32	156
2	16	20	17	20	19	30	29	151
3	17	19	20	16	20	32	30	154
ค่าเฉลี่ย	17	19	18	19	21	31	31	154

จากการทดลองทำให้ทราบว่าในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจอสี่ โดยชาร์จจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์จใช้เวลาเฉลี่ย 154 นาทีหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง 34 นาที แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจึงจะเต็ม โดยแต่ละชิ้นนั้นจะใช้เวลาในการชาร์จเฉลี่ย 23 นาที



รูปที่ 4.3 การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์จอสี่แบบใช้มือถือ



รูปที่ 4.4 การชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์ที่จอสีจากแบตเตอรี่ในเครื่องชาร์จ

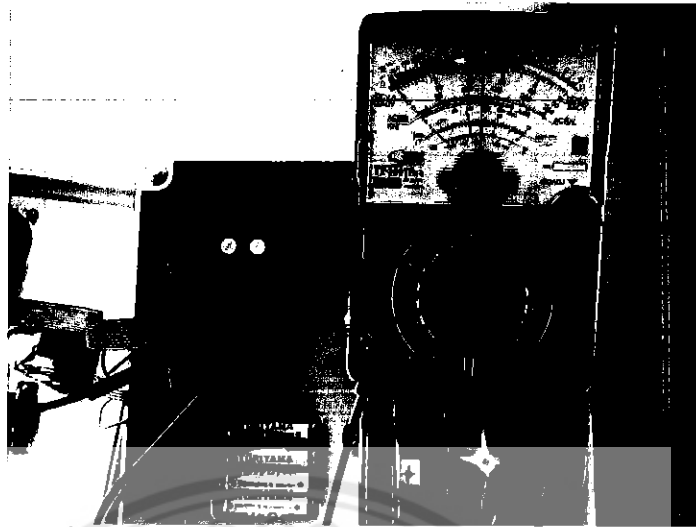
#### 4.3 การทดลองวัดแรงดันภายในของแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง

เป็นการทดลองเพื่อวัดระดับแรงดันของแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง เมื่อชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือป้อนในระยะเวลาที่กำหนด เพื่อทดลองว่าแบตเตอรี่จะมีระดับแรงดันเต็มเมื่อป้อนเป็นระยะเวลาเวลานานเท่าใด

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวัดแรงดันของแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง

ครั้งที่	ระยะเวลา (นาที)	ระดับแรงดัน ( โวลต์ )					
		1	2	5	10	20	40
1		4.4	4.4	4.4	4.4	4.8	4.8
2		4.4	4.4	4.4	4.4	4.8	4.8
3		4.4	4.4	4.4	4.4	4.8	4.8
4		4.4	4.4	4.4	4.4	4.8	4.8

จากการทดลองทำให้ทราบว่าในการป้อนไฟชาร์จเข้าไปในแบตเตอรี่ โดยเริ่มวัดจากเวลา 1 นาที แรงดันจะเพิ่มจาก 0 เป็น 4.4 โวลต์ และจะคงที่ไปจนถึงนาทีที่ 10 เมื่อครบ 20 นาที ระดับแรงดันจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.8 โวลต์ ซึ่งจะคงที่ที่ 4.8 โวลต์ไปตลอด



รูปที่ 4.5 การวัดระดับแรงดันของแบตเตอรี่ภายในตัวเครื่อง

จากผลการทดลอง ทำให้ทราบว่าในการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือทั้ง 2 รุ่น คือ โทรศัพท์มือถือโนเกีย 1200 ซึ่งเป็นจอขาว - ดำ และ โทรศัพท์มือถือโนเกีย 6120 คลาสสิก ซึ่งเป็นจอสี พบว่าการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจอขาว - ดำ และ โทรศัพท์มือถือจอสีแบบใช้มือหมุน นั้น จะใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่มากกว่าการชาร์จจากแบตเตอรี่ภายในเครื่องชาร์จ เพราะการชาร์จแบบใช้มือหมุนนั้น ไม่มีความเสถียรของการหมุนในแต่ละรอบ และระยะเวลาของการชาร์จแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือจอสี จะใช้เวลาชาร์จแบตเตอรี่มากกว่าโทรศัพท์มือถือจอขาว - ดำ เพราะเนื่องจากโทรศัพท์จอสีนั้นต้องการกำลังไฟฟ้าที่มากกว่า

จากการทดลองวัดระดับแรงดันพบว่าในช่วง 10 นาทีแรก ระดับแรงดันจะคงที่ที่ 4.4 โวลต์ จนถึงนาทีที่ 20 ระดับแรงดันจึงเพิ่มเป็น 4.8 โวลต์ เนื่องจากช่วงแรกยังมีกระแสไหล เมื่อป้อนไดนาโมเป็นระยะเวลาหนึ่งกระแสจะเพิ่มขึ้น ทำให้ระดับแรงดันเพิ่มขึ้นตามจนถึงขีดจำกัด แสดงว่ากระแสมีผลต่อแรงดันที่แบตเตอรี่สามารถเก็บได้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ออกแบบ ทดสอบ และทำการปรับปรุงชิ้นงานขึ้นเป็นเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือโคนาโม ได้ใช้ระยะเวลาดำเนินโครงการ 2 ภาคการศึกษา ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยบทนี้จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองโครงการ พร้อมเสนอแนะแนวทางในการนำโครงการไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

ในการทำโครงการเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือโคนาโม เป็นการสร้างโครงการเพื่อการศึกษาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง สามารถสรุปผลการทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ได้ ดังนี้

1) การทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือปั่น เครื่องชาร์จแบตเตอรี่สามารถชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือได้จริง แต่ใช้เวลาการชาร์จแต่ละครั้งไม่เท่ากัน เนื่องจากการปั่นโดยใช้มือปั่นในแต่ละครั้งนั้นไม่มีความเสถียร และยังใช้เวลามากกว่าการชาร์จจากไฟบ้านปกติ

โดยการชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือจอขาว – ค่าแบบใช้มือปั่นใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่จนกระทั่งแบตเตอรี่เต็มเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 41 นาที และชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือจอสีแบบใช้มือปั่นใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่จนกระทั่งแบตเตอรี่เต็มเฉลี่ย 3 ชั่วโมง

2) การทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้แบตเตอรี่ภายในตัวเครื่องชาร์จสามารถชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือได้ไวกว่าการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือปั่น แต่ในบางรุ่นไม่สามารถชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือให้เต็มได้ เนื่องจากแบตเตอรี่ภายในตัวเครื่องให้กระแสไม่เท่ากับแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือของแต่ละรุ่นด้วย

โดยการชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือจอขาว – ค่าจากแบตเตอรี่ภายในตัวเครื่องใช้เวลาการชาร์จจนกระทั่งแบตเตอรี่เต็มเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 31 นาที และชาร์จแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือจอสีจากแบตเตอรี่ภายในตัวเครื่องใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรี่จนกระทั่งแบตเตอรี่เต็มเฉลี่ย 2 ชั่วโมง 34 นาที

## 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

### 5.2.1 ปัญหาที่พบจากการทำโครงการ

จากการเริ่มออกแบบสร้างและทำการทดลองการทำงานของเครื่องชาร์จโทรศัพท์มือถือ สามารถจำแนกปัญหาออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

- 1) ในการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้มือปั่น ไดนาโมนั้น ใช้เวลาการปั่นมาก ทำให้ผู้ใช้เกิดความเมื่อยล้า
- 2) ไดนาโมจักรยานให้กระแสและแรงดัน ไม่พอที่จะสร้างวงจรระดับแรงดันของแบตเตอรี่ เป็นผลให้ไม่ทราบปริมาณการชาร์จแบตเตอรี่ในตัวเครื่อง
- 3) ตัวจับสำหรับปั่นไดนาโมยังมีความแข็งแรง ทนทาน ไม่พอ เมื่อออกแรงปั่นมาก จะทำให้ตัวจับปั่นหักพังเสียหาย
- 4) แบตเตอรี่ภายในตัวเครื่องที่ชาร์จเต็มแล้ว สามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือได้เพียงครั้งเดียว เนื่องจากแบตเตอรี่ในตัวเครื่องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือได้เพียง 1 ก้อน

### 5.2.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ไม่สะดวกต่อการใช้งาน จึงมีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

- 1) สร้างหรือเพิ่มตัวทดแรงให้มีความเร็วรอบสูงขึ้น
- 2) สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใหม่ ที่ให้กระแสและแรงดันมากพอที่จะเพิ่มวงจรระดับแรงดันของแบตเตอรี่ได้
- 3) หาวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถสร้างเป็นตัวจับที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน
- 4) ใช้แบตเตอรี่ที่สามารถเก็บความจุไฟฟ้าได้ในปริมาณมาก และมีขนาดเล็ก

## 5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงการ

เพื่อให้สามารถนำโครงการนี้ไปพัฒนา หรือต่อยอดให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ได้ดีขึ้น จึงมีแนวทางการพัฒนาโครงการ ดังนี้

- 1) สร้างตัวทดแรงที่ให้ความเร็วรอบสูง แต่มีขนาดเล็ก เพื่อสามารถบรรจุลงกล่องที่มีขนาดเล็ก และสะดวกในการพกพามากขึ้น
- 2) พัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อสามารถชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือจำพวกสมาร์ตโฟนได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://www.neutron.rmutphysics.com/physicsboard/forum/index.php?topic=667.0>
- [2] <http://www.jakyan.com/dl.php?tpid=76>
- [3] [http://www.sptc.ac.th/praprueet/devicesweb/books/book\\_9.htm](http://www.sptc.ac.th/praprueet/devicesweb/books/book_9.htm)
- [4] <http://www.kmitl.ac.th/~s2010395/AUTOMATION%20ENGINEERING.htm>
- [5] <http://203.172.182.172/~kriengsak/project/data/rectifier.htm>
- [6] [niponw.rmutl.ac.th/04-212-106/topic02-3.PDF](http://niponw.rmutl.ac.th/04-212-106/topic02-3.PDF)
- [7] <http://www.electron.rmutphysics.com/physics>
- [8] [http://www.mwit.ac.th/~ponchai/webCapacitor/WBTPI\\_Model/Capacitor/capacitor3.html](http://www.mwit.ac.th/~ponchai/webCapacitor/WBTPI_Model/Capacitor/capacitor3.html)
- [9] <http://schanblogs.blogspot.com/2009/12/e3-e6-series-10-15-22-33-47-68-100-10.html>
- [10] <http://www.rta.mi.th/15900u/SDMP/Interest/Magazine/training.html>





ภาคผนวก ก  
รายละเอียดของไดโอดบริดจ์ W04M



**SHANGHAI SUNRISE ELECTRONICS CO., LTD.**

**W005M THRU W10M  
SINGLE PHASE SILICON  
BRIDGE RECTIFIER**

**TECHNICAL  
SPECIFICATION**

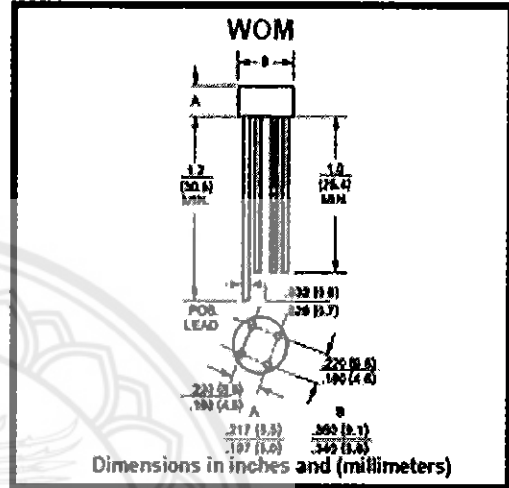
**VOLTAGE: 50 TO 1000V CURRENT: 1.5A**

**FEATURES**

- Ideal for printed circuit board
- Surge overload rating: 50 A peak
- High case dielectric strength
- High temperature soldering guaranteed:  
250°C/10sec/0.375"(9.5mm) lead length  
at 5 lbs tension

**MECHANICAL DATA**

- Terminal: Plated leads solderable per  
MIL-STD 202E, method 208C
- Case: UL-94 Class V-0 recognized flame  
retardant epoxy
- Polarity: Polarity symbol marked on body
- Mounting position: Any



**MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

(Single-phase, half-wave, 60Hz, resistive or inductive load rating at 25°C, unless otherwise stated, for capacitive load, derate current by 20%)

RATINGS	SYMBOL	W005 M	W01 M	W02 M	W04 M	W06 M	W08 M	W10 M	UNITS
Maximum Repetitive Peak Reverse Voltage	$V_{RRM}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	$V_{DC}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )	$I_{F(AV)}$	1.5							A
Peak Forward Surge Current (8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load)	$I_{FSM}$	50							A
Maximum Instantaneous Forward Voltage (at forward current 1.5A DC)	$V_F$	1.0							V
Maximum DC Reverse Current (at rated DC blocking voltage)	$I_R$	10.0 500							$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Operating Temperature Range	$T_J$	-55 to +125							$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	$T_{STG}$	-55 to +150							$^\circ\text{C}$





ภาคผนวก ข

รายละเอียดของ IC 7805

มหาวิทยาลัยสุรินทร์



## L7800 SERIES

### POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9;  
10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

#### DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D<sup>2</sup>PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

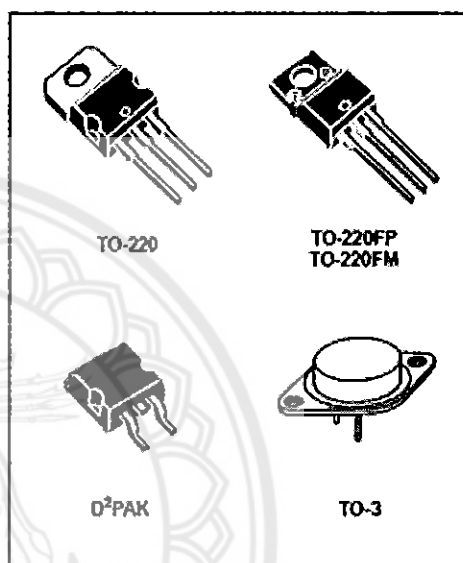
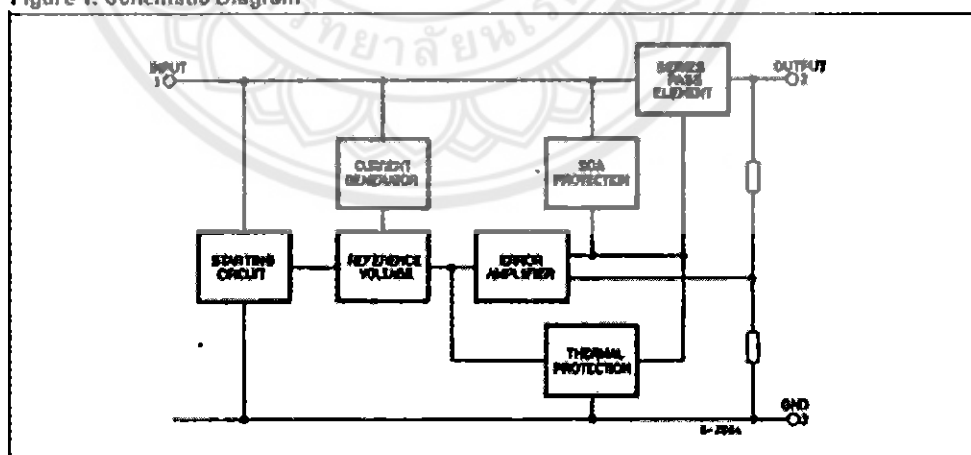


Figure 1: Schematic Diagram



**L7800 SERIES**

**Table 1: Absolute Maximum Ratings**

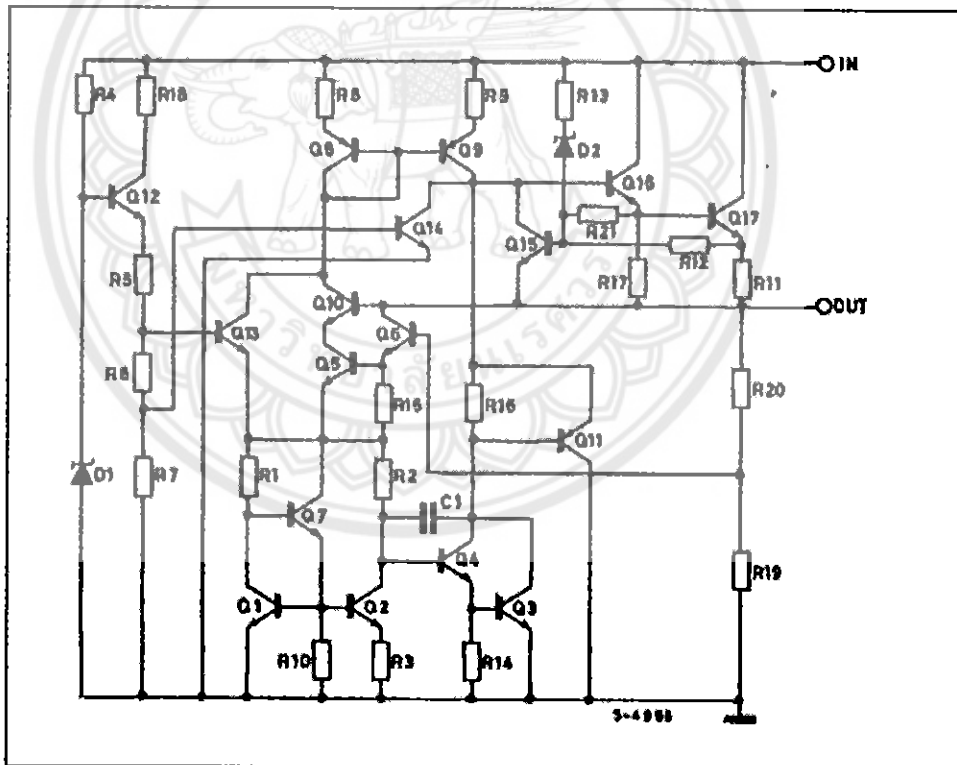
Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_I$	DC Input Voltage	for $V_O = 5$ to 18V	35
		for $V_O = 20, 24V$	40
$I_O$	Output Current	Internally Limited	
$P_{tot}$	Power Dissipation	Internally Limited	
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-85 to 150	°C
$T_{op}$	Operating Junction Temperature Range	for L7800	-55 to 150
		for L7800C	0 to 150

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

**Table 2: Thermal Data**

Symbol	Parameter	D <sup>2</sup> PAK	TO-220	TO-220FP	TO-220FM	TO-3	Unit
$R_{\theta j-case}$	Thermal Resistance Junction-case Max	3	5	5	5	4	°C/W
$R_{\theta j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	60	35	°C/W

**Figure 2: Schematic Diagram**



## L7800 SERIES

Figure 3: Connection Diagram (top view)

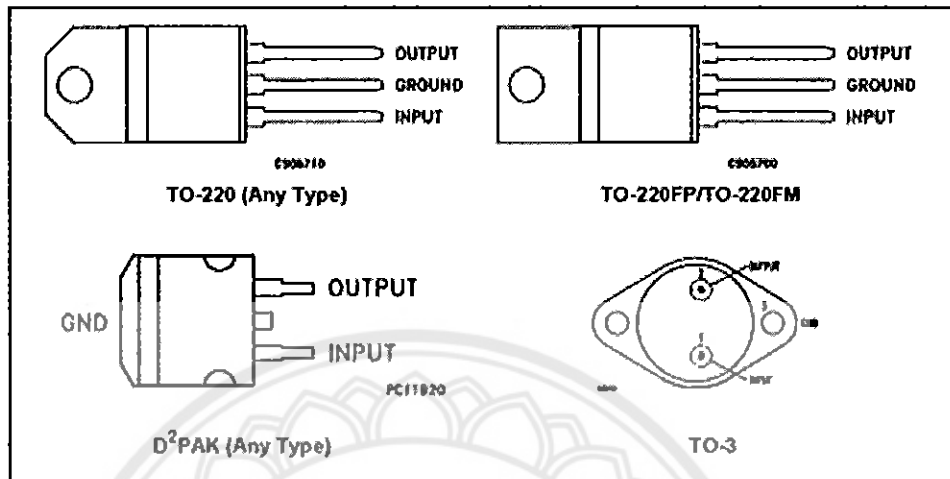


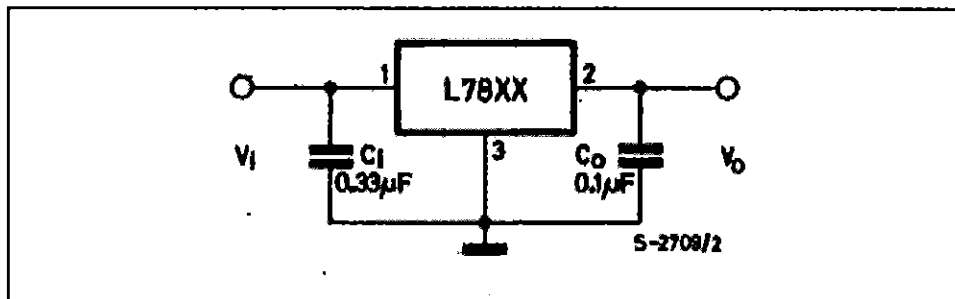
Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D <sup>2</sup> PAK (A Type) (*)	D <sup>2</sup> PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-220FM	TO-3
L7805								L7805T
L7805C	L7805CV	L7805C-V	L7805CV1	L7805CD2T	L7805C-D2TR	L7805CP	L7805CF	L7805CT
L7852C	L7852CV			L7852CD2T		L7852CP	L7852CF	L7852CT
L7806								L7806T
L7806C	L7806CV	L7806C-V		L7806CD2T		L7806CP	L7806CF	L7806CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7808CD2T		L7808CP	L7808CF	L7808CT
L7885C	L7885CV			L7885CD2T		L7885CP	L7885CF	L7885CT
L7809C	L7809CV	L7809C-V		L7809CD2T		L7809CP	L7809CF	L7809CT
L7810C	L7810CV			L7810CD2T		L7810CP		
L7812								L7812T
L7812C	L7812CV	L7812C-V		L7812CD2T		L7812CP	L7812CF	L7812CT
L7815								L7815T
L7815C	L7815CV	L7815C-V		L7815CD2T		L7815CP	L7815CF	L7815CT
L7818								L7818T
L7818C	L7818CV			L7818CD2T		L7818CP	L7818CF	L7818CT
L7820								L7820T
L7820C	L7820CV			L7820CD2T		L7820CP	L7820CF	L7820CT
L7824								L7824T
L7824C	L7824CV			L7824CD2T		L7824CP	L7824CF	L7824CT

(\*) Available in Tape &amp; Reel with the suffix "-TR".

L7800 SERIES

Figure 4: Application Circuits



TEST CIRCUITS

Figure 5: DC Parameter

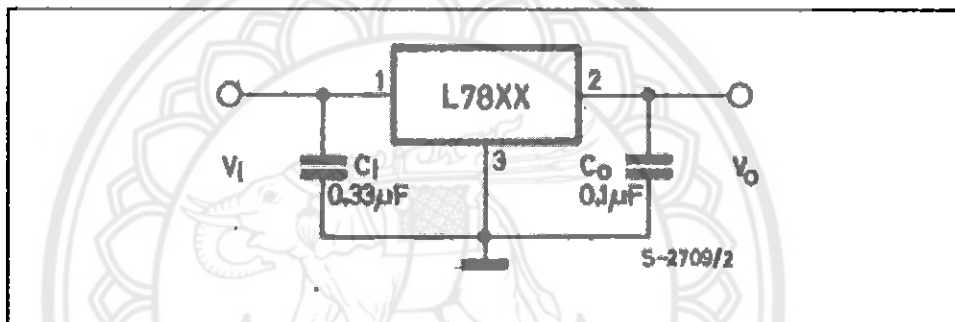


Figure 6: Load Regulation

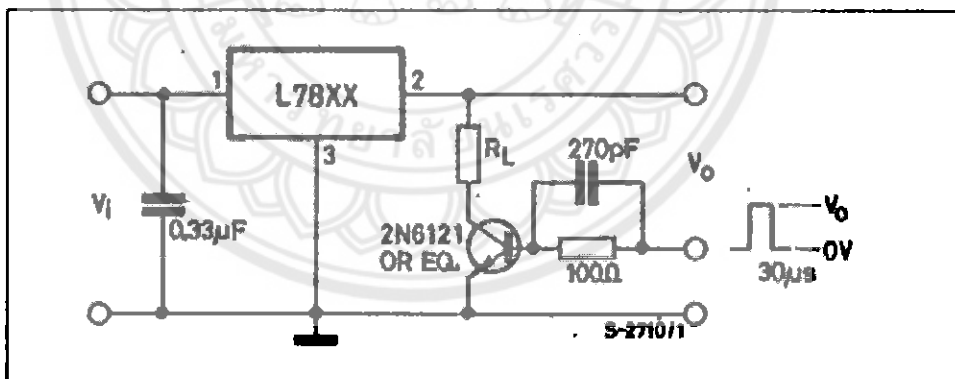


Figure 7: Ripple Rejection

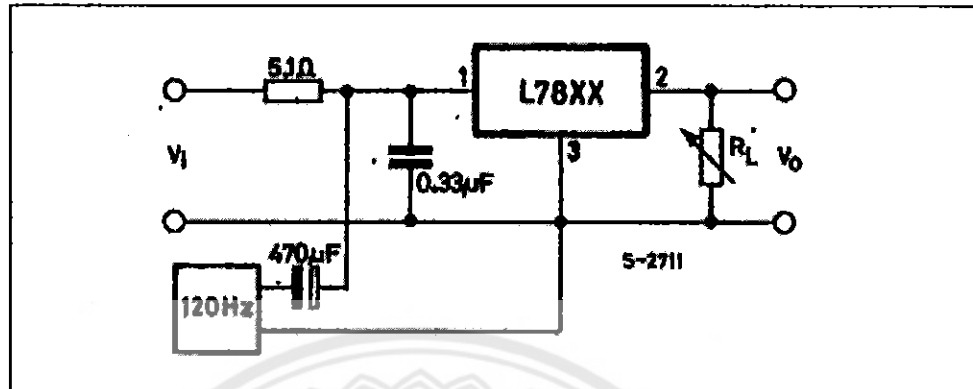


Table 4: Electrical Characteristics Of L7805 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 8\text{ to } 20\text{ V}$	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_{O(L)}$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to } 25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 8\text{ to } 12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	60	mV
$\Delta V_{O(L)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.6\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			0	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $V_I = 8\text{ to } 25\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to } 100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to } 18\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	69			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	12	A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 5: Electrical Characteristics Of L7806 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 11\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	6.75	6	6.25	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 9\text{ to }21\text{ V}$	6.65	6	6.35	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.6	mA
		$V_I = 9\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.7		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	65			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 6: Electrical Characteristics Of L7809 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 14\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 11.5\text{ to }23\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.6	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	62			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 7: Electrical Characteristics Of L7812 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 19\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 15.5\text{ to }27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 18\text{ to }22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120 60	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100 60	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 16\text{ to }30\text{ V}$			0.6 0.8	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.6		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 16\text{ to }25\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	61			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 8: Electrical Characteristics Of L7815 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 23\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 20\text{ to }28\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150 75	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150 75	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$			0.6 0.8	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	60			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.



## L7800 SERIES

Table 9: Electrical Characteristics Of L7818 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 28\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_{OL}$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180 90	mV
$\Delta V_{OL}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180 90	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$			0.6 0.8	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	60			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		22		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 10: Electrical Characteristics Of L7820 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 28\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_{OL}$	Line Regulation	$V_I = 22.6\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 28\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200 100	mV
$\Delta V_{OL}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200 100	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$			0.6 0.8	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	58			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		24		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 11: Electrical Characteristics Of L7824 (refer to the test circuits,  $T_J = -55$  to  $150^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 33\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	26	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 28\text{ to }39\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 30\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to }39\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	58			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.6	V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 12: Electrical Characteristics Of L7805C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{ to }20\text{ V}$	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 13: Electrical Characteristics Of L7852C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $I_O = 600\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.0	5.2	5.4	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to }20\text{ V}$	4.95	5.2	5.45	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	105	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			105	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			0.6	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	81			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 14: Electrical Characteristics Of L7806C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 11\text{V}$ ,  $I_O = 600\text{ mA}$ ,  $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to }21\text{ V}$	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.65		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 16: Electrical Characteristics Of L7808C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 14\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_{OL}(\%)$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_{OL}(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.6	mA
		$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		62		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 16: Electrical Characteristics Of L7885C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 14.5\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.2	8.5	8.8	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11\text{ to }20\text{ V}$	8.1	8.5	8.9	V
$\Delta V_{OL}(\%)$	Line Regulation	$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11.5\text{ to }17.5\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_{OL}(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		66		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12\text{ to }22\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 17: Electrical Characteristics Of L7809C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 15\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.64	9	9.38	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 11.5\text{ to }28\text{ V}$	8.55	9	9.45	V
$\Delta V_{OL}^{(*)}$	Line Regulation	$V_I = 11.5\text{ to }28\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 12\text{ to }18\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_{OL}^{(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 11.5\text{ to }28\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12\text{ to }23\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
$I_{SDP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 18: Electrical Characteristics Of L7810C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 16\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	9.6	10	10.4	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 12.5\text{ to }28\text{ V}$	9.5	10	10.5	V
$\Delta V_{OL}^{(*)}$	Line Regulation	$V_I = 12.5\text{ to }28\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 13.5\text{ to }19\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_{OL}^{(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 12.5\text{ to }28\text{ V}$			0.5	mA
					1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 13\text{ to }23\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
$I_{SDP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 19: Electrical Characteristics Of L7812C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 19\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 14.5\text{ to }27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_{OL}(\%)$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 18\text{ to }22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$\Delta V_{OL}(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		76		$\mu\text{VV}_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15\text{ to }28\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	65			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.35		A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 20: Electrical Characteristics Of L7815C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 23\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.5	15	15.6	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_{OL}(\%)$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 20\text{ to }28\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
$\Delta V_{OL}(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		90		$\mu\text{VV}_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	64			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.23		A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

## L7800 SERIES

Table 21: Electrical Characteristics Of L7818C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 28\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.6	mA
		$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{V}/\sqrt{B}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	53			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		22		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.20		A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Table 22: Electrical Characteristics Of L7820C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 28\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{ mA}$ ,  $C_1 = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = 28\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		150		$\mu\text{V}/\sqrt{B}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	52			dB
$V_D$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{ kHz}$		24		m $\Omega$
$I_{SC}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.18		A
$I_{SCP}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

L7800 SERIES

Table 23: Electrical Characteristics Of L7824C (refer to the test circuits,  $T_J = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_I = 33\text{V}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
$V_O$	Output Voltage	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 27\text{ to } 38\text{V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O(\%)$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to } 38\text{V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			490	mV
		$V_I = 30\text{ to } 38\text{V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$\Delta V_O(\%)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			490	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$I_Q$	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 27\text{ to } 38\text{V}$			0.6	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{mA}$		-1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		170		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to } 38\text{V}$ $f = 120\text{Hz}$	50			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_O$	Output Resistance	$f = 1\text{kHz}$		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.15		A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(\*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Figure 8: Dropout Voltage vs Junction Temperature

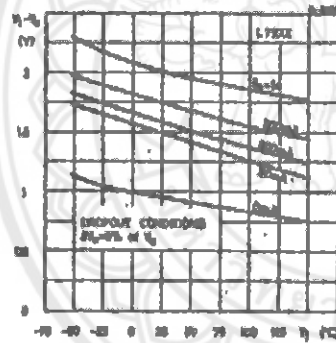
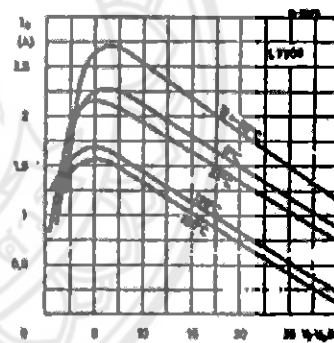


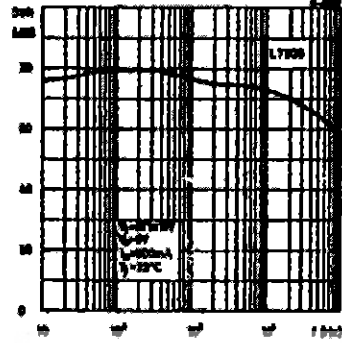
Figure 9: Peak Output Current vs Input/output Differential Voltage



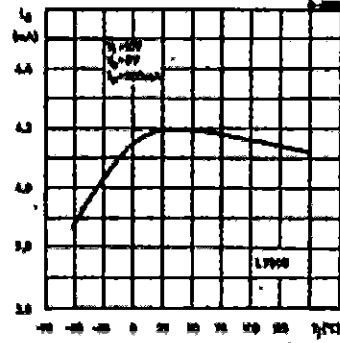


**L7800 SERIES**

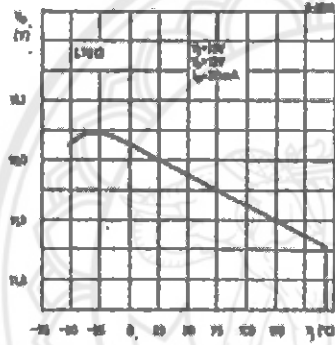
**Figure 10: Supply Voltage Rejection vs Frequency**



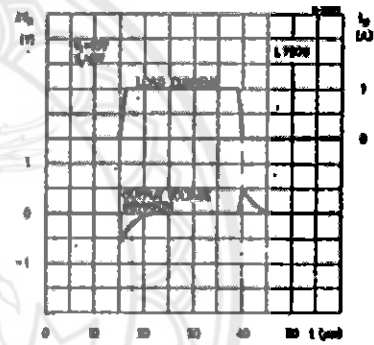
**Figure 13: Quiescent Current vs Junction Temperature**



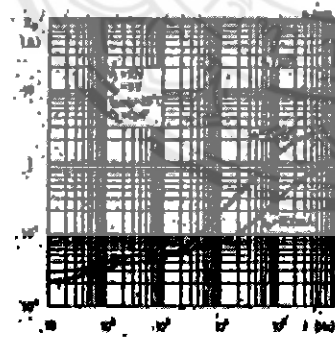
**Figure 11: Output Voltage vs Junction Temperature**



**Figure 14: Load Transient Response**



**Figure 12: Output Impedance vs Frequency**



**Figure 15: Line Transient Response**

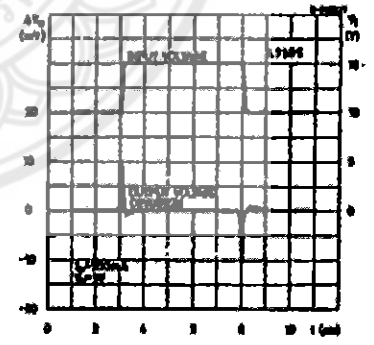


Figure 16: Quiescent Current vs Input Voltage

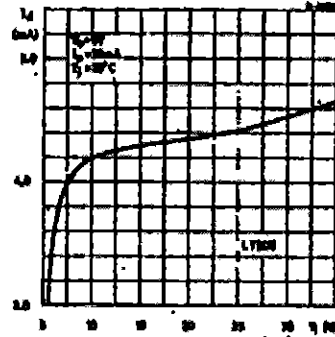
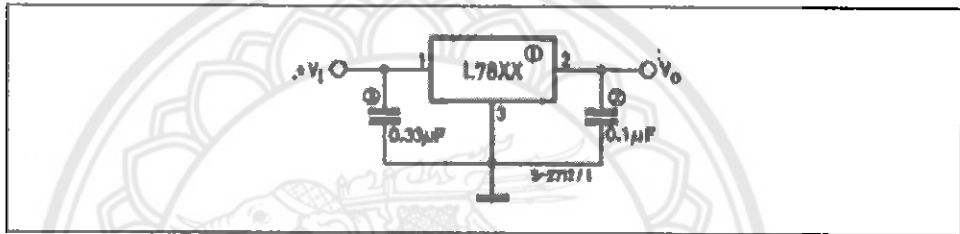


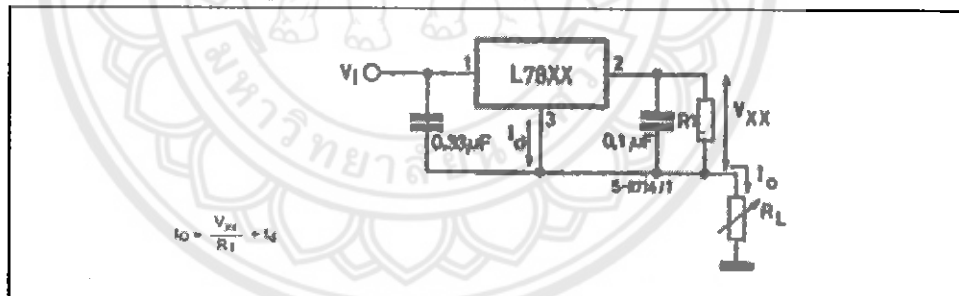
Figure 17: Fixed Output Regulator



NOTE:

1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is need for stability, it does improve transient response.
3. Required X regulator is locate an appreciable distance from power supply filter.

Figure 18: Current Regulator



L7800 SERIES

Figure 19: Circuit for Increasing Output Voltage

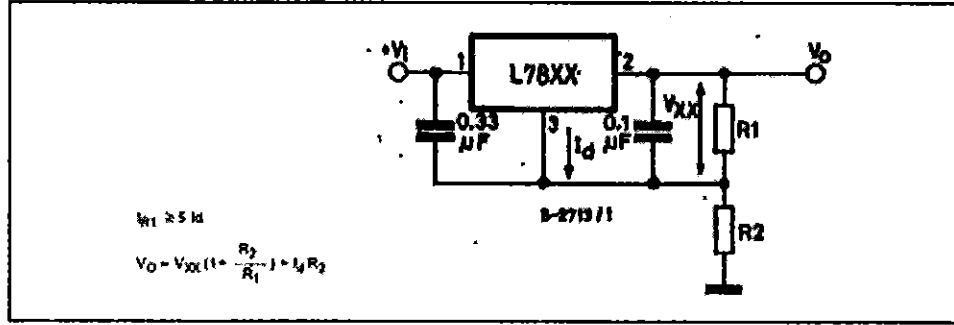


Figure 20: Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

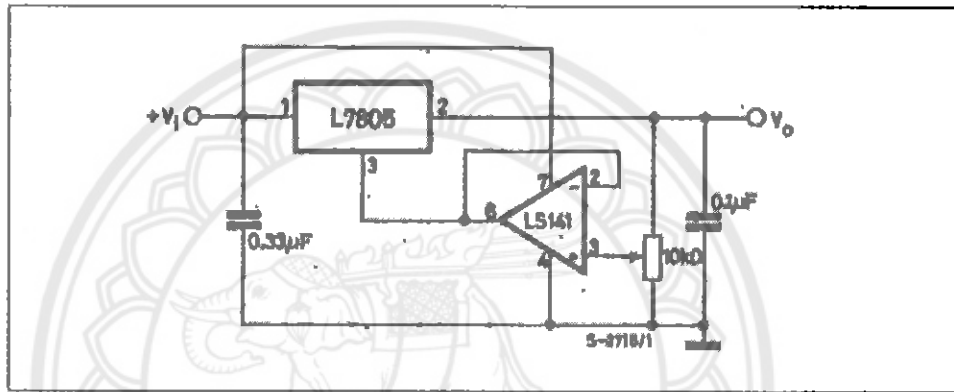


Figure 21: 0.6 to 10V Regulator

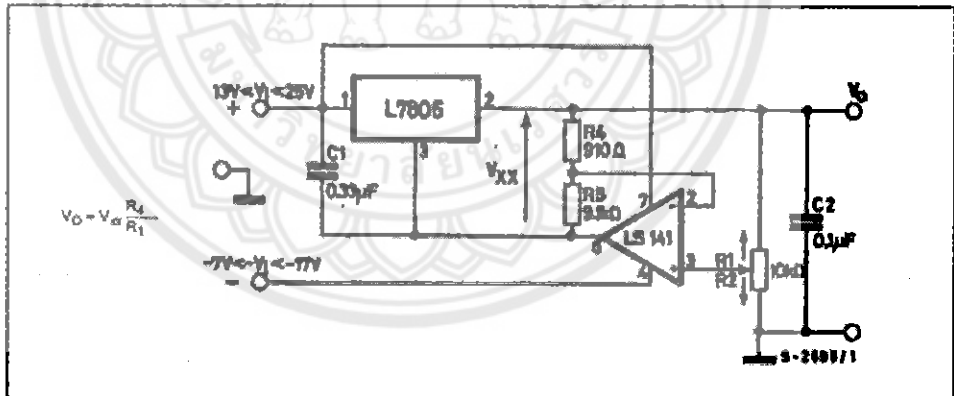


Figure 22: High Current Voltage Regulator

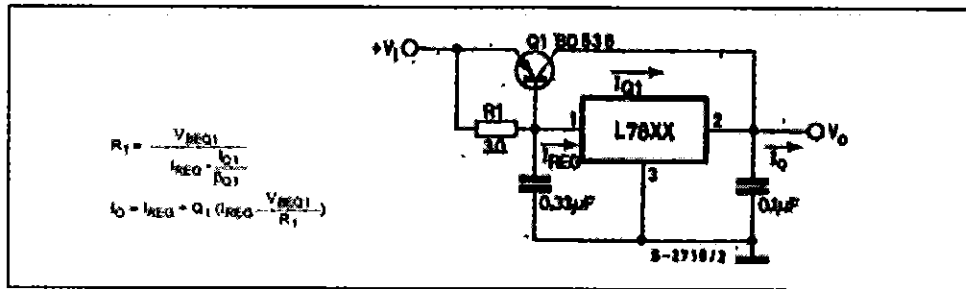


Figure 23: High Output Current with Short Circuit Protection

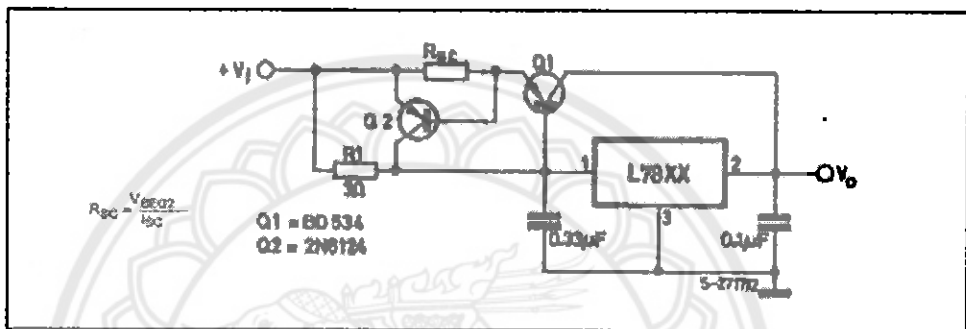
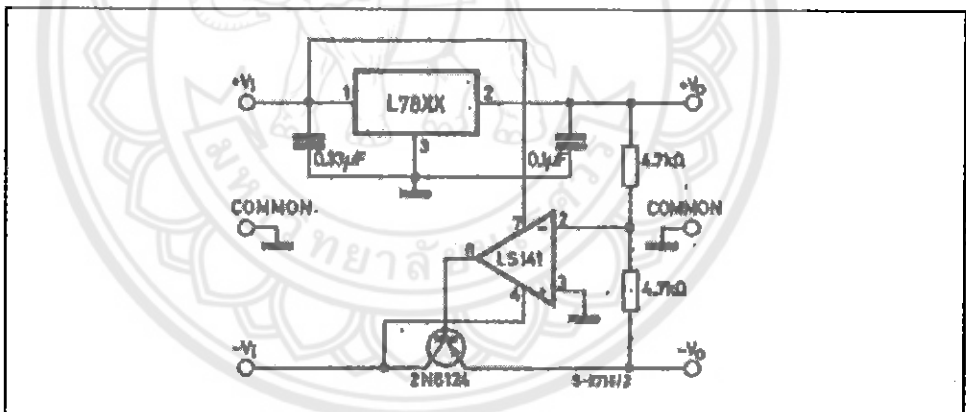
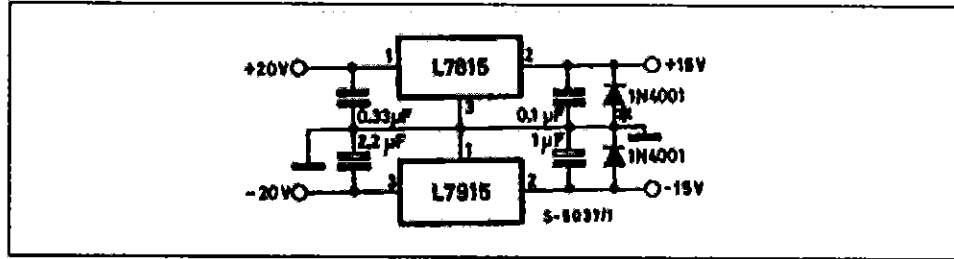


Figure 24: Tracking Voltage Regulator



L7800 SERIES

Figure 25: Split Power Supply ( $\pm 15V - 1A$ )



\* Against potential latch-up problems.

Figure 26: Negative Output Voltage Circuit

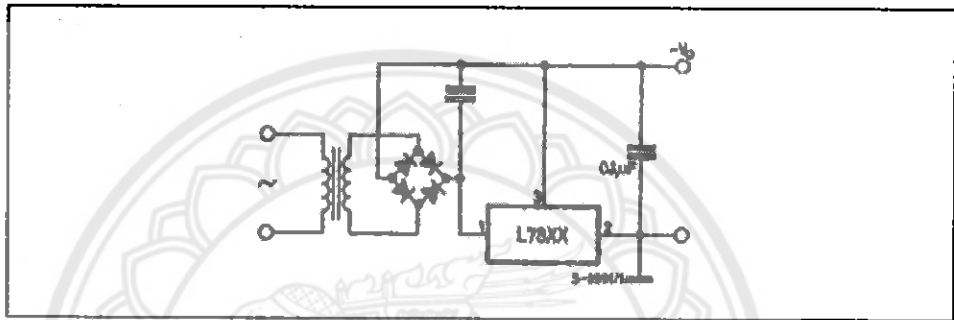
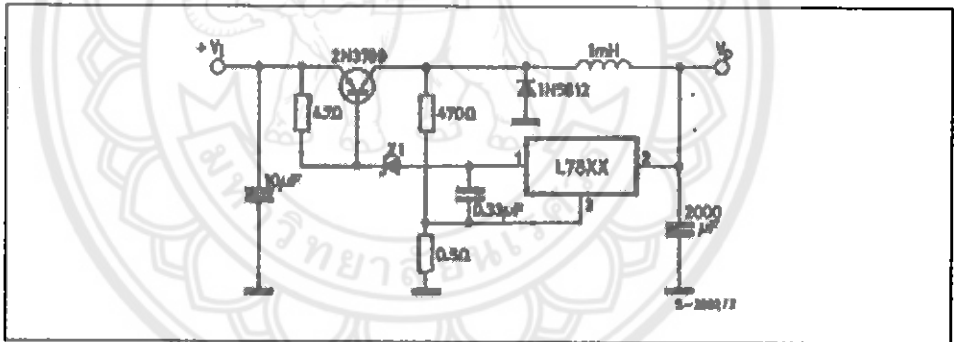


Figure 27: Switching Regulator



L7800 SERIES

Figure 28: High Input Voltage Circuit

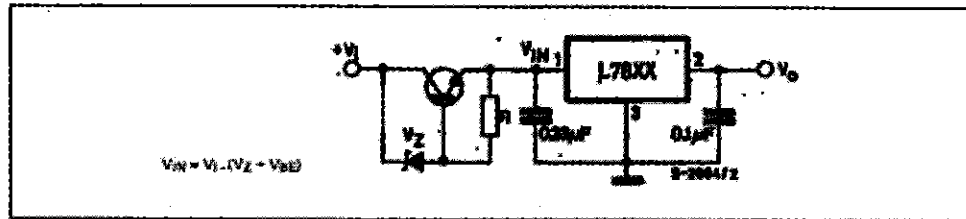


Figure 29: High Input Voltage Circuit

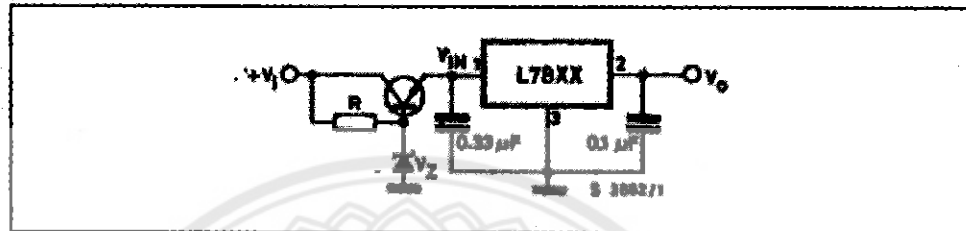


Figure 30: High Output Voltage Regulator

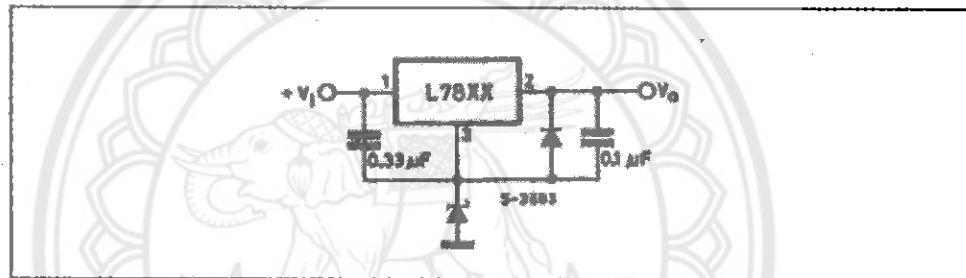
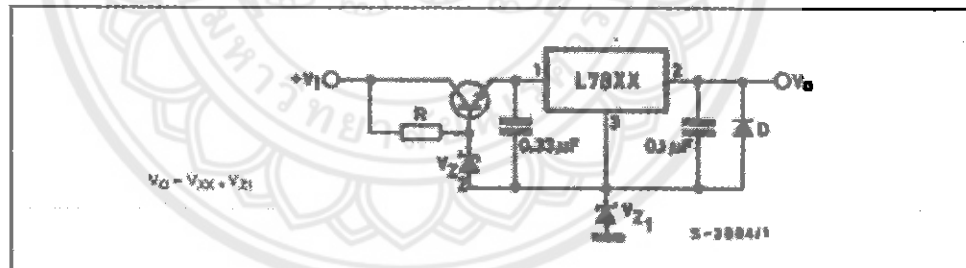


Figure 31: High Input and Output Voltage



L7800 SERIES

Figure 32: Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor

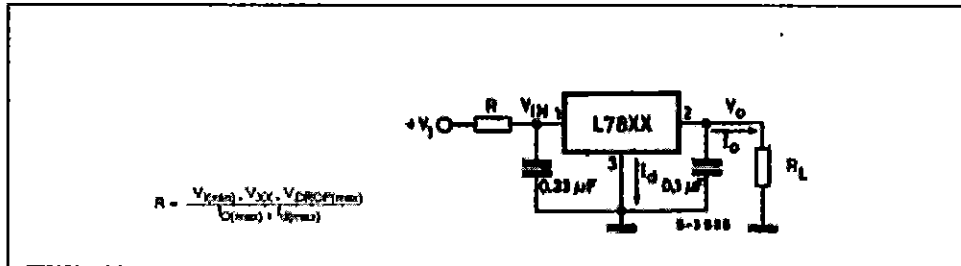


Figure 33: Remote Shutdown

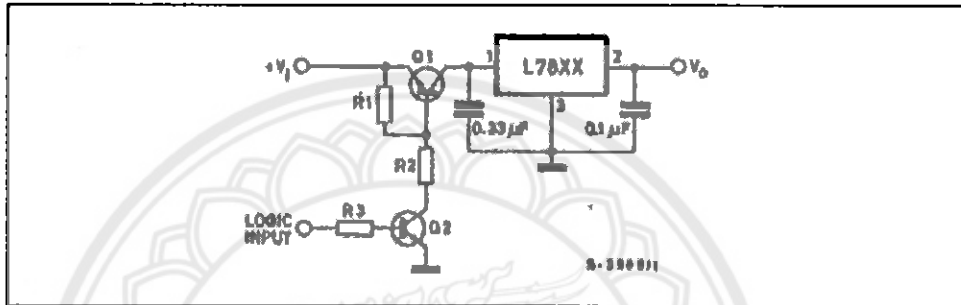
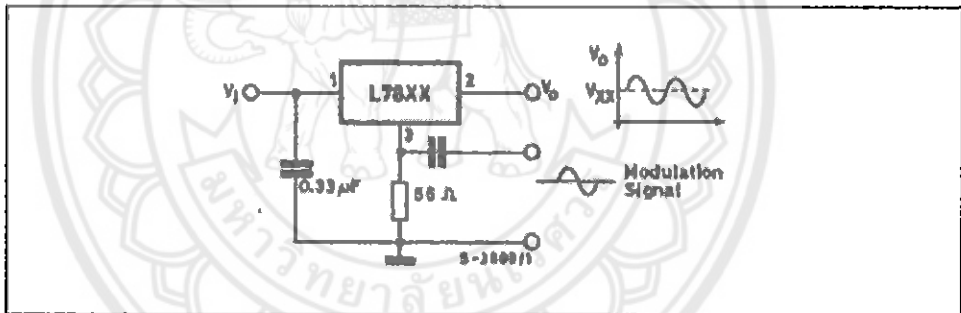
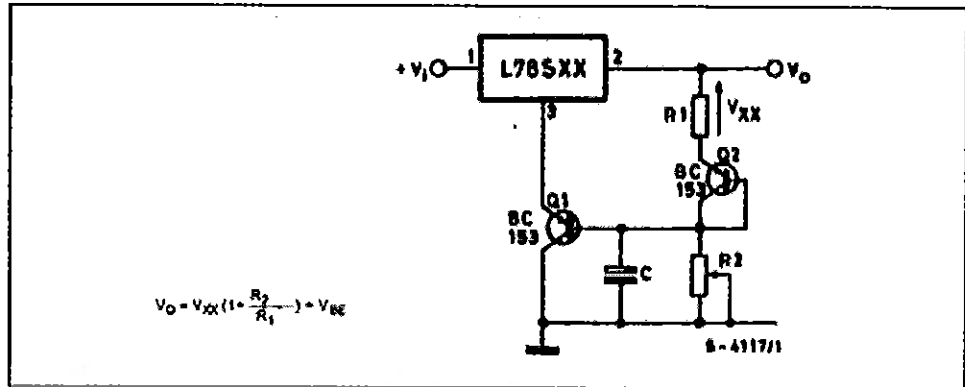


Figure 34: Power AM Modulator (unity voltage gain,  $I_o \leq 0.5$ )



NOTE: The circuit performs well up to 100 KHz.

Figure 35: Adjustable Output Voltage with Temperature Compensation



NOTE: Q<sub>2</sub> is connected as a diode in order to compensate the variation of the Q<sub>1</sub> V<sub>BE</sub> with the temperature. C allows a slow rise time of the V<sub>O</sub>.

Figure 36: Light Controllers (V<sub>Omin</sub> = V<sub>XX</sub> + V<sub>BE</sub>)

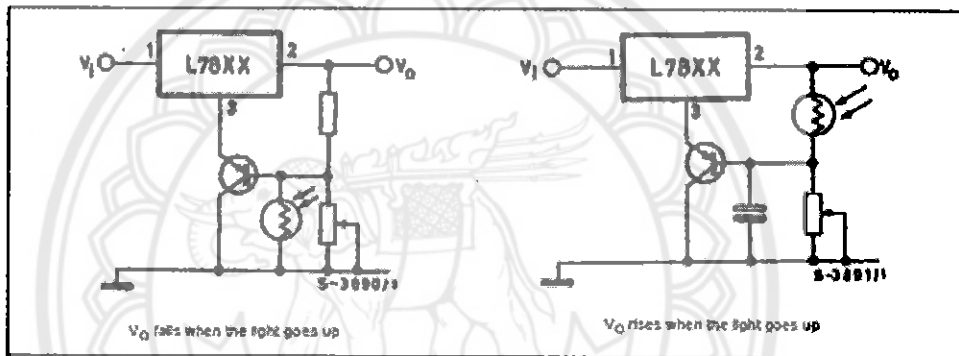
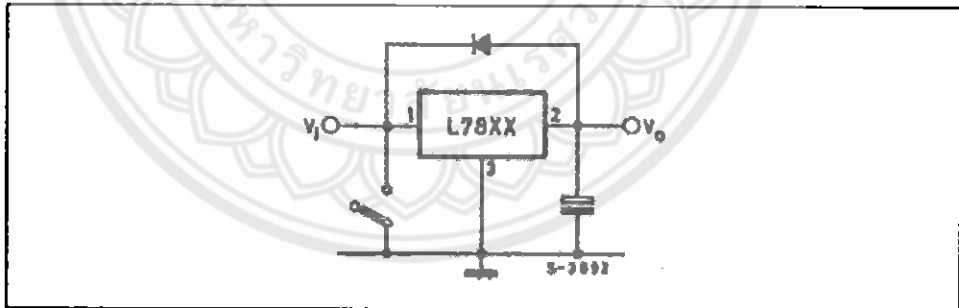


Figure 37: Protection against input Short-Circuit with High Capacitance Loads



Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 5 volts need an external diode (see Fig. 33) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.



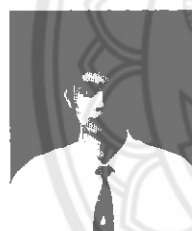
## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นางสาวศศิธร แสนแก้ว  
 ภูมิลำเนา 61 หมู่ 19 ต.ดงมะเดะ อ.แม่ลาว จ.เชียงราย  
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: [Ultrapeng@hotmail.com](mailto:Ultrapeng@hotmail.com)



ชื่อ นายสุภวิชญ์ ทวีเมือง  
 ภูมิลำเนา 8 ถ.หนุมาน ซ.11 ต.ตะพานหิน อ.ตะพานหิน  
 จ.พิจิตร  
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตะพานหิน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4  
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: [Suphawit\\_boyd@hotmail.com](mailto:Suphawit_boyd@hotmail.com)