

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบไฟส่องสว่างแบบแอลอีดี โดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Solar cell Power supply for LED Lighting



โดย
นาย กิรวัตร เหาวบุตร
นาย นพดล บุญคำเจริญ
นาย วัชระ โปธิ

๒/๗
๗ ๒๕๖
๒๕๕๙

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72631
วัน,เดือน,ปี..... 21 ส.ย. 2550

b. 11๗ ๗๐๗๖๙
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


ปริญญาโทปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบไฟส่องสว่างแบบ LED โดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้จัดทำ

- 
1. นาย กิรวัตร เนาวบุตร
 2. นาย นพดล บุญคำเจริญ
 3. นาย วัชระ โปธิ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ กิตติรัตนไสัจจา)

.....
(ดร. สมภพ ผลไม้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟส่องสว่างแบบแอลอีดีโดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

นาย กิรวัตร์ เนาวบุตร
 นาย นพดล บุญคำเจริญ
 นาย วัชระ โโพธิ

ผศ.ดร.สุวัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา อาจารย์ที่ปรึกษา
 ดร.สมภาพ ผลไม้ อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบส่องสว่างด้วย LED โดยใช้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบส่องสว่างนี้ประกอบด้วย 2 วงจร วงจรแรกทำหน้าที่ประจุแบตเตอรี่ โดยถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้การประจุแบตเตอรี่เป็นไปอย่างเหมาะสม วงจรที่สองทำหน้าที่เป็นตัวขับหลอด LED ในเวลากลางคืนและถูกควบคุมสวิตช์ LDR ระบบส่องสว่างนี้ถูกออกแบบให้สามารถใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าได้เมื่อพลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ถูกคายออกจนหมด

Solar cell Power supply for LED Lighting

Keerawat Naowabut
 Nopphadol Bunkajaroen
 Vatchara Poti

Asst.Prof.Dr. Supat Kittiratsatcha Advisor
 Dr. Sompob Polmai Advisor
 2006

ABSTRACT

This project proposes a solar powered LED lighting system. The system includes two buck converters the first one is function as a battery charger that is supervised by a microcontroller for optimal charging and the other one is for drive the LED lamp at night and is controlled by LDR switch. The system is designed to be able to use the utility power when the stored battery energy is totally discharge.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจกันเสมอมาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา อันเป็นที่รักของคณะผู้จัดทำที่ส่งเสียเล่าเรียนจนทำให้มีวันนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมภพ ผลไม้ และ ผศ.ดร.สุวัฒน์ กิตติรัตน์สัจจา ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือแก้ไขปัญหาผ่านมาได้ด้วยดี พร้อมทั้งมอบมสั่งสอนทั้งเรื่องโรงงาน จนกระทั่งการดำเนินชีวิตในสังคม

ขอขอบคุณ บุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่ให้อุปกรณ์การทดลอง และให้ความช่วยเหลือพร้อมทั้งคำแนะนำ

ขอขอบคุณพี่ๆนักศึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือมาตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนสมาชิกในกลุ่มโครงการที่ร่วมกันแก้ไขปัญหามาและฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆจนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ

นาย กิรวัฒน์

เนาวบุตร

นาย นพดล

บุญคำเจริญ

นาย วัชระ

โพธิ์

III
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญรูปภาพ.....	III
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ.....	1
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เซลล์แสงอาทิตย์.....	3
2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอนผลึกเดี่ยว.....	3
2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลี.....	4
2.1.3 เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน.....	4
2.1.4 ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์.....	7
2.1.5 ความสัมพันธ์กับกระแสและแรงดันเซลล์แสงอาทิตย์.....	9
2.1.6 ตัวประกอบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์.....	9
2.1.7 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงาน.....	11
2.1.8 FILL FACTOR.....	12
2.1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ.....	12
2.1.10 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์.....	13
2.1.11 การต่อเป็นระบบของเซลล์แสงอาทิตย์.....	15
2.1.12 การเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์.....	15
2.1.13อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบของเซลล์แสงอาทิตย์.....	16
2.2 วงจรที่จะใช้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการประจุแบตเตอรี่.....	18
2.2.1 วงจร Buck converter.....	18
2.3 Maximum power point tracking.....	21
2.3.1 วิธีการดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้วงจร Buck converter.....	21
2.4 ทฤษฎีและพื้นฐานของวงจรอัดประจุไฟฟ้า.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IV

2.4.1 การอัดประจุแบบแรงดันคงที่.....	23
2.4.2 การอัดประจุแบบกระแสคงที่.....	24
2.4.3 การอัดประจุแบบลดค่ากระแส.....	24
2.4.4 การอัดประจุแบบรวม.....	24
2.5 แบตเตอรี่แบบอัดประจุได้.....	(24)
2.5.1 แบตเตอรี่ชนิดนิเกิลแคดเมียม.....	24
2.5.2 แบตเตอรี่ชนิดนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ (NiMH).....	25
2.5.3 แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน (Li-ion).....	25
2.5.4 แบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ.....	26
2.6 ทฤษฎี LED.....	26
2.6.1 คุณสมบัติทางกายภาพ.....	27
2.6.2 การให้สีของสารต่างๆที่นำมาสร้าง LED.....	(28)
2.7 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของวงจรนับเบอร์.....	29
2.7.1 วงจรนับเบอร์ช่วงหยุดนำกระแส (Trun off Snubber).....	29
2.7.2 วงจรนับเบอร์ป้องกันแรงดันเกิน (Clamp Snubber).....	30
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างวงจร.....	31
3.1 ภาพรวมของโครงการ.....	31
3.2 วงจรที่ใช้ในการจำลองการชาร์จแบตเตอรี่.....	32
3.3 การจำลองการทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่.....	34
3.4 การออกแบบวงจรควบคุมเพื่อให้เกิด MPPT.....	38
3.5 การออกแบบในส่วนของวงจรสลับแหล่งจ่ายและ Dark sensor.....	40
3.6 การออกแบบและสร้างในส่วนของวงจร LED DRIVER.....	(40)
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	44
4.1 ผลการทดลองในส่วนของการประจุแบตเตอรี่.....	44
4.1.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2550.....	44
4.1.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2550.....	47
4.1.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2550.....	48
4.2 การทดลองการคายประจุแบตเตอรี่.....	49
4.3 ผลการทดลองในส่วนของวงจรขับหลอด LED.....	49
4.4 ผลการทดลองวัดค่าแสงสว่างของหลอด.....	52
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	53
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองในส่วนของวงจรชาร์จแบตเตอรี่.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองในส่วนของวงจรขับหลอด LED..... 53

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารอ้างอิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VI

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อัตราการขยายตัวทางด้านการตลาดของเซลล์แสงอาทิตย์.....	3
2.2 การเรียงตัวของโมเลกุลระหว่าง Crystalline และ Amorphous.....	4
2.3 ประสิทธิภาพเมื่ออุณหภูมิต่าง ๆ ของ Crystalline และ Amorphous.....	5
2.4 ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด.....	5
2.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพตามฤดูกาลของ Crystalline และ Amorphous.....	6
2.6 การตอบสนองของเซลล์ชนิดต่าง ๆ ต่อความยาวคลื่น.....	6
2.7 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์.....	7
2.8 CELL MODULE และ ARRAY.....	8
2.9 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์.....	8
2.10 Schematic diagram ของเซลล์แสงอาทิตย์.....	9
2.11 V-I curve ของเซลล์แสงอาทิตย์.....	10
2.12 ค่าความเข้มของแสงกับ V-I Curve.....	10
2.13 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด.....	11
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ.....	12
2.15 การเปรียบเทียบปริมาณแสงระหว่างกรุงเทพ-ญี่ปุ่น.....	13
2.16 เซลล์เดี่ยว.....	13
2.17 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม.....	14
2.18 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน.....	14
2.19 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม.....	15
2.20 Typical ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้งาน.....	18
2.21 วงจร Buck converter.....	18
2.22 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์นำกระแส.....	19
2.23 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส.....	19
2.24 กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำ.....	21
2.25 ดิวตี้ที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุด.....	22
2.26 Block diagram ของวงจร Buck converter ที่ใช้ทำ MPPT.....	23
2.27 โครงสร้างภายในของ LED.....	26
2.28 Spectrum.....	27
2.29 Combined spectral curve.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VII

2.30 ค่าความส่องสว่างเมื่อเทียบกับกำลังไฟฟ้าของหลอด High power LED.....	29
3.1 ภาพรวมของโครงการ.....	31
3.2 การออกแบบ Open loop buck converter.....	33
3.3 การออกแบบ Open loop buck converter แบบ PWM.....	33
3.4 การออกแบบ Close loop buck converter แบบ PWM.....	34
3.5 วงจรจำลองการประจุแบตเตอรี่.....	34
3.6 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12 V.....	35
3.7 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.4 V.....	35
3.8 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.8 V.....	35
3.9 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.9 V.....	36
3.10 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 13.2 V.....	36
3.11 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 13.6 V.....	36
3.12 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 14 V.....	37
3.13 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 14.4 V.....	37
3.14 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด.....	37
3.15 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวด.....	38
3.16 วงจรที่เรานำมาสร้าง MPPT Charger.....	38
3.17 Flow chart การทำงานของ MPPT.....	39
3.18 การทำ MPPT.....	39
3.19 วงจรสลับแหล่งจ่ายและ Dark sensor.....	40
3.20 วงจรขับหลอด LED.....	40
4.1 วงจรต้นแบบที่ใช้ทดลอง.....	44
4.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ทดลองในวันที่ 1.....	45
4.3 รูปคลื่นที่แรงดันที่ชาร์จแบตเตอรี่.....	45
4.4 สัญญาณ PWM ที่ใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้า.....	46
4.5 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขดลวด.....	46
4.6 กระแสไฟฟ้า และ แรงดันไฟฟ้าที่ชาร์จแบตเตอรี่.....	47
4.7 กราฟการประจุแบตเตอรี่จากการทดลอง.....	49
4.8 กราฟการคายประจุแบตเตอรี่.....	49
4.9 กระแสไฟฟ้าขาเข้าของวงจรขับหลอด.....	50
4.10 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของวงจรขับหลอด LED.....	50
4.11 กระแสไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VIII

	หน้า
4.12 แรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED.....	51
4.13 แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดในวงจรขับหลอด LED.....	52
4.14 วงจรขับหลอดที่ใช้ในการทดสอบ.....	52
4.15 การจัดวางหลอด LED.....	53
4.16 การทดสอบการทำงานของหลอด LED.....	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยโดยทั่วไปเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลาโดยในแต่ละปีจะมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 5-6 และค่าไฟฟ้ารวมทั้งค่า Ft ในอนาคตก็มีแนวโน้มจะเปลี่ยนไปในทางที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดปัญหาต้นทุนพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร Ft ปรับขึ้นไปตามราคาเชื้อเพลิงเราจึงต้องมีการใช้พลังงานทางเลือก ซึ่งในประเทศไทยเรียกว่าพลังงานทางเลือกในอนาคต

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความน่าสนใจในการนำมาเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดมลพิษใด ๆ ดังนั้นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ย่อมเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเลือกใช้พลังงานและยังสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่นพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า

ความสำคัญของปัญหาที่กำลังศึกษา คือทำอย่างไรจึงจะนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์มาเก็บไว้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถนำพลังงานไฟฟ้าส่วนนี้มาใช้เมื่อต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยนำไปประยุกต์ใช้กับโพลีโคมโพสิตแสงสว่าง

ระบบไฟแสงสว่างสำหรับพื้นผิวจราจรนั้นเป็นสิ่งสำคัญเพราะการจราจรในที่ทัศนะวิสัยไม่ดี เช่นการจราจรในยามค่ำคืน หรือบริเวณที่หมอกกลางจัดทำให้การมองเห็นยังไม่ดีนักจะมีโอกาสทำให้เกิดอุบัติเหตุได้สูงดังนั้นการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อใช้สำหรับผิวจราจรหรือที่เรียกว่าไฟถนน และจากแนวโน้มการใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการมองหาพลังงานทดแทนเพื่อช่วยแบ่งเบาภาระจากแหล่งพลังงานหลัก แต่พลังงานทดแทนยังไม่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากและเพียงพอ ดังนั้นการหาภาระทางไฟฟ้า (LOAD) ที่มีประสิทธิภาพและการนำกำลังไฟฟ้ามาใช้ให้ได้มากที่สุดจึงมีความจำเป็นในส่วนนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษาการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อมาจ่ายให้กับภาระทางไฟฟ้าที่เป็นระบบแสงสว่างแบบ LED

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการนี้มีความประสงค์ที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า เข้าสู่ แบตเตอรี่ แล้วใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งเก็บพลังงาน แล้วนำพลังงานที่สะสมอยู่ในแบตเตอรี่ไปใช้งานโดยประยุกต์กับงานที่เป็นแสงสว่าง โดยใช้ LED เป็นหลักเนื่องจากอายุการใช้งานยาวนาน ไม่ต้องมีการบำรุงรักษามากนัก และยังให้คุณสมบัติทางแสงสว่างที่ดี

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

1. ศึกษาและออกแบบวงจรประจุแบตเตอรี่แบบเดอริ้แบตเตอรี่จากพลังงานที่ได้จากโซลาร์เซลล์ซึ่งสามารถติดตามจุดที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด

2. ศึกษาและออกแบบวงจรขับหลอด LED สำหรับใช้เป็นไฟส่องสว่างให้กับผิวจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาวงจรการแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้ามีความ เหมาะสมแก่การประจุแบตเตอรี่
2. จำลองการทำงานของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ศึกษาวงจรรักษากำลังไฟฟ้าสูงสุด Maximum Power point tracking (MPPT) เพื่อนำมาใช้ร่วมกับการประจุแบตเตอรี่
4. เก็บข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทำงานจริงของส่วนการประจุแบตเตอรี่
5. ศึกษาวงจรขับ LED เพื่อนำกำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปใช้งานกับโหลดที่เป็น LED
6. ศึกษาคุณลักษณะของ LED เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน
7. จำลองระบบการทำงานทั้งหมด
8. ทดสอบการทำงานทั้งหมดของระบบ

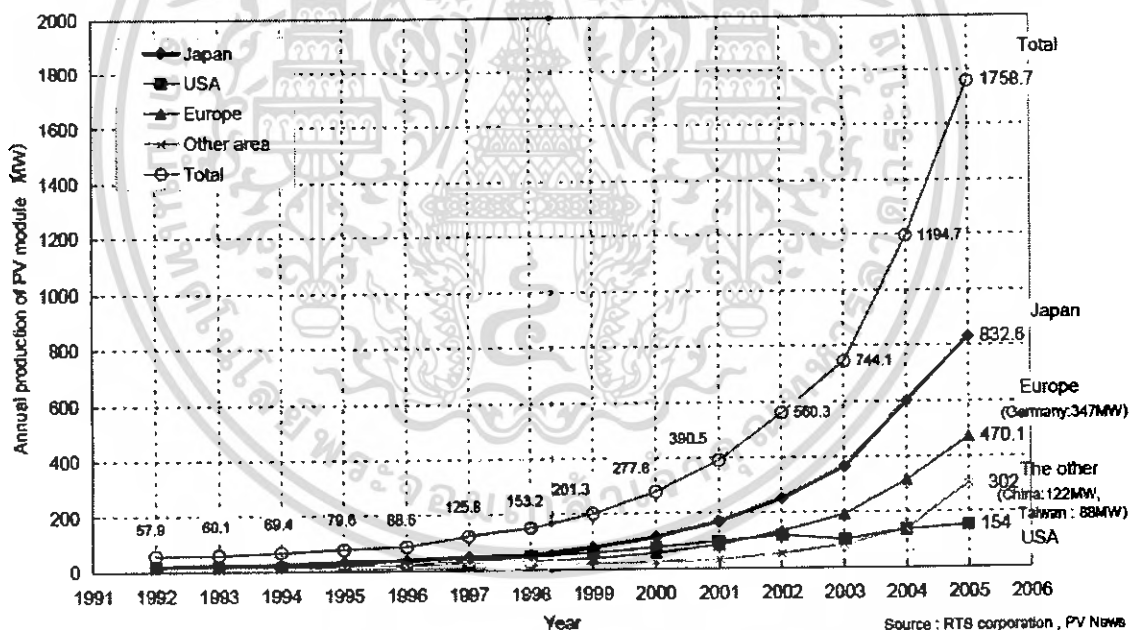
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยให้มีแนวคิด ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถใช้งานจริงได้
2. ช่วยให้มีแนวคิด ในการพัฒนาชุดวงจรขับหลอด LED เพื่อนำมาใช้ให้แสงสว่างเพราะสามารถ ประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดไฟในปัจจุบัน
3. เป็นข้อมูลที่จะใช้ในการพัฒนาต่อยอดความรู้ต่อไป

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เซลล์แสงอาทิตย์

คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลไนด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น "เซลล์แสงอาทิตย์" เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลก นำมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และในทันทีที่มีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบ ที่เรียกว่า Proton จะถ่ายเทพลังงานให้กับ Electron ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของ Atom และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อ Electron มีการเคลื่อนที่ครบวงจรก็จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น



รูปที่ 2.1 อัตราการขยายตัวทางด้านการตลาดของเซลล์แสงอาทิตย์

2.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก ซิลิคอนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง สามารถถลุงได้จากหินและทราย เรายินยอมใช้ธาตุซิลิคอนในงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ใช้ทำทรานซิสเตอร์และไอซีและเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอาทิตย์ เทคโนโลยี c-Si ได้รับความนิยมและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย นิยมใช้งานในพื้นที่เฉพาะได้แก่ ในชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้เป็นหลัก

2.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกโพลี (Polycrystalline)

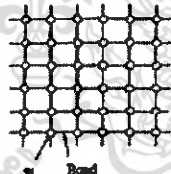
เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกโพลีได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของแบบผลึกเดี่ยวซิลิคอนแบบผลึกโพลีหรือโพลีซิลิคอน ก็คือก้อนซิลิคอนที่เกิดจากการรวมตัวกันของชิ้นเล็กๆ (ขนาดระดับไมโครเมตร - มิลลิเมตร) ของผลึกเดี่ยวของซิลิคอน

2.1.3 เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบา และประสิทธิภาพเพียง 5-10% เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ธาตุซิลิคอนเช่นกัน แต่จะไม่ใช่ผลึก แต่ผลของสารอะมอร์ฟัสจะทำให้เกิดเป็นฟิล์มบางของซิลิคอน ซึ่งมีความบางประมาณ 300 นาโนเมตร ทำให้ไม่สิ้นเปลืองเนื้อวัสดุ น้ำหนักเบา การผลิตทำได้ง่าย และข้อดีของ a-Si ไม่เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม จึงเหมาะที่จะประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินไฟฟ้าน้อย เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ วิทยุทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

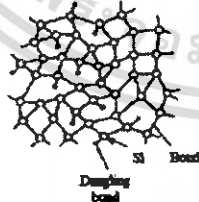
Crystalline Structure

Crystalline silicon



- **Crystalline silicon**
Symmetrically arranged in good order

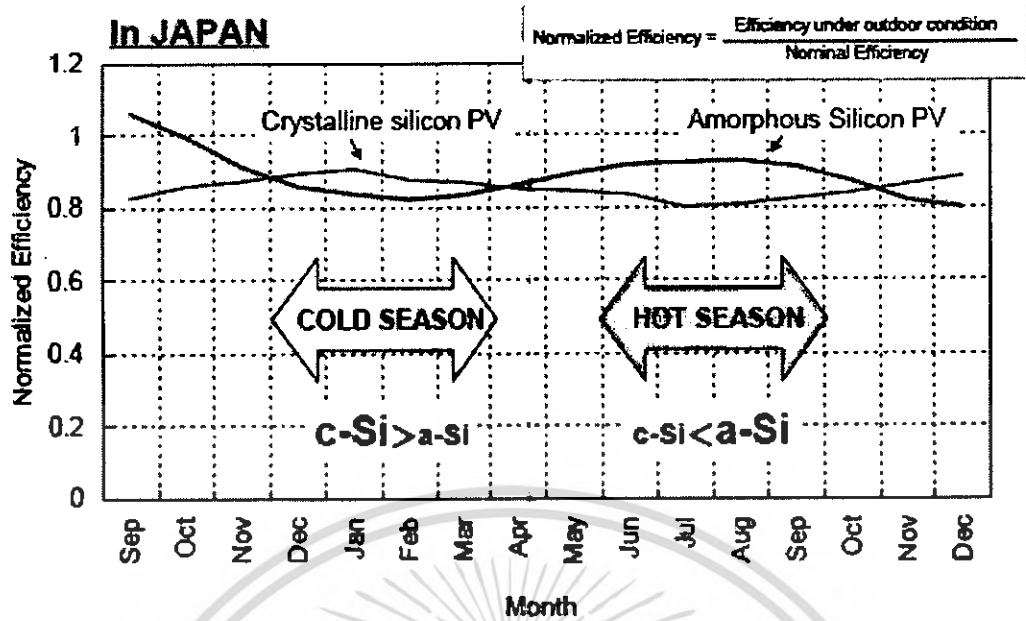
Amorphous silicon



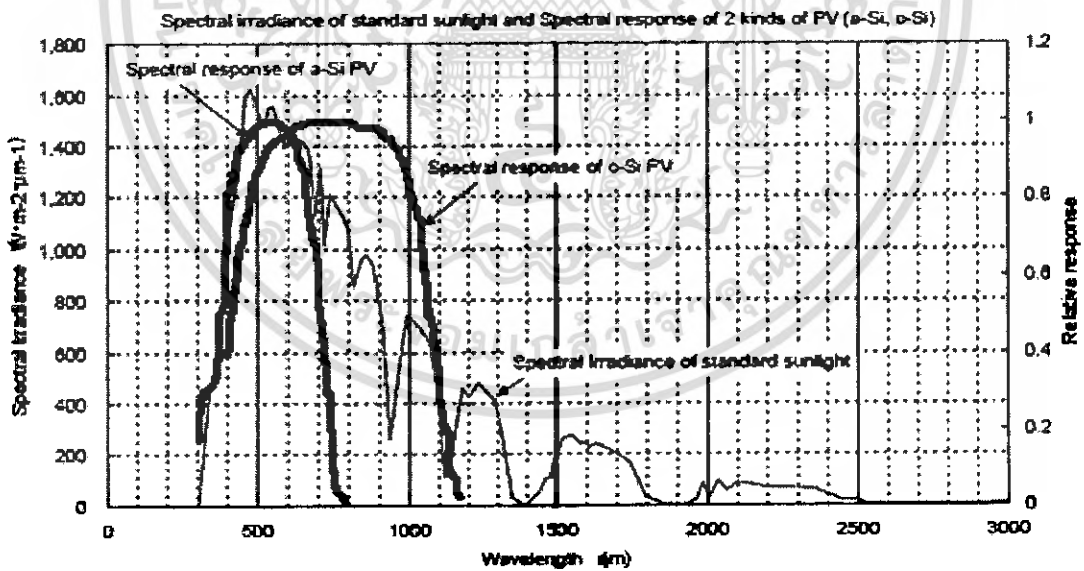
- **Amorphous silicon**
Not symmetrically arranged
(same as glass)
Symmetrically arranged in short range,
but not in long range.

รูปที่ 2.2 การเรียงตัวของโมเลกุลระหว่าง Crystalline และ Amorphous

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพตามฤดูกาลของ Crystalline และ Amorphous

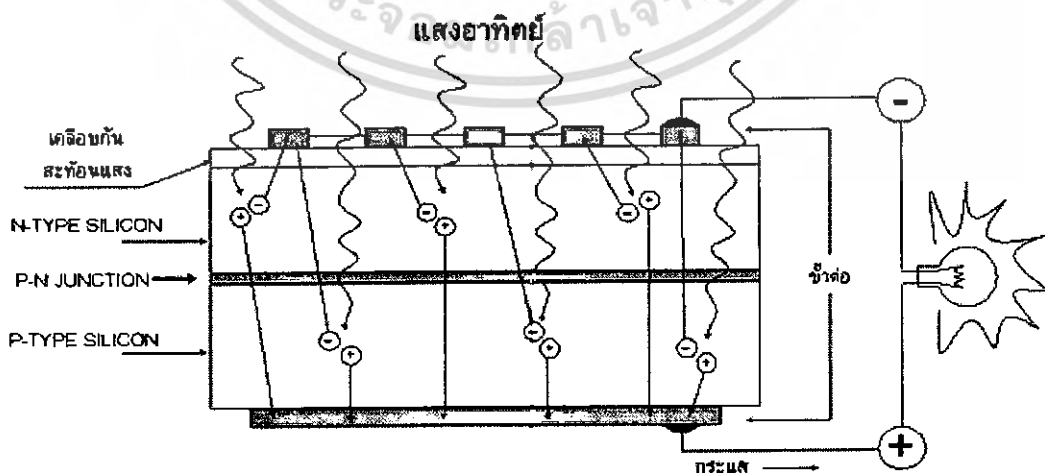


รูปที่ 2.6 การตอบสนองของเซลล์ชนิดต่างๆต่อความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

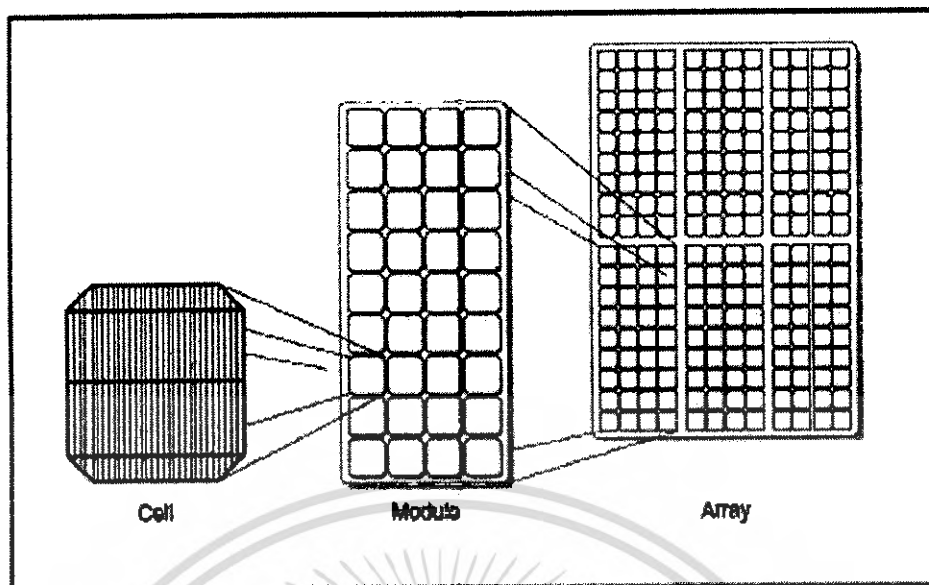
2.1.4 ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
- ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
- ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง
- เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
- อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
- ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ



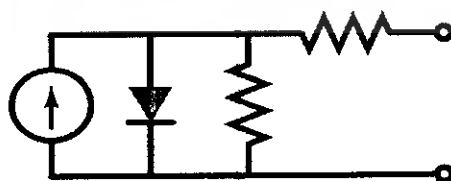
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 CELL MODULE และ ARRAY

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่ได้รับแสงจะมีลักษณะคล้ายกังวางปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเติมพื้นผิว



รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

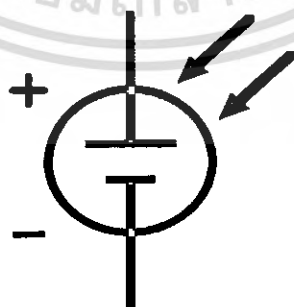
2.1.5 ความสัมพันธ์กับกระแสและแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์

เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เรามักจะทำให้อยู่ในรูปแบบของวงจรสมมูล และ เซลล์แสงอาทิตย์ในอุดมคติมักจะถูกทำให้อยู่ในรูปแบบของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ต่อขนานอยู่กับไดโอด แต่หากไม่ได้อยู่ในรูปแบบของเซลล์แสงอาทิตย์ในอุดมคติ จะต้องมีความต้านทานต่อขนานและอนุกรมอยู่ด้วยดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 คือรูปของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มักใช้เขียนในรูปแบบของการเขียนวงจร(Circuit Diagram)

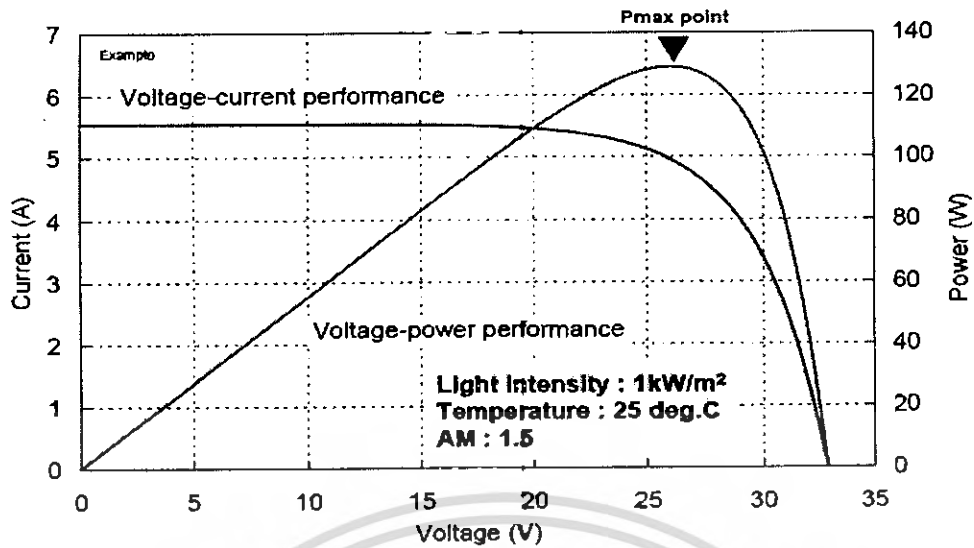
2.1.6 ตัวประกอบประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

Maximum Power Point

พลังงานที่ออกจากเซลล์แสงอาทิตย์จะให้ค่าพลังงานที่มีย่านกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปดังนั้นการหาจุดที่ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (ที่แรงดัน และ กระแสไฟฟ้าค่าหนึ่งเท่านั้น) ทำได้โดยการต่อค่าความต้านทานปรับค่าได้ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการปรับค่าความต้านทานตั้งแต่ 0 โอห์ม (ทำให้เกิดกระแสลัดวงจร I_{sc}) จนถึงค่าความต้านทานสูงมาก(ทำให้เกิดแรงดันเปิดวงจร V_{oc}) การทดสอบในลักษณะนี้มักมีการกำกับว่าทำการทดสอบที่เวลาเท่าใด สภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบเป็นอย่างไร ซึ่งก็จะทำให้ได้กราฟของกระแสและแรงดันที่เรียกว่า V-I curve ดังรูป ที่ 2.11 เราจะสังเกตได้ว่าที่แรงดันเปิดวงจร และ กระแสลัดวงจรนั้นจะทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่เป็นศูนย์

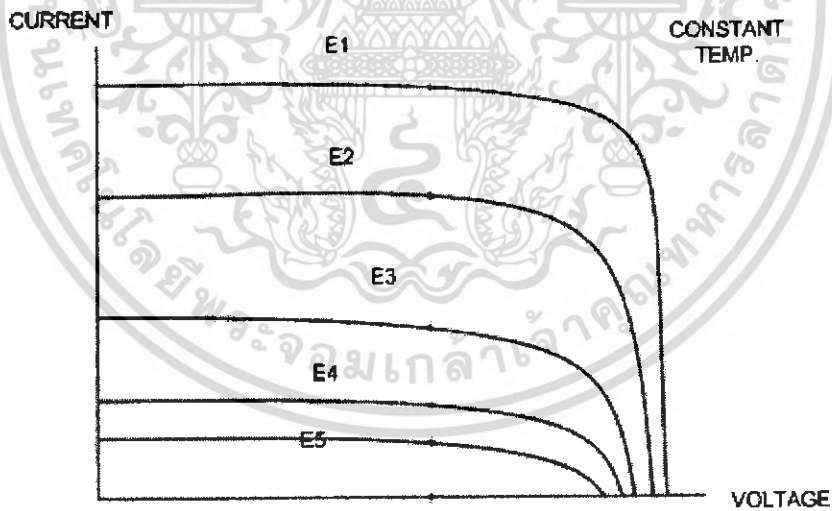


รูปที่ 2.10 Schematic diagram ของเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2.11 V-I curve ของเซลล์แสงอาทิตย์

จากรูปเราสามารถหาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้จากกราฟ และที่ตำแหน่งของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้านี้จะทำให้เกิดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด P_{MAX} ซึ่งจุดเหล่านี้จะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วแต่ช่วงเวลา อุณหภูมิ แวลลุ่ม ความชื้น ฤดูกาล และแนวของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ



รูปที่ 2.12 ค่าความเข้มของแสงกับ V-I Curve

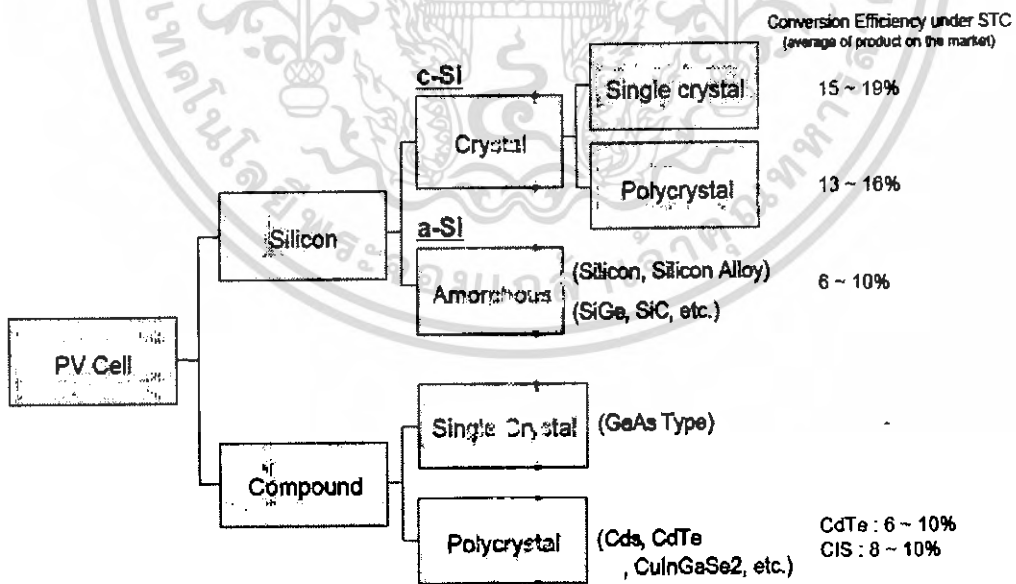
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงาน(Energy conversion efficiency)

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงาน หรือ Energy conversion efficiency η เป็นอัตราส่วนพลังงานที่ถูกเปลี่ยนแปลงจากแสงที่ตกกระทบเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าที่จุดที่ให้พลังงานสูงสุด ต่อ แสงที่มาตกกระทบโดยแสงนี้ต้องมีค่ามาตรฐาน โดยแสงที่ตกกระทบนี้มีค่าเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร W/m^2 ใช้สัญลักษณ์ E และพื้นที่ที่แสงมาตกกระทบใช้สัญลักษณ์ A_c หน่วยเป็นตารางเมตร m^2

$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c} \tag{2.1}$$

การคำนวณหาประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานนั้นทำได้ไม่ยากเพียงแต่โดยส่วนใหญ่แล้วเรามักจะระบุเวลา สถานที่ และฤดูกาลเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ เช่นณ เวลากลางวันภายใต้สภาพอากาศปลอดโปร่งในเดือนมีนาคมจะให้ค่า Solar radiation ประมาณ $1000 W/m^2$ ที่ค่ามาตรฐาน Solar radiation ถ้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานที่ 12% จะได้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ 120 W



รูปที่ 2.13 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

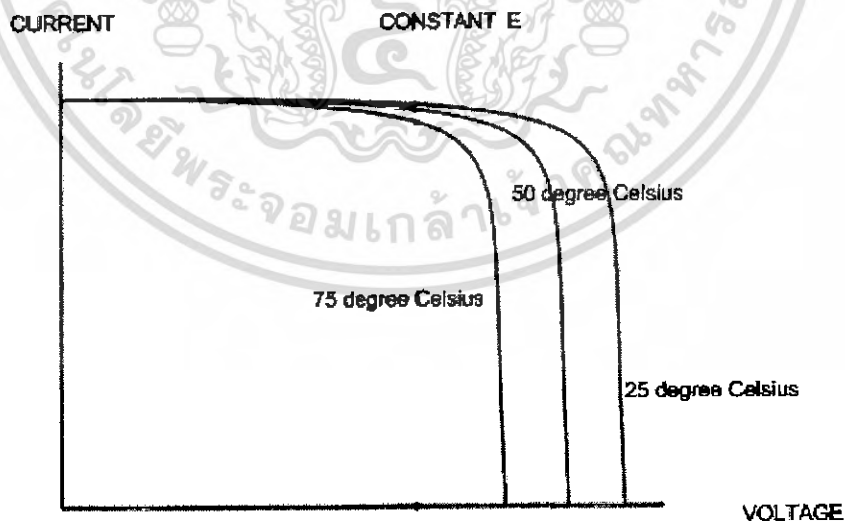
2.1.8 Fill factor

การกำหนดพฤติกรรมของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแสดงได้ในเทอมของ Fill factor (FF) คืออัตราส่วนระหว่างจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด ต่อ ผลคูณของแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร กับ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร

$$FF = \frac{P_M}{(V_{oc} \times I_{sc})} = \frac{(\eta \times A_c \times E)}{(V_{oc} \times I_{sc})} \quad (2.2)$$

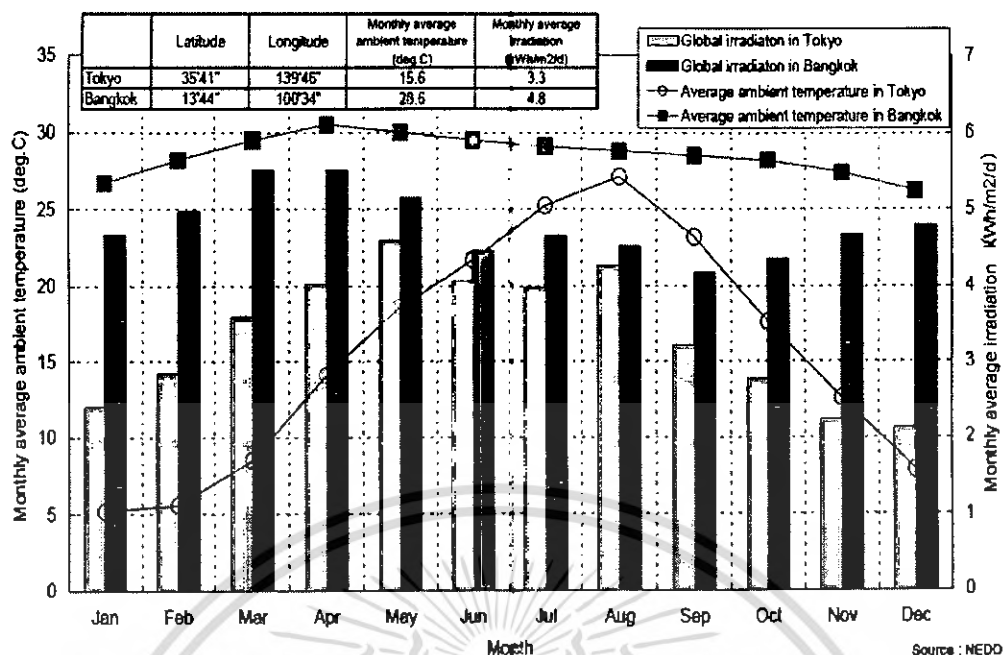
2.1.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ

แผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเมื่อเกิดความร้อนจะทำให้ประสิทธิภาพลดลงแต่เราไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่ต้องทำงานท่ามกลางแสงอาทิตย์ดังนั้นในการออกแบบระบบการใช้เซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีการคำนึงถึงความร้อนในส่วนนี้เพื่อนำมาเป็นประกอบในการพิจารณาประสิทธิภาพแต่โดยส่วนมากแล้วเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในเขตร้อนจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าในเขตที่มีอากาศเย็นดังนั้นความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นตัวประกอบตัวหนึ่งที่มีผลไม่มากนักแต่ไม่ควรมองข้ามเพราะการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในเขตหนาวจะทำให้ตัวประกอบส่วนนี้มีผลต่อกำลังไฟฟ้าขาออกของเซลล์แสงอาทิตย์มากผลของอุณหภูมิมิมีผลอย่างไรต่อเซลล์แสงอาทิตย์เราได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



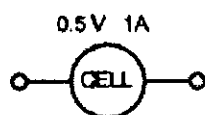
รูปที่ 2.15 การเปรียบเทียบปริมาณแสงระหว่างกรุงเทพ-ญี่ปุ่น

จากรูปคือการเปรียบเทียบปริมาณแสงโดยเฉลี่ยแต่ละเดือนเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างที่กรุงเทพและญี่ปุ่น เราจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการใช้เซลล์แสงอาทิตย์มีความเหมาะสมมากในกรุงเทพ

2.1.10 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์

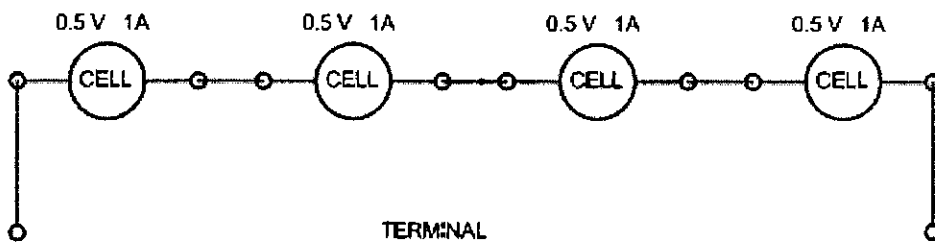
สมมุติให้เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์ มีกระแสและแรงดันดังรูปเราสามารถที่จะต่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดังนี้

การต่อแบบนี้จะได้แรงดันที่ TERMINAL เท่ากับ 2 V และกระแสไฟฟ้า 1 A ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่ได้คือ 2 WATT



รูปที่ 2.16 เซลล์เดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม

สรุป การต่อแบบนี้เรียกว่าการต่อเซลล์แบบอนุกรม

$$\text{แรงดันรวม} = V_M \times \text{จำนวน CELL} \tag{2.3}$$

$$\text{กระแสรวมของแต่ละ CELL} = \text{กระแสของแต่ละ CELL} \tag{2.4}$$

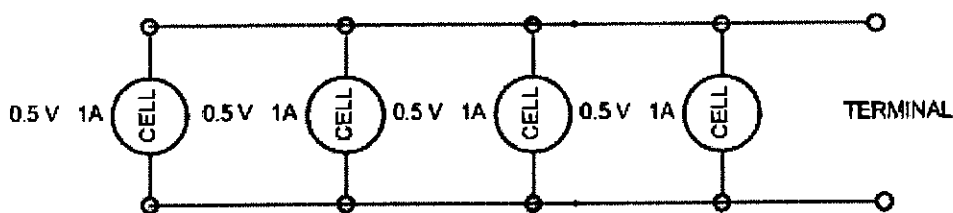
แต่มีข้อควรระวังคือถ้ากระแสของแต่ละ CELL ไม่เท่ากันจะทำให้กระแสที่ออกมาเท่ากับกระแสของ CELL ที่น้อยที่สุดดังนั้นกระแสของแต่ละ CELL ควรจะเท่ากันเพื่อไม่ให้กระแสส่วนที่เกินนั้นเสียเปล่าไป

การต่อเซลล์แสงอาทิตย์อีกลักษณะหนึ่งเรียกว่าการต่อแบบขนานมีลักษณะการต่อดังรูป จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ TERMINAL เท่ากับ 0.5V กระแสไฟฟ้าที่ TERNINAL เท่ากับ 4 A

สรุปคือ

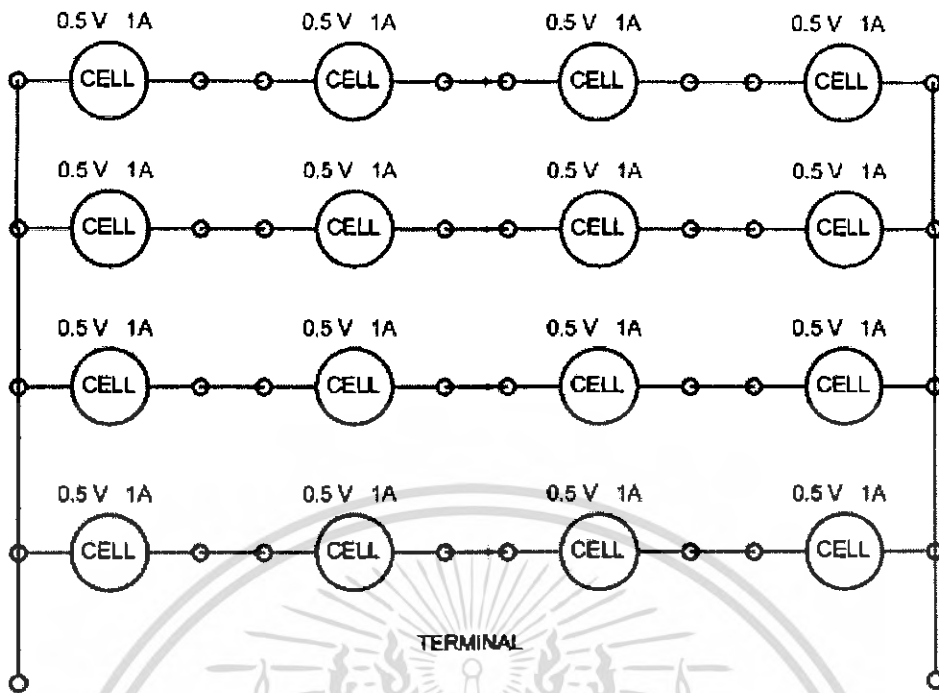
$$\text{กระแสรวม} = \text{กระแสรวมของทุกเซลล์} \tag{2.5}$$

$$\text{แรงดัน} = \text{แรงดันแต่ละ CELL} \tag{2.6}$$



รูปที่ 2.18 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การต่อเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสม

การต่อแบบสุดท้ายคือการต่อแบบผสมจะทำให้ได้ แรงดันที่ TERMINAL เท่ากับ 4 V และ กระแสไฟฟ้าที่ TERMINAL เท่ากับ 4 A และส่วนใหญ่จะต้องมีการต่อ Blocking diode เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าย้อนเมื่อมี CELL แถวใดแถวหนึ่งเสีย

2.1.11 การต่อเป็นระบบของเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงเดียวเราเรียกว่า Module แต่ถ้านำมาต่อกันมากกว่า 1 แผงขึ้นไปเราเรียกว่า Array เราจะระนาอนุกรมหรือขนานก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโหลด

2.1.12 การเสื่อมสภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานแล้ว มักเกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้น เราควรรู้ถึงสาเหตุและสามารถตรวจสอบเพื่อป้องกันความเสียหายให้น้อยที่สุด การเสื่อมสภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์พอสรุปได้ดังนี้ การมีฝุ่นละอองหรือเศษผงต่างๆสะสมอยู่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม

- การเสื่อมสภาพในด้านการยอมให้แสงผ่านของแก้วหรือวัสดุที่ใช้ห่อหุ้มตัวเซลล์ เนื่องจากแสงอุลตราไวโอเลต
- การเกิดรอยแตกหรือร้าวของแผงที่ใช้ห่อหุ้มตัวเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ความชื้นเข้าไปถึงตัวเซลล์แสงอาทิตย์ได้
- การเกิด CORROSION ที่ผิวสัมผัสของตัวเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเกิดการกร่อนของโลหะที่ใช้ทำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากการ สั่นสะเทือนหรือการขยายตัวเนื่องจากความร้อนและความเย็นในการใช้งาน
- การเกิดสายขาดระหว่างการต่อตัวเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์บางตัว เกิดความเสียหายขึ้น การเกิด HOT SPOT เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ถูกบังเงา

2.1.13 อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบเซลล์แสงอาทิตย์

อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบเซลล์แสงอาทิตย์เป็นดรรรชนีที่จะชี้ให้เห็น ถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานอีกทางหนึ่ง เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยวิธี ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงใดๆเนื่องจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่าและมีให้ใช้ชั นีรันตร์ ราคาทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับราคาอุปกรณ์และอายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้น

1. อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ทำจากสารกึ่งตัวนำที่ผ่าน กระบวนการสร้างรอยต่อพีเอ็นที่อุณหภูมิสูงมาก (1,000 องศาเซลเซียส) แต่เมื่อนำมาใช้งานใน ภาคนามจะมีอุณหภูมิใช้งานเพียง 30-35 องศาเซลเซียส สำหรับความเข้มแสงปกติหรือ อุณหภูมิใช้งาน 80-150 องศาเซลเซียส สำหรับความสูง ดังนั้นเงื่อนไขของการใช้งานเช่นนี้จะ ไม่สามารถทำให้โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์เสียหายได้เลย สาเหตุที่จะทำให้เกิดเสียหายจึงมัก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากสภาพแวดล้อมเช่น ความชื้น ไอเคมี ที่มีอยู่ใน บรรยากาศซึ่งอาจทำให้ขั้วโลหะของเซลล์แสงอาทิตย์เกิดการผุกร่อน ร้อนหักหรือหลุดในที่สุด สาเหตุอีกประการหนึ่งได้แก่การเปลี่ยนแปลงทางแมกคานิกส์ เช่น การสั่นสะเทือน แรงกดที่เกิด จากแรงลม ซึ่งอาจทำให้เซลล์แสงอาทิตย์แตกหักได้ อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในคดี จึงยาวนานมากจนวัดหาได้ยาก หากมีการออกแบบวิธีการห่อหุ้มตัวเซลล์อย่างสมบูรณ์แบบมี การออกแบบติดตั้งตัวเซลล์แสงอาทิตย์อย่างถูกต้องและใช้ในงานที่สภาพแวดล้อมที่แห้ง ปราศจากไอเคมี ไม่มีการสั่นสะเทือนหรือแรงกดจากแรงลม ฯลฯ ดังนั้น อายุการใช้งานของ เซลล์แสงอาทิตย์ จึงกำหนดได้จากวิธีออกแบบและลักษณะการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ว่า ควรคุ้มค่าเท่าไรจึงจะคุ้ม

แนวความคิดหนึ่งที่จะใช้กำหนดอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ ช่วง ระยะเวลาจ่ายคืนพลังงาน (Energy Payback) ซึ่งหมายถึง ระยะเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์จะ สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ปริมาณที่เพียงพอกับพลังงานที่ต้องการใช้ในการเซลล์นั้น ได้มีการทดลอง คำนวณระยะเวลาดังกล่าวของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงการอวกาศที่ผลิตโดยโรงงานผลิต ขนาดเล็ก ผลการคำนวณพบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ควรมีอายุถึง 20 ปี จึงสามารถจ่ายคืนพลังงาน ที่ใช้ในการสร้างตัวเซลล์แสงอาทิตย์เอง แต่จากการพัฒนาเทคนิคสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีการ ใช้พลังงานที่ประหยัดขึ้นและเป็นการผลิตแบบจำนวนมาก ช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงานของ เซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันลดลงเหลือ 4 ปี และคาดว่าเทคนิคการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในปี ค.ศ. 1986 จะทำให้ช่วงระยะเวลาดังกล่าวสั้นลงไปอีกคือเหลือไม่กี่เดือนจากการวิเคราะห์ กระบวนการผลิต POLY SILICON ของบริษัทซีเมน ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ประหยัด

พลังงานเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันจะลดช่วงระยะเวลาจ่ายคืนพลังงานเหลือเพียงระหว่าง 1-1.5 ปี เท่านั้น

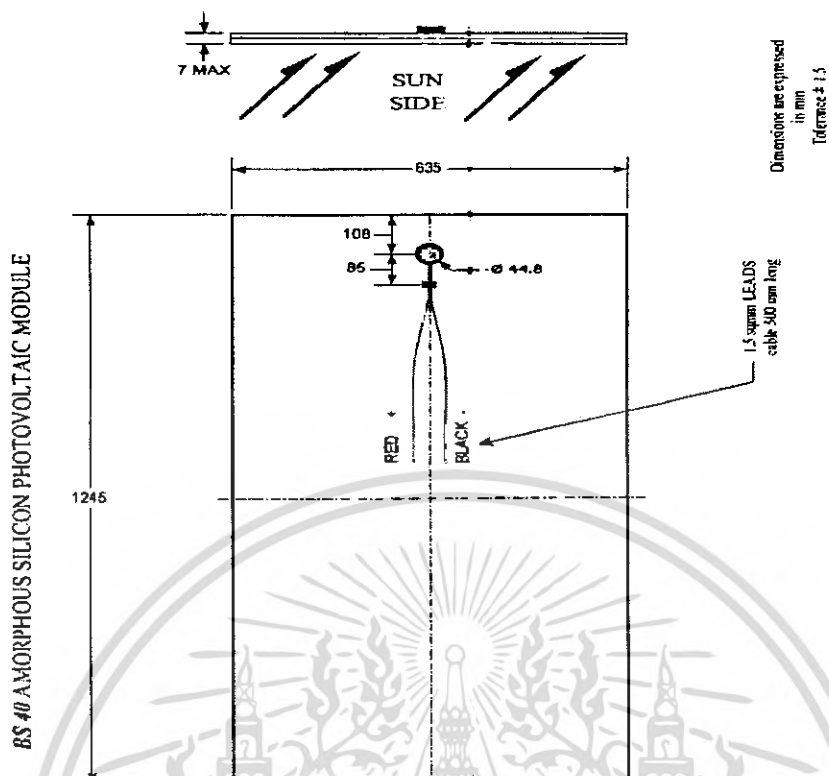
2. อายุการใช้งานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ นอกเหนือจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว องค์ประกอบที่สำคัญที่จะเป็นตัวกำหนดอายุการใช้งานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อายุของแบตเตอรี่ที่ใช้ในการสะสมพลังงาน แบตเตอรี่แต่ละชนิดมีอายุการใช้งานที่แตกต่างโดยกำหนดจาก LIFE CYCLE ของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่จะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานหากมีการใช้งานที่ถูกต้อง เช่น มีการติดตั้งที่บำรุงรักษาอยู่เสมอเพราะในการอัดไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จนเกินพอนในบางครั้ง จะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพลงได้ จึงควรมีวงจรควบคุมการอัดไฟ ติดตั้งในระบบด้วย เมื่ออัดไฟเต็มแบตเตอรี่แล้วควรมีการสับสวิทช์วงจรเพื่อจ่ายกำลังไฟส่วนเกินนั้นทิ้งเสีย เช่น จ่ายให้กับตัวต้านทานเพื่อคายพลังงานในรูปของความร้อน เป็นต้น เป้าหมายของอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้งานกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ควรมีค่าประมาณ 10 ปี จึงควรมีการพัฒนาแบตเตอรี่ให้มีคุณภาพดังกล่าวในอนาคต

ส่วนองค์ประกอบอื่นๆที่เหลือล้วนแต่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หากมีการติดตั้งที่ถูกต้องภายในตัวอาคารที่ควบคุมอุณหภูมิ อายุการใช้งานขององค์ประกอบเหล่านี้ จะยาวนานพอสมควร หากมีการตรวจพบที่มีความเสียหายเกิดขึ้น ก็สามารถสับเปลี่ยนของใหม่ได้ทันที หรือตัดองค์ประกอบนั้นทิ้งเสียได้ ช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยมิได้ทำให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์เสียหาย

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าอายุการใช้งานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้นขึ้นอยู่กับอายุของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ที่ใช้สะสมพลังงานเป็นสำคัญ การวิจัยและพัฒนาจึงมุ่งไปที่องค์ประกอบทั้งสองนี้เป็นส่วนใหญ่ ทั้งทางด้านอายุการใช้งานในอุดมคติและเทคนิคการใช้งานที่มีประสิทธิภาพโดยการออกแบบโครงสร้างและการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้น การศึกษาวิธีการออกแบบเซลล์แสงอาทิตย์อย่างเป็นระบบ ตลอดจนการหาประสบการณ์จากการติดตั้งระบบในภาคสนาม จึงเป็นวิธีการทางวิศวกรรมที่จำเป็น

72631

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

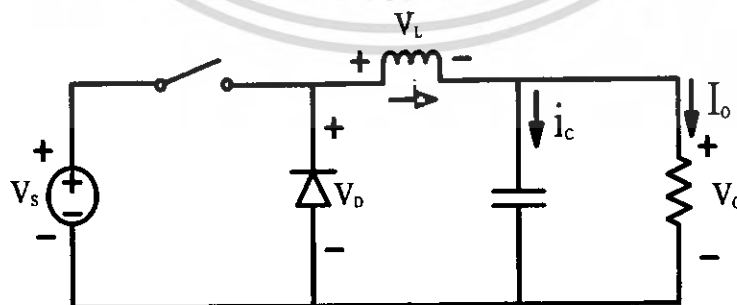


รูปที่ 2.20 Typical ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้งาน

2.2 วงจรที่จะใช้ในการนำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์มาประจุให้กับแบตเตอรี่

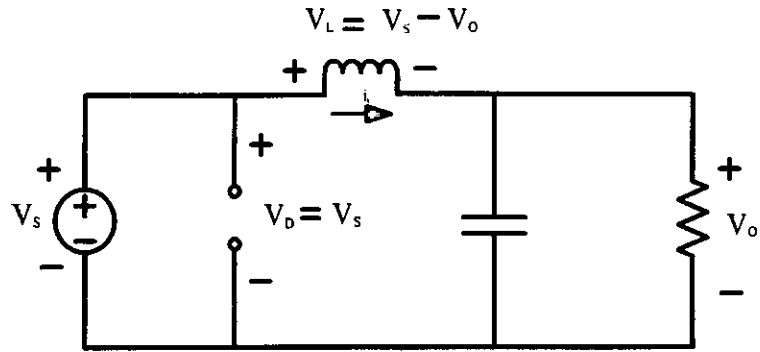
2.2.1 วงจร Buck converter

หลักการทำงานของวงจร Buck converter เพื่อจะออกแบบให้ได้แรงดันไฟฟ้าด้านออกตามที่ต้องการ คือ ต้องเริ่มจากที่ว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำในแต่ละคาบเวลามีค่าเท่ากับศูนย์ จากนั้นก็จะสามารถหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำได้ตั้งสมการที่ (2.10) การวิเคราะห์การทำงานของสวิตช์ในแต่ละโหมดจะต้องวิเคราะห์ในสภาวะอยู่ตัวดังนี้



รูปที่ 2.21 วงจร Buck converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์นำกระแส

ขณะสวิตช์นำกระแส

กระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะไหลผ่านสวิตช์ ผ่านตัวเหนี่ยวนำไปยังโหลด โดยที่กระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะไปเก็บที่ตัวเก็บประจุ จากกฎของเคอร์ชอฟสามารถเขียนเป็นสมการของแรงดันไฟฟ้าดังนี้

$$-V_s + v_L + V_o = 0 \tag{2.7}$$

$$v_L = V_s - V_o \tag{2.8}$$

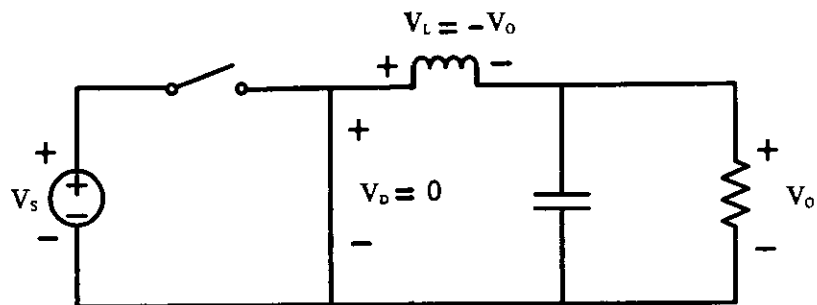
$$v_L = L \frac{di_L}{dt} \tag{2.8}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L} \tag{2.9}$$

dt ในกรณีอยู่ในช่วงเวลานำกระแส คือ $dt = DT$

$$\Delta i_{L,on} = \left(\frac{V_s - V_o}{L} \right) DT \tag{2.10}$$

ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส



รูปที่ 2.23 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส ไดโอดจะถูกไบอัสไปหน้า (Forward bias) ให้นำกระแส ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำเกิดการล่ออย่างต่อเนื่อง และจากกฎของคอรีชอฟฟ์ จะได้สมการของแรงแดันไฟฟ้าดังนี้

$$v_L = -v_o \quad (2.11)$$

$$v_L = -V_o = L \frac{di_L}{dt} \quad (2.12)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{\Delta i_{L,off}}{\Delta t} = \frac{-V_o}{L} \quad (2.13)$$

ความหมายของสมการที่ (2.13) คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำจะค่อย ๆ มีค่าลดลง เพราะการเปลี่ยนแปลงกระแสตัวเหนี่ยวนำต่อเวลามีค่าเป็นลบ

dt ในกรณีอยู่ในช่วงเวลาหยุดนำกระแส คือ $dt = (1-D)T$ ดังนั้นจากสมการที่สามารถจัดรูปใหม่ได้เป็น

$$\Delta i_{L,off} = -\left(\frac{V_o}{L}\right)(1-D)T$$

การออกแบบวงจร Buck converter นั้นเราจะพยายามออกแบบให้ทำงานอยู่ในขอบเขตของโหมดกระแสไม่ต่อเนื่องเพื่อที่จะสามารถควบคุมกระแสได้โดยง่าย

ช่วงเวลา D_1T คือช่วงเวลาที่สวิตช์ไม่นำกระแสและกระแสไฟฟ้าในตัวเหนี่ยวนำมีค่าลดลงจนถึงศูนย์ ช่วงเวลา $(D+D_1)T - T$ หมายถึงช่วงเวลาที่สวิตช์ไม่นำกระแสและกระแสไฟฟ้าในตัวเหนี่ยวนำมีค่าเป็นศูนย์

$$D_1 = 1 - D \quad (2.14)$$

ถ้า

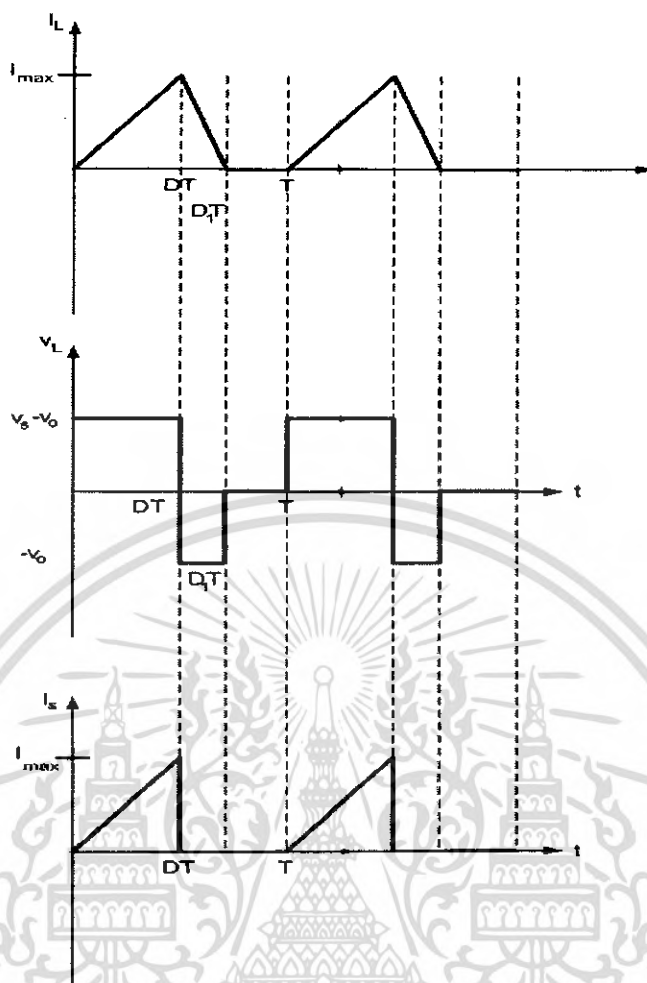
$$D_1 < 1 - D \quad (2.15)$$

จะเป็นการทำงานในโหมดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องและถ้า

$$D_1 > 1 - D \quad (2.16)$$

จะยังเป็นการทำงานในโหมดกระแสไฟฟ้าไม่ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านตัวเหนี่ยวนำ

2.3 Maximum power point tracking

การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ต่างๆ ไปจะเป็นการต่อเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้งานในรูปแบบต่างๆ กันออกไปแต่โดยปกติการใช้งานโดยทั่วไปนั้นไม่ได้คำนึงถึงกำลังไฟฟ้าที่สูญหายไปขณะที่นำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานการทำ Maximum power point tracking หรือ MPPT คือการดึงกำลังไฟฟ้าที่สูญหายไปนั้นมาใช้งานทำให้เราสามารถนำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่

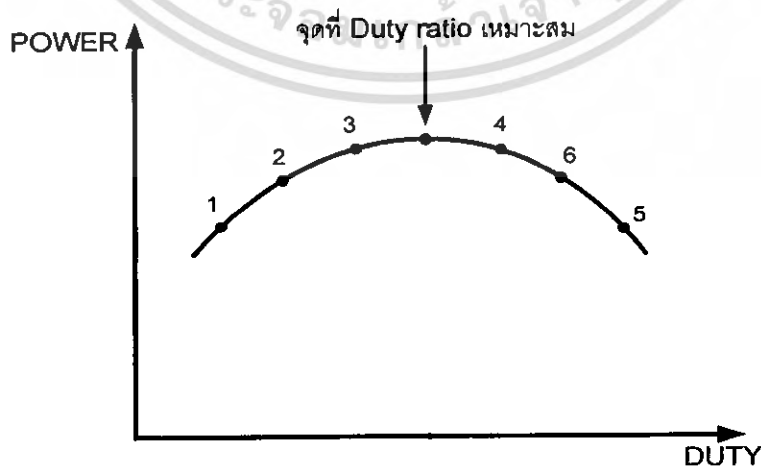
Maximum power point tracking เป็นการติดตามค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าอาจมีการเข้าใจผิดว่า Maximum power point tracking คือวิธีการเดียวกับ Sun tracking แต่จริงๆ แล้ว Sun tracking คือการติดตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์โดยการเคลื่อนที่เซลล์แสงอาทิตย์ให้อยู่ในลักษณะตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ตลอดเวลา แต่ Maximum power point tracking เป็นการทำให้กำลังไฟฟ้าขาออกของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเป็นกำลังไฟฟ้าที่ค่าสูงสุดตลอดเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์กำลังรับแสงอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังไฟฟ้าที่หายไปขณะที่เราดึงพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์หายไปได้อย่างไร? เราจะยกตัวอย่าง ดังเช่น เรามีเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 24 โวลต์ 1 แอมแปร์ เซลล์แสงอาทิตย์ของเราจะมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 24 วัตต์ เราต้องการชาร์จแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์เราจึงทำการลดแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีแรงดันเท่ากับ 14 โวลต์เพื่อให้มีแรงดันที่เหมาะสมกับการชาร์จแบตเตอรี่ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่เราได้คือ 14×1 เท่ากับ 14 วัตต์ กำลังไฟฟ้าของเรากำลังหายไป 10 วัตต์ กำลังไฟฟ้านี้ไม่ได้หายไปเพียงแต่เรายังไม่สามารถที่จะดึงให้กำลังไฟฟ้าเหล่านี้ออกมาใช้งานเปรียบเสมือนว่าเราใช้งานแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างไม่เต็มที่

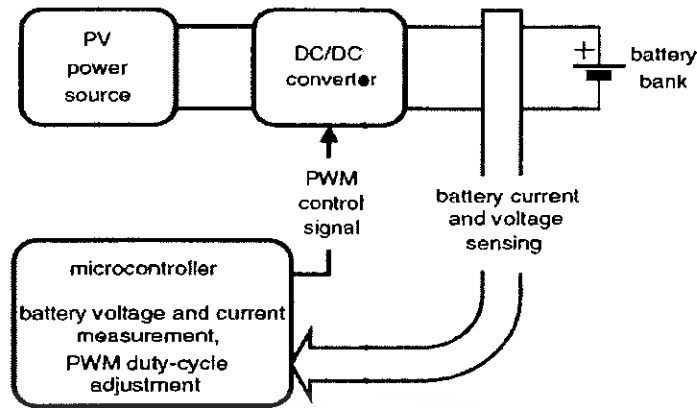
2.3.1 วิธีการดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้วงจร DC/DC BUCK CONVERTER

โดยปกติแล้ววงจร Buck converter ที่เราใช้งานนั้นจะมีค่า Duty ratio ค่าใดค่าหนึ่งเพื่อทำให้วงจรนั้นมีแรงดันไฟฟ้าขาออกคงที่เพียงค่าเดียวถ้าหากเรานำวงจร Buck converter ดังกล่าวมาใช้งานแล้วจะทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขาออกที่ค่าใดค่าหนึ่งแต่เมื่อใดก็ตามที่ค่าตัวดีไซเคิลของเราเปลี่ยนแปลงได้เราจะได้ค่ากำลังไฟฟ้าขาออกที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปแต่ไม่จำเป็นว่าตัวดีไซเคิลมากจะต้องได้กำลังไฟฟ้าขาออกมากเสมอไปเพราะเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะให้กำลังไฟฟ้าที่มีค่าสูงสุดในแต่ละช่วงเวลานั้นเปลี่ยนแปลงไปตามแสงที่มาจากกระทบรวมไปถึงค่าแรงดันและกระแสที่เหมาะสมในการได้ผลคูณของกระแสและแรงดันที่มากที่สุดดังยกตัวอย่างง่ายๆ เช่น เรามีเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 120 W นำไปปรับแสงแดดเวลา 14:00 น หลังจากลองปรับค่าตัวดีไซเคิลแล้วพบว่าได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 110 W ที่ตัวดี 60 % และเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ลองปรับค่าตัวดีไซเคิลแล้วพบว่าได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 108 W ที่ตัวดี 63 % ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่าค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในขณะที่เราต้องทำการติดตามค่านั้นตลอดเวลาด้วยจึงจะทำให้เราสามารถที่จะดึงค่าพลังงานสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ออกมาได้อย่างเต็มที่และไม่เสียโอกาสนั้นไป



รูปที่ 2.25 ตัวดีที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 Block diagram ของวงจร Buck converter ที่ใช้ทำ MPPT

แต่การที่จะติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดตลอดเวลาการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเราจึงต้องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้การติดตามกำลังไฟฟ้าเป็นไปได้อย่างต่อเนื่องโดยมีวงจรคร่าวๆ ดังรูปที่ 2.26 แต่การสร้างวงจรเพื่อที่จะทำ MPPT นั้นสามารถทำได้หลายแบบเราสามารถพิจารณาได้ตามความเหมาะสมแต่

2.4 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของวงจรอัดประจุไฟฟ้า

การอัดประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่มีหลายวิธียกตัวอย่าง เช่น วิธีการใช้กระแสที่วิธีการใช้พัลส์ของกระแส วิธีการใช้กระแสค่าต่ำๆ (Trickle Method) วิธีการใช้กระแสที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ (Taper Current) นอกจากนี้การอัดประจุยังสามารถแบ่งเป็นหลายช่วง ในช่วง soft start จะเป็นการปรับสภาพแบตเตอรี่เพื่อให้พร้อมกับการอัดประจุ โดยในช่วงนี้กระแสจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นสู่กระแสสูงสุดในเวลาประมาณ 2 นาที ช่วง fast charge จะเป็นช่วงหลักของการอัดประจุ โดยค่ากระแสเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง C/2 ถึง 4C ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเครื่องอัดประจุ เมื่อจบช่วง fast charge แบตเตอรี่จะเต็มถึงประมาณ 80-90% หลังจากนั้นจะเป็นช่วง topping charge เพื่อเติมประจุให้เต็มและช่วง maintenance charge เพื่อรักษาประจุให้เต็มอยู่เสมอ ในสองช่วงนี้กระแสเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ C/10 และ C/40 ตามลำดับ ทั้งนี้ในแต่ละช่วงอาจใช้กระแสที่มีค่าไม่คงที่โดยอาจใช้กระแสที่มีลักษณะเป็นพัลส์หรือเป็นพัลส์บวกสลับกับพัลส์ลบสั้นๆ ก็ได้

การตรวจจ็บบว่าแบตเตอรี่ได้รับการอัดประจุจนเต็มแล้วก็ยังมีหลายวิธี เช่นกัน การตรวจความเปลี่ยนแปลงของแรงดันของแบตเตอรี่ (Voltage slope termination) การตรวจจ็บบอุณหภูมิของตัวแบตเตอรี่ (Temperatures termination) และการจับเวลา (Time termination) โดยทั่วไปแรงดันและอุณหภูมิของแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนที่ประจุจะเต็ม ดังนั้นตัวแปรทั้งสองจึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดประจุเต็มได้ ส่วนการจับเวลามักใช้เป็นวิธีสำรองเพื่อเป็น safety backup เท่านั้น เครื่องอัดประจุไฟโดยทั่วไปมักจะใช้มากกว่าหนึ่งวิธีเพื่อเพิ่มความแม่นยำและป้องกันการอัดประจุเกิน โดยการอัดประจุแบ่งออกได้เป็นดังนี้

2.4.1 การอัดประจุแบบแรงดันคงที่ (Constant Voltage Charging) ซึ่งการอัดประจุแบบนี้มีความต้องการให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะประจุเต็ม (Fully Charge) เสมอ โดยจะต้องระวังใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องการอัดประจุสูงเกินไป ซึ่งการอัดประจุแบบนี้ทำให้แรงดันเอาท์พุทมีเสถียรภาพพร้อมทั้งมีความจุกระแสสูง ซึ่งในช่วงที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่าต่ำๆ ค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่มีค่าน้อยมาก ฉะนั้นกระแสที่อัดประจุจึงมีค่าสูงมาก เป็นผลให้เครื่องอัดประจุต้องมีขนาดใหญ่และราคาแพง อีกทั้งยังทำให้เกิดความร้อนภายในแบตเตอรี่ ซึ่งปกติเครื่องอัดประจุแบบนี้จะมีอุปกรณ์ช่วยในการจำกัดกระแสเริ่มต้นโดยใช้ Constant current regulation และในตอนท้ายของการอัดประจุกระแสจะลดลงอย่างอัตโนมัติ

2.4.2 การอัดประจุแบบกระแสคงที่ (Constant Current Charging) ซึ่งวิธีการนี้มีข้อดีตรงที่ว่าไม่จำเป็นต้องชดเชยทางอุณหภูมิเหมือนการอัดประจุแบบแรงดันคงที่ แต่ก็มีข้อเสียคือต้องระวังเรื่องเวลาการอัดประจุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการอัดประจุด้วยกระแสสูงๆ ซึ่งแบตเตอรี่จะเต็มภายในเวลาอันสั้นๆ เท่านั้น การอัดประจุด้วยอัตรากระแสสูงทำให้แรงดันที่แบตเตอรี่สูงเกินไป ส่งผลทำให้อายุของแบตเตอรี่มีค่าลดลง

2.4.3. การอัดประจุแบบลดค่ากระแส (Tapered Current Charging) ซึ่งเป็นวิธีการอัดประจุแบตเตอรี่ที่ง่ายและไม่ซับซ้อน ราคาถูก วงจรการอัดประจุประกอบด้วย หม้อแปลง วงจรเรียงกระแส และค่าความต้านทานที่เหมาะสม สำหรับจำกัดกระแส การอัดประจุแบบนี้สามารถใช้แทนการอัดประจุแบบกระแสคงที่ได้ ไม่เพียงเฉพาะการอัดประจุแบตเตอรี่หลายๆ ลูกในครั้งเดียวเท่านั้น ยังสามารถใช้ในระบบ Trick Charge ได้ด้วย

2.4.4 การอัดประจุแบบรวม (Combination Charging: two - step) ซึ่งวิธีการนี้บางทีเรียกว่า Two - Rate โดยการนำเอาการอัดประจุแบบกระแสคงที่ และแบบแรงดันคงที่ รวมเข้าด้วยกัน โดยในการอัดประจุขั้นแรกนั้น จะใช้วิธีการอัดประจุเร็ว และขั้นที่สอง จะใช้การอัดประจุด้วยกระแสต่ำ การสวิตช์จากขั้นแรกไปขั้นที่สอง อาจทำได้หลายวิธี เช่น การตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ หรือ ควบคุมเวลาในการอัดประจุ หรือ ตรวจสอบกระแสในการอัดประจุ เป็นต้น

2.5 แบตเตอรี่แบบอัดประจุได้

แบตเตอรี่แบบอัดประจุได้ (Rechargeable Battery) ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด คือ ชนิดนิกเกิลแคดเมียม (NiCd) ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (NiMH) และชนิดลิเทียมไอออน (Li ion) โดยมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

2.5.1 แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียม (NiCd)

แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียมเป็นแบตเตอรี่แบบอัดประจุได้สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แพร่หลายที่สุดและมีราคาต่ำที่สุด โดยมีขั้วแอโนดหรือขั้วบวกของแบตเตอรี่ทำมาจากนิกเกิลที่ถูกออกซิไดซ์ (Nickel Oxide Hydroxide) ในขณะที่คาโทดหรือขั้วลบทำมาจากแคดเมียมและมีอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสารละลายของเหลวของ Potassium Hydroxide แรงดันต่อเซลล์มีค่าค่อนข้างคงที่ที่ 1.2 โวลต์เกือบคงที่ตลอดช่วงการใช้งาน แบตเตอรี่ชนิดนี้มีความมีความทนทานสูงทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านไฟฟ้า สามารถจ่ายกระแสได้สูงตลอดช่วงการใช้งาน (ทั้งในขณะที่มีประจุเต็มและประจุเกือบหมด) ดังนั้นจึงเหมาะสมเป็นพิเศษกับเครื่องใช้ที่ต้องใช้กระแสสูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียมมีข้อเสียหลายอย่าง ที่สำคัญที่สุดคือ ปรากฏการณ์ความจำหรือ memory effect ปรากฏการณ์นี้ คือการที่แบตเตอรี่สามารถเก็บประจุได้น้อยลง หากตัวแบตเตอรี่ถูกนำไปอัดประจุขณะที่ยังใช้ประจุไฟไม่หมดเป็นเวลาหลายครั้ง นอกจากนี้ แบตเตอรี่ชนิดนี้มีความสามารถในการเก็บประจุไฟต่อหน่วยน้ำหนักต่ำ มีอัตราการสูญเสียประจุเมื่อไม่ได้ถูกใช้งานสูงถึงประมาณ 20% ต่อเดือน ที่สำคัญที่สุดคือ แคดเมียมเป็นสารก่อมะเร็งที่มีพิษสูงมาก ถึงแม้แบตเตอรี่ทุกชนิดจะมีส่วนประกอบที่เป็นสารพิษอยู่ไม่มากก็น้อยแต่แคดเมียมถือว่าร้ายแรงกว่าสารตัวอื่น ๆ มาก

2.5.2 แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (NiMH)

แบตเตอรี่นิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ (NiMH) ถูกพัฒนามาเพื่อแก้ไขข้อเสียต่างๆ ของแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่ชนิดนี้ถูกดัดแปลงมาจากชนิดนิกเกิลแคดเมียม โดยการเปลี่ยนสารที่ใช้ทำขั้วลบจากแคดเมียมเป็นอัลลอยของโลหะที่ดูดซึมไฮโดรเจนไว้ (metalhydride) เนื่องจากอัลลอยของโลหะความจุต่อปริมาตรสูงกว่าแคดเมียม ดังนั้นจึงมีปริมาตรเหลือให้ใช้ขั้วบวกที่ใหญ่ขึ้นได้ ผลก็คือ แบตเตอรี่มีความจุต่อหน่วยปริมาตรสูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียมประมาณ 1.5 ถึง 2 เท่า ลักษณะแรงดันของแบตเตอรี่ชนิดนี้จะคล้ายคลึงกับชนิดนิกเกิลแคดเมียมมาก ดังนั้นจึงสามารถนำไปทดแทนแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียมได้โดยไม่ต้องแก้ไขอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่อย่างใด ทั้งนี้มีข้อควรระวัง คือไม่ควรใช้แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์กับอุปกรณ์อัดประจุไฟของแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลแคดเมียมเนื่องจากความแตกต่างของลักษณะสมบัติในขณะอัดประจุไฟ

นอกจากความจุสูงกว่าแล้วแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์ยังมีข้อดีอีกคือ ไม่มีปรากฏการณ์ความจำทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น และไม่มีสารพิษแคดเมียม แบตเตอรี่ชนิดนี้มีจุดด้อยอยู่บ้าง คือ สามารถจ่ายกระแสต่ำกว่าชนิดนิกเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่จะมีอุณหภูมิสูงในขณะอัดประจุทำให้การตรวจจับว่าแบตเตอรี่ถูกอัดประจุจนเต็มแล้วทำได้ยากขึ้น อัตราการรั่วไหลของประจุขณะไม่ใช้งานสูงถึง 30% ต่อเดือน และสามารถนำไปอัดประจุได้น้อยครั้งกว่าชนิดนิกเกิลแคดเมียม

2.5.3 แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน (Li-ion)

ลิเทียมถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ในแบตเตอรี่เพราะเป็นธาตุที่มีน้ำหนักเบา และมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีสูง ทำให้แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนมีความสามารถในการเก็บพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักและต่อหน่วยความจุสูงกว่าแบตเตอรี่ตระกูลนิกเกิลที่ได้กล่าวมาข้างต้น ในขณะที่แบตเตอรี่แบบนิกเกิลเมทัลไฮไดรด์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับชนิดนิกเกิลแคดเมียมเนื่องจากแอโนดและอิเล็กโทรไลต์ทำมาจากสารชนิดเดียวกัน แบตเตอรี่ประเภทลิเทียมไอออนมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปมาก โดยแรงดันมากกว่าการใช้งานเริ่มจากประมาณ 3.6 โวลต์

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนใช้ขั้วลบที่ทำจาก กราไฟต์ หรือ Petroleum coke และขั้วบวกที่ทำจาก LiCoO_2 หรือ LiNiO_2 หรือ LiMn_2O_4 โดลิเทียมไอออนจะวิ่งกลับไปกลับมาระหว่างขั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองในขณะที่แบตเตอรี่กำลังจ่ายไฟหรือถูกอัดประจุไฟ บบางครั้งเทคโนโลยีของลิเทียมจึงเรียกว่า เทคโนโลยีเก้าอี้โยก (Rocking chair technology, RCT) อิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมจะเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvent) ที่มีเกลือละลายอยู่

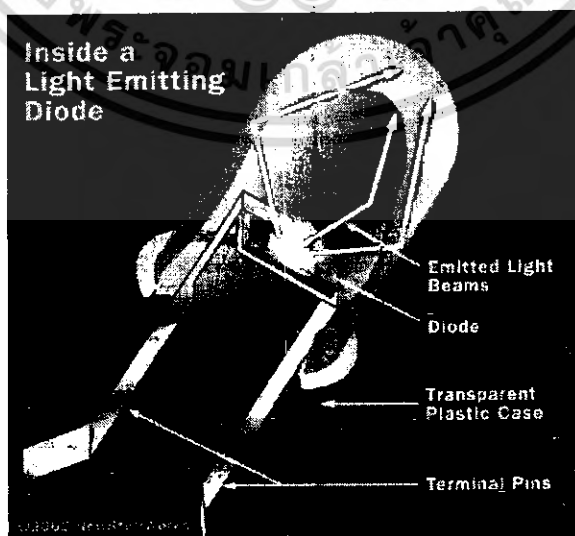
ข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนนอกจากความจุสูงและน้ำหนักเบาแล้ว ก็คือแรงดันจำเพาะที่เป็น 3.6 โวลต์ แรงดันนี้สูงพอที่จะขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ โดยใช้แบตเตอรี่ลิเทียมเพียงก้อนเดียวได้ ในแง่ของการใช้งานแบตเตอรี่ชนิดนี้มีความสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงและต่ำแบตเตอรี่ตระกูลนี้เกิด นอกจากนี้ยังสามารถอัดประจุได้อย่างรวดเร็วในเวลาเพียงหนึ่งชั่วโมง ข้อควรระวังในการใช้งานแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ การอัดประจุจนเกินขีดจำกัดเนื่องจากตัวคาโทดหรือขั้วลบกับอิเล็กโทรไลต์จะ Decompose ทำให้ความดันในตัวแบตเตอรี่สูงขึ้น และเกิดการระเบิดได้

2.5.4 แบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ

นอกจากแบตเตอรี่ที่ได้อธิบายมาแล้วนั้นยังมีแบตเตอรี่แบบอัดประจุไฟฟ้าชนิดอื่นอีก เช่น แบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว (Lead acid) แบบสังกะสี-อากาศ (Zinc-air) แบบลิเทียมโพลีเมอร์ (Lithium-polymer)

2.6 ทฤษฎี LED

Light-emitting-diode(LED) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถเปล่งแสงออกที่มีความยาวคลื่นแคบๆออกมาได้เมื่อ LED ได้รับแรงดันไบแอสตรงปรากฏการณ์นี้เรียกว่า electroluminescence LED เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานน้อยแต่ให้แสงสว่างที่สูงเมื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้ แสงสีที่ต่างกันของหลอด LED นั้นเกิดจากคุณสมบัติของวัสดุที่สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ทำ LED



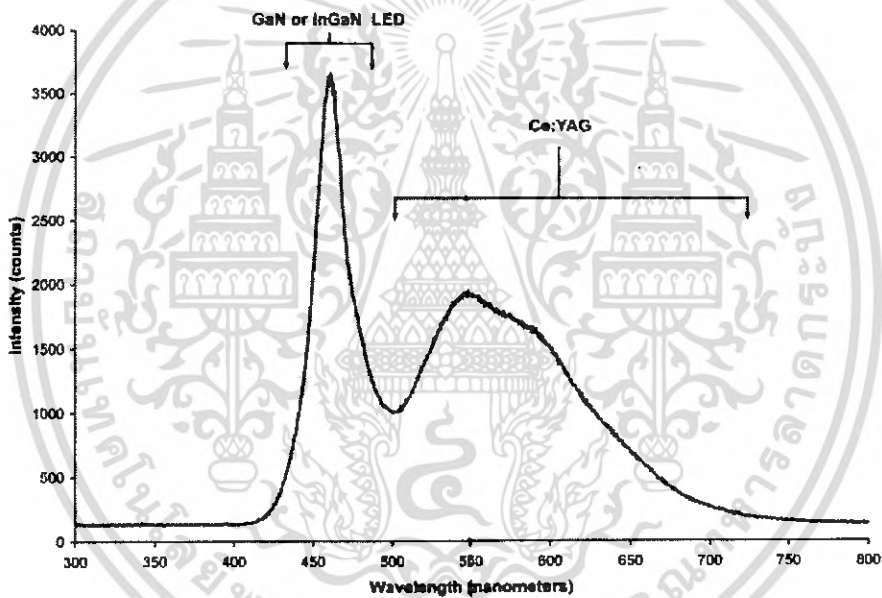
รูปที่ 2.27 โครงสร้างภายในของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

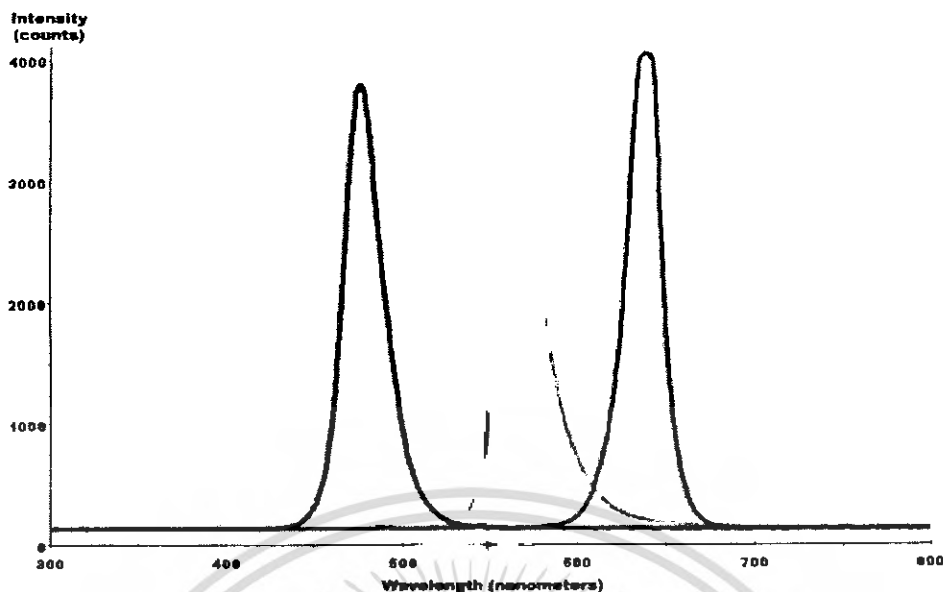
2.6.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

LED คล้ายกับไดโอดทั่วไปที่ต้องมีการได้ปसारเพื่อที่จะสร้างรอยต่อ P-N Junction ลักษณะเดียวกับไดโอดกระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านจากทางด้าน P-side หรือ Anode ไปยัง N-side หรือ Kathode แต่ในทางกลับกันกระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถไหลได้ เมื่อ electron และ electron hole เคลื่อนที่ผ่านรอยต่อจาก electrodes ด้วยศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันทำให้ electron จับคู่กับ hole และเคลื่อนตัวไปยังด้านที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำและปลดปล่อยพลังงานที่เรียกว่า Photon

ความยาวคลื่นของแสง และสีของแสงแปรค่าตาม band gap energyของวัสดุที่formตัว เป็น P-N Junction ในไดโอดทั่วไปที่เป็น silicon และ germanium electron และ hole จะจับคู่กันในลักษณะ non-radiative transition จึงไม่เกิดการเปล่งแสงขึ้นเพราะ band gap ไม่อยู่ในย่านที่จะทำให้เปล่งแสงออกมาใกล้เคียงกับ Infrared และ ultraviolet



รูปที่ 2.28 Spectrum of a "white" LED clearly which is directly emitted by the GaN-based LED (peak at about 465 nanometers) and the more broadband stokes shifted light emitted by the Ce^{3+} :YAG phosphor which extends from around 500 to 700 nanometers.



รูปที่ 2.29 Combined spectral curves for blue, yellow-green, and high brightness red solid-state semiconductor LEDs. FWHM spectral bandwidth is approximately 24-27 nanometres for all three colors

2.6.2 การให้สีของสารต่างๆที่นำมาสร้าง LED

Aluminum gallium arsenide (AlGaAs) – red and infrared

Aluminum gallium phosphide (AlGaP)-green

Aluminum gallium indium phosphide (AlGaInP)-high-brightness orange, yellow and green

Gallium arsenide phosphide (GaAsP)-red ,orange-red ,orange and yellow

Gallium phosphide(GaP)-red ,yellow and green

Gallium nitride (GaN)-green,pure green(or emerald green),and blue also white(if it has an AlGaN Quantum Barrier)

Indium gallium nitride(InGaN)-near ultraviolet,bluish-green and blue

Silicon carbide(SiC)as substrate---blue

Silicon(Si)as substrate---blue(under development)

Sapphire(Al_2O_3)as substrate---blue

Zinc selenide(ZnSe)-blue

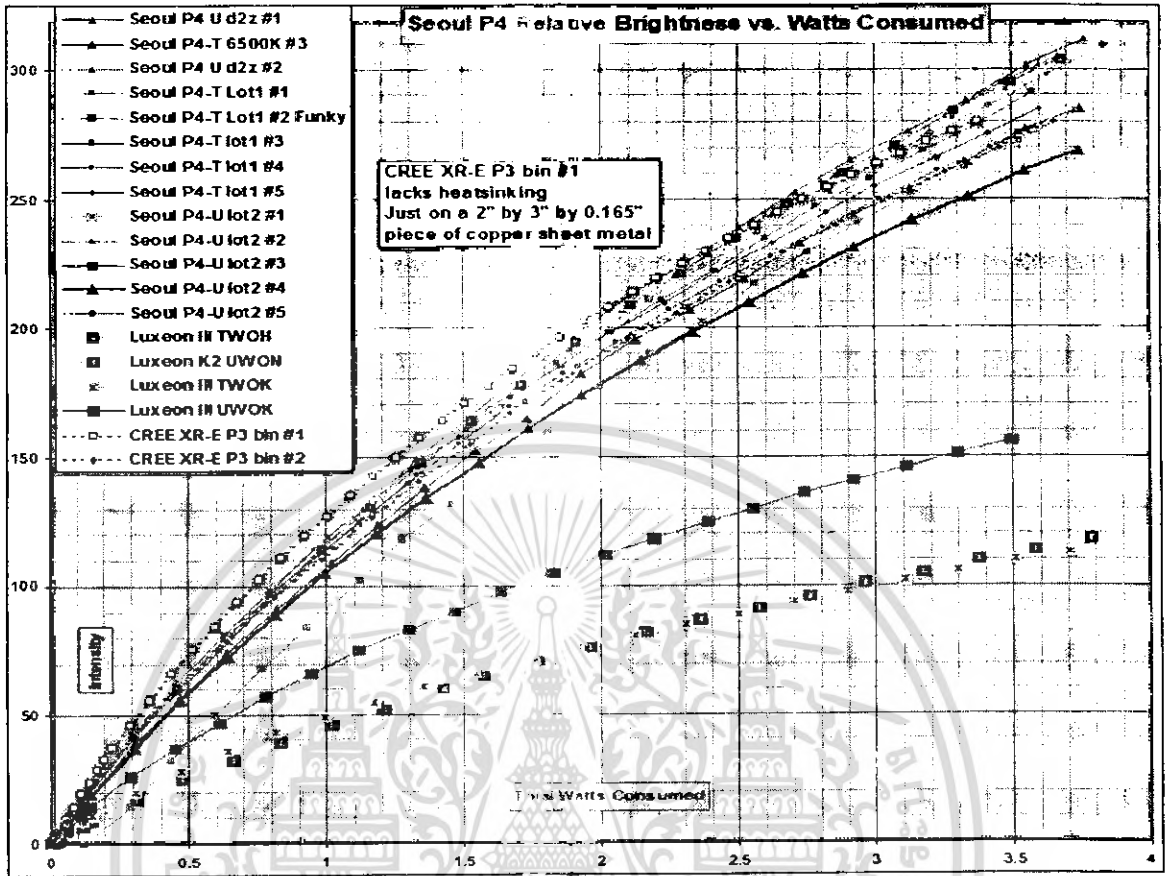
Diamond(C)-ultraviolet

Aluminum nitride(AlN),aluminum gallium nitride(alGaN)-near to far ultraviolet

2.6.3 High power LED

หลอดLEDกำลังสูงนั้นเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพสูงโดยมีให้เลือกหลายสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ค่าความส่องสว่างเมื่อเทียบกับกำลังไฟฟ้าของหลอด High power LED

2.7 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของวงจรนับเบอร์

วงจรนับเบอร์ เป็นส่วนที่เพิ่มเข้ามาในวงจรคอนเวอร์เตอร์ เพื่อลดกำลังสูญเสียและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งในขณะที่วงจรทำงานปกติ โดยทั่วไปจะประกอบด้วยตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุและไดโอด ในบางครั้งอาจเรียกว่า วงจร RCD นับเบอร์ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.7.1 วงจรนับเบอร์ช่วงหยุดนำกระแส (Turn off Snubber) จากการสูญเสียกำลังที่เกิดขึ้นบนสวิตซ์ไม่ว่าจะเป็น มอสเฟต หรือ ทรานซิสเตอร์ มักจะสูญเสียในขณะที่เปลี่ยนสถานะการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะเริ่มหยุดนำกระแส ก่อนที่สวิตซ์จะหยุดนำกระแส นั้น กระแสจะลดลงอย่างช้าๆ ในขณะที่แรงดันเพิ่มขึ้นสู่ค่าแรงดันอินพุตอย่างรวดเร็ว จึงมีพลังงานบางส่วนที่สูญเสียไปในรูปของความร้อน

เพื่อลดการสูญเสียดังกล่าวอาจทำได้โดยการต่อวงจรนับเบอร์เข้ากับตัวสวิตซ์ เพื่อควบคุมให้แรงดันเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งกระแสที่ไหลผ่านตัวสวิตซ์ลดลงได้ทัน

การทำงานของวงจรนับเบอร์ช่วงเริ่มหยุดนำกระแสจะเป็นดังนี้คือ เมื่อสวิตซ์เริ่มหยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมสวิตซ์จะมีความสูงขึ้นทำให้มีกระแสบางส่วนไหลผ่านตัวเก็บประจุ C และไดโอด D ของวงจรนับเบอร์ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม C ด้วยแรงดันตกคร่อม C จะทำให้

แรงดันตกคร่อมสวิตช์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นถ้าให้ค่าของ C มีค่ามากพอ การเพิ่มขึ้นของแรงดันที่ตกคร่อมสวิตช์ในขณะที่สวิตช์หยุดนำกระแสจะถูกหน่วงออกไปเพื่อให้กระแสที่ไหลผ่านสวิตช์ค่อยๆ ลดลง และสามารถลดการสูญเสียกำลังในตัวสวิตช์ได้ ขณะที่สวิตช์เริ่มนำกระแสใหม่อีกครั้ง C จะคายประจุผ่านตัวต้านทาน R ทิ้งไปแรงดันตกคร่อม C จึงลดลงและสามารถทำงานได้ใหม่อีกครั้ง

2.7.2 วงจรสนับเบอร์ป้องกันแรงดันเกิน (Clamp Snubber) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแรงดันที่ตกคร่อมสวิตช์ในขณะที่สวิตช์เริ่มหยุดนำกระแส หรือที่เรียกกันว่า แรงดันสไปร์ค ทำให้แรงดันที่ตกคร่อมสวิตช์มีค่าเกินกว่าค่าแรงดันสูงสุดที่สวิตช์จะทนได้ เป็นผลทำให้เกิดความเสียหายแก่สวิตช์ วงจรสนับเบอร์ป้องกันแรงดันเกิน จึงมีหน้าที่ป้องกันค่าแรงดันสไปร์คที่เกิดขึ้นไม่ให้เกินค่าแรงดันสูงสุดที่สวิตช์สามารถทนได้



บทที่ 3

การออกแบบและสร้างวงจร

3.1 ภาพรวมของโครงการ

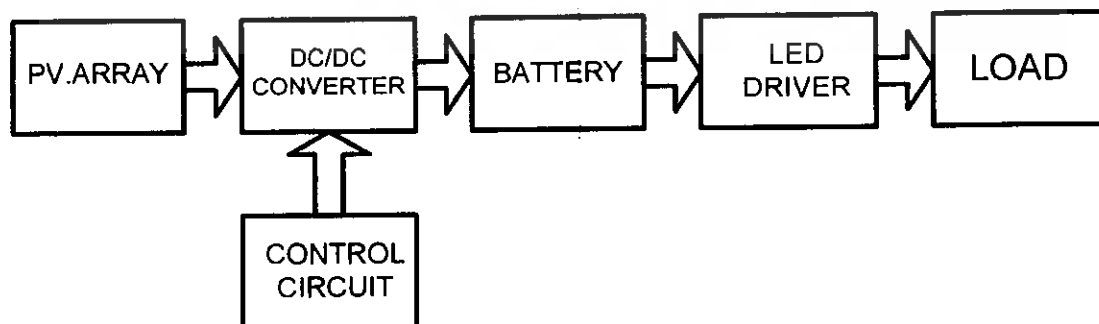
ขณะที่เราจะต้องออกแบบและสร้างส่วนต่างๆ ของโครงการนี้เราจะต้องวาดภาพรวมของโครงการเพื่อให้เราสามารถที่จะกำหนดการทำการสร้างว่าเราสามารถที่จะสร้างวงจรได้ไปพร้อมกันได้บ้าง

ภาพรวมของโครงการนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้คือเริ่มจากเรามีเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 แผงเซลล์ขึ้นไป ส่งกำลังไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เพื่อนำประจุไฟฟ้าที่ได้มาเก็บสะสมไว้เพื่อการใช้งานแต่การส่งผ่านนั้นใช้วงจร DC/DC Converter แบบ Buck converter ที่มีวงจรควบคุมเพื่อควบคุมให้การประจุนั้นเหมาะสมและสามารถดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในขณะที่แบตเตอรี่นั้นต้องการกระแสสูงในการชาร์จ และในขณะที่แบตเตอรี่มีกระแสมากขึ้นเราจะทำการเปลี่ยนวิธีการประจุเป็นแบบกระแสจำนวนน้อยแทน

ในส่วนของแบตเตอรี่เราได้นำแบตเตอรี่แบบ Sealed lead acid มาใช้งานเนื่องจากไม่ต้องมีการบำรุงรักษามากนักและพยายามจะออกแบบวงจรให้มีความสามารถที่จะประจุแบตเตอรี่ได้เมื่อมีการเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่โดยการขนานแบตเตอรี่เข้ามาอีกด้วย

ส่วนต่อมาเป็นส่วนของวงจร LED Driver โดยในส่วนนี้เราจะมีวงจรที่นำพลังงานจากแบตเตอรี่ออกมาใช้งานเพื่อขับหลอด LED และยังมีวงจรในส่วนของไฟสำรองที่ใช้ไฟขนาด 220 V ผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดขนาดของแรงดันก่อนจะผ่านวงจร Rectifier เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อเข้าสู่วงจรขับหลอดต่อไปและอีกส่วนที่จะทำให้วงจรขับหลอดมีความสมบูรณ์คือส่วนของ Dark sensor คือส่วนนี้จะเป็นส่วนที่สั่งให้วงจรขับหลอดทำงานเมื่อแสงสว่างลดลงหรือถึงเวลาของมันเอง

ส่วนสุดท้ายคือส่วนของวงจรขับหลอด LED ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้วงจร DC/DC Converter เพื่อลดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับกำลังไฟฟ้าที่หลอดจะต้องทำงานและทำให้หลอดนั้นทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพด้วย



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรที่ใช้ในการจำลองการชาร์จแบตเตอรี่

3.2.1 การออกแบบวงจร BUCK CONVERTER

รายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าสูงสุด $P_M = 40 \text{ W}$

แรงดันขณะเปิดวงจร $V_{\alpha'} = 62.5 \text{ V}$

กระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร $I_{sc} = 1.15 \text{ A}$

แรงดันไฟฟ้าสูงสุด $V_{PEAK} = 44 \text{ V}$

กระแสไฟฟ้าสูงสุด $I_{MAX} = 0.9 \text{ A}$

แรงดัน Output ที่ต้องการนำไปชาร์จแบตเตอรี่ 16 V

ความถี่สวิตซ์ซิ่ง 50 kHz

สมการที่นำไปใช้ในการออกแบบวงจร BUCK CONVERTER

$$D = \frac{V_o}{V_s} \quad (3.1)$$

$$T_s = \frac{1}{f_s} \quad (3.2)$$

$$t_{ON} = D \times T_s \quad (3.3)$$

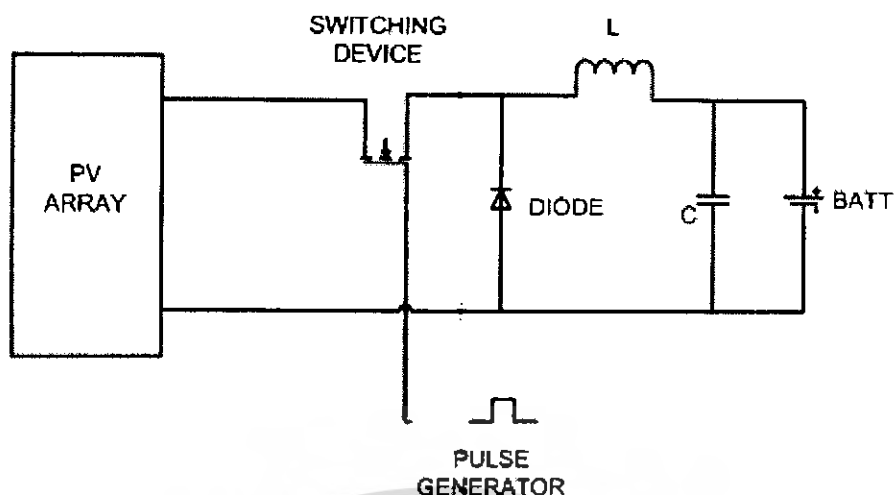
$$t_{off} = T_s - t_{on} \quad (3.4)$$

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} \quad (3.5)$$

$$L = \frac{V_o (V_s - V_o)}{f_s \times V_s \times \Delta I} \quad (3.6)$$

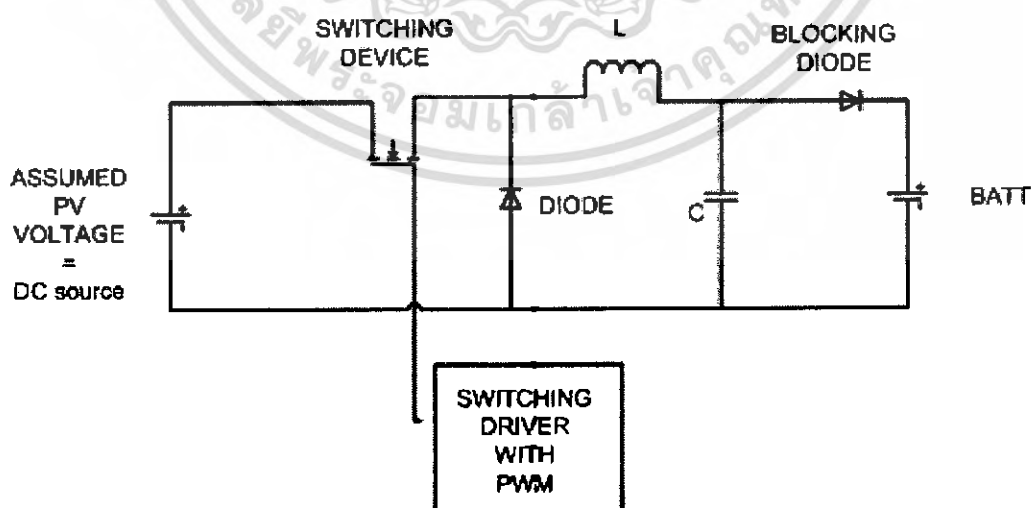
$$C = \frac{\Delta I}{8 \times f_s \times \Delta V_c} \quad (3.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



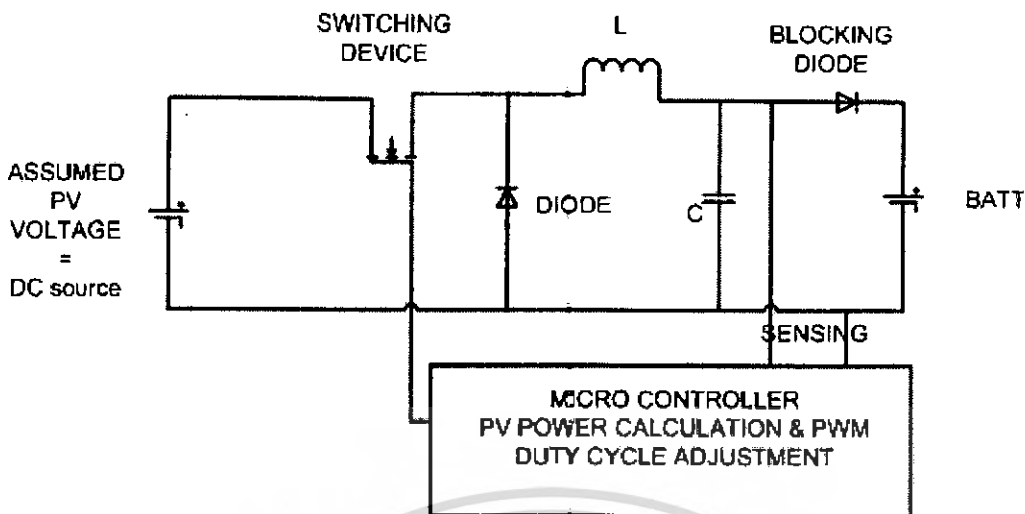
รูปที่ 3.2 การออกแบบ Open loop buck converter

ในขั้นตอนการออกแบบในตอนแรกเรากำหนดให้โวลต์เป็นค่าความต้านทานไฟฟ้า เพื่อให้วงจร Buck นั้นมี Mode การทำงานในเบื้องต้นอยู่ในลักษณะที่มี Device ที่ต้องการอยู่ในลักษณะค่าคงที่ก่อนเนื่องจากเราจะต้องมีการนำ Battery มาแทนโวลต์ในส่วนนี้และการคำนวณโวลต์ที่เป็น Battery นั้นไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากความต้านทานภายในของ Battery นั้นมีการเปลี่ยนแปลงในขณะทำการประจุในขณะที่เปลี่ยนโวลต์เป็น Battery แล้วนั้นเราจะทำการหาค่าต่างๆของวงจรได้โดยใช้โปรแกรม Simulation ทางไฟฟ้าซึ่งจะต้องให้มีการทำงานใน Mode กระแสไม่ต่อเนื่องเมื่อได้ค่าต่างๆตามที่ต้องการแล้วเราจะทำการเปลี่ยนแปลงวงจรที่ได้ออกแบบเล็กน้อยเพื่อให้วงจรนั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการ Closed Loop Control



รูปที่ 3.3 การออกแบบ Open loop buck converter แบบ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

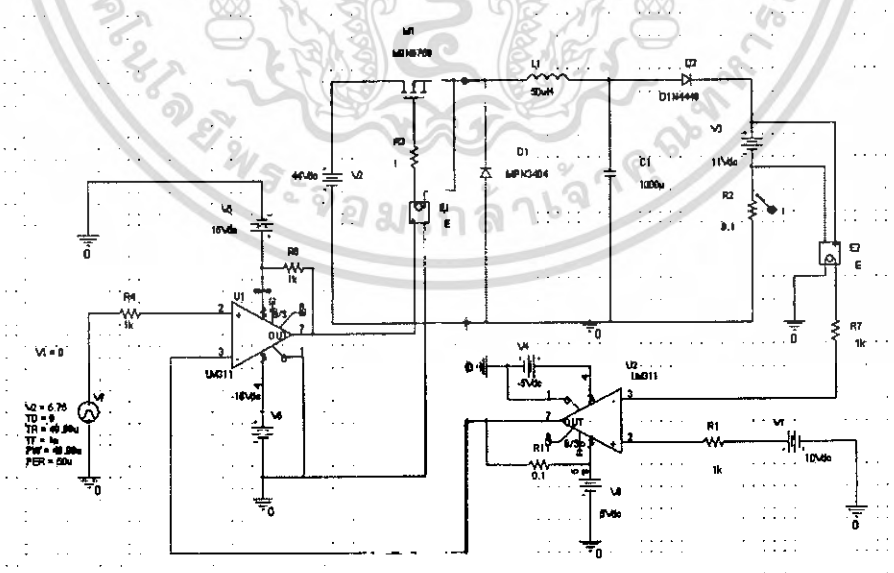


รูปที่ 3.4 การออกแบบ Close loop buck converter แบบ PWM

ในส่วนของ Switching Driver With PWM จะเกิดจากการ Sensing เมื่อเราได้ทำการ Feed back control โดยจะมี Block diagram คร่าว ๆ ดังรูปที่ 3.4

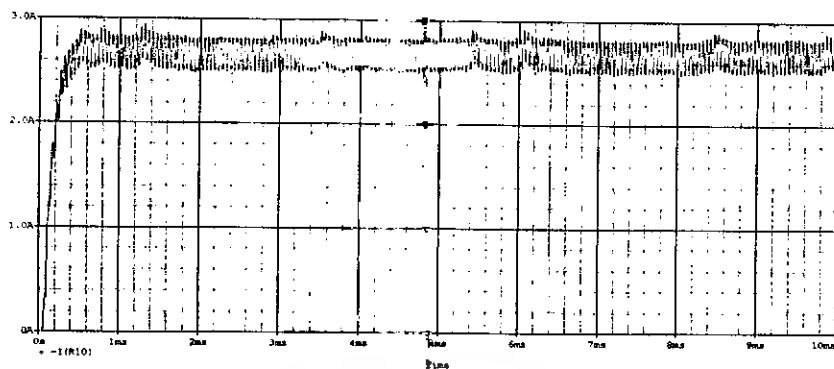
3.3 การจำลองการทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่

ในการจำลองการทำงานของวงจรประจุแบตเตอรี่นั้นเราจะทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 แล้วเราสมมติให้แหล่งจ่ายไฟ DC นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับว่าแบตเตอรี่กำลังมีประจุเต็มขึ้นเรื่อยๆ

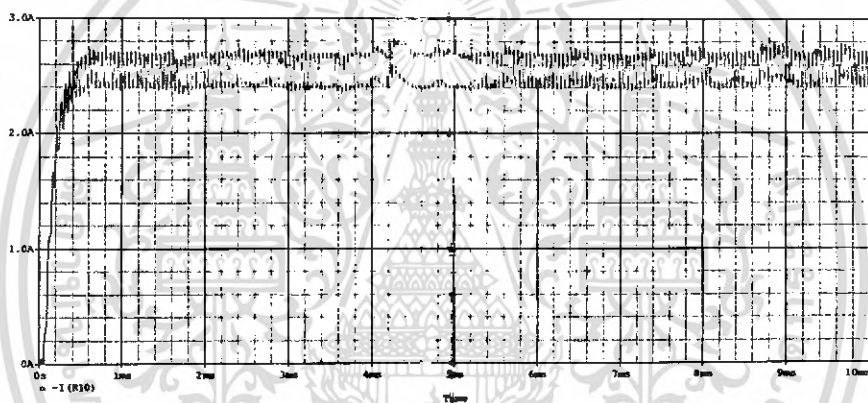


รูปที่ 3.5 วงจรจำลองการประจุแบตเตอรี่

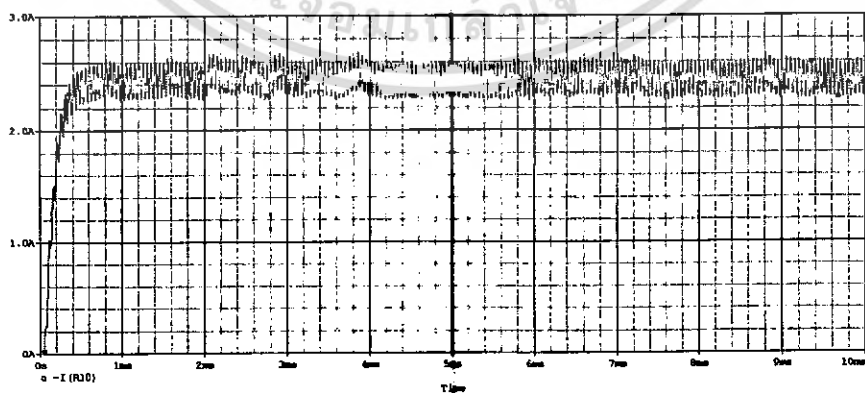
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12 V

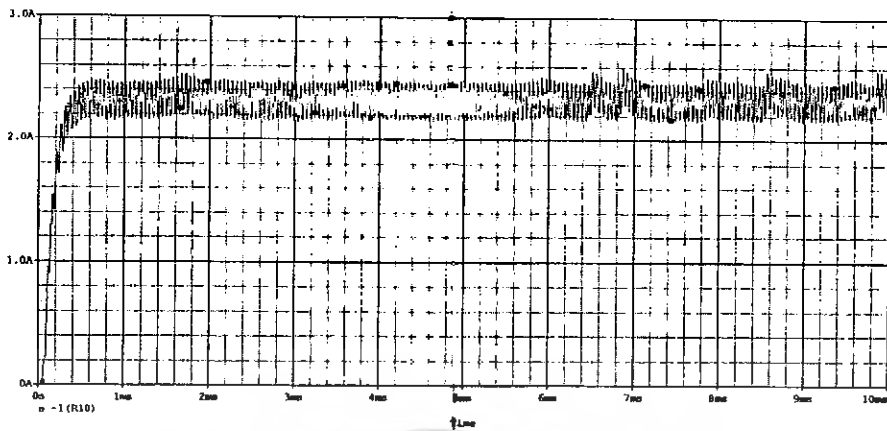


รูปที่ 3.7 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.4 V

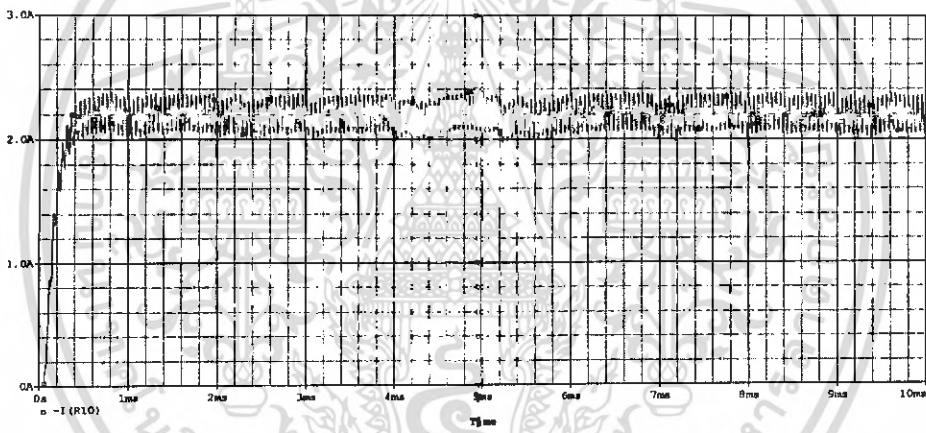


รูปที่ 3.8 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.8 V

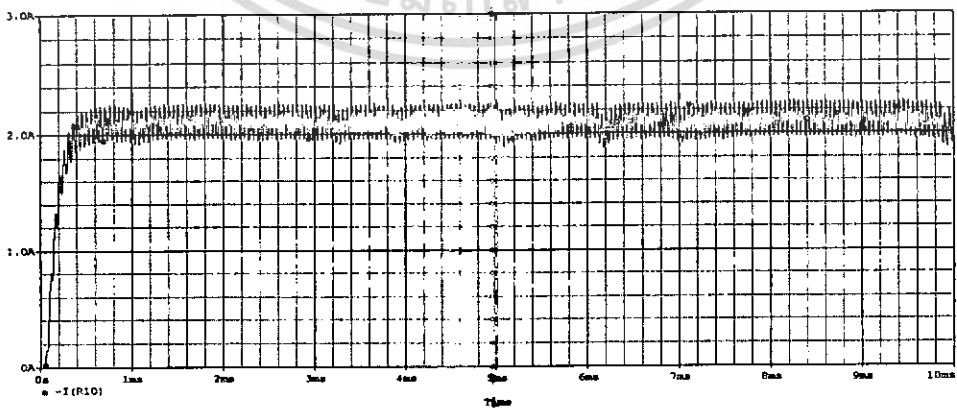
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 12.9 V

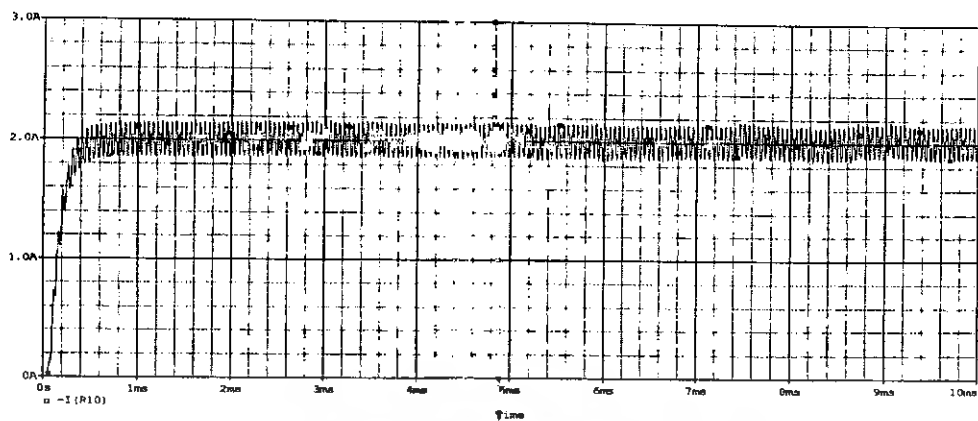


รูปที่ 3.10 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 13.2 V

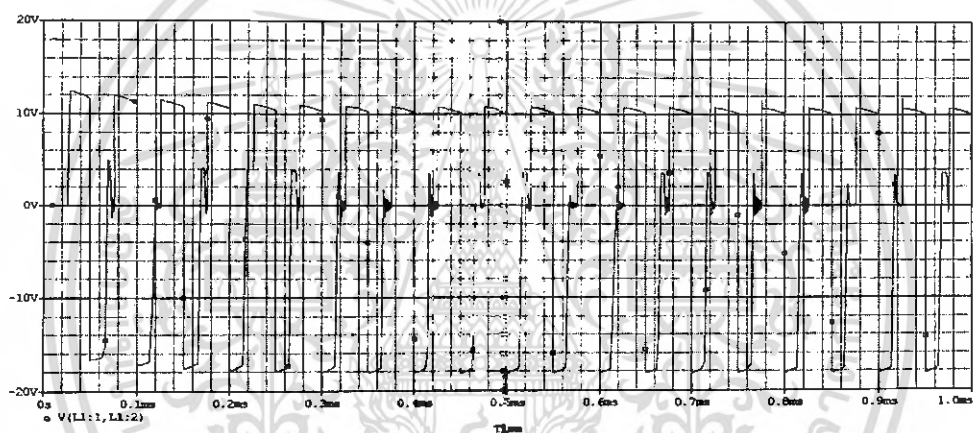


รูปที่ 3.11 กระแสที่ไหลผ่านแบตเตอรี่ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่า 13.6 V

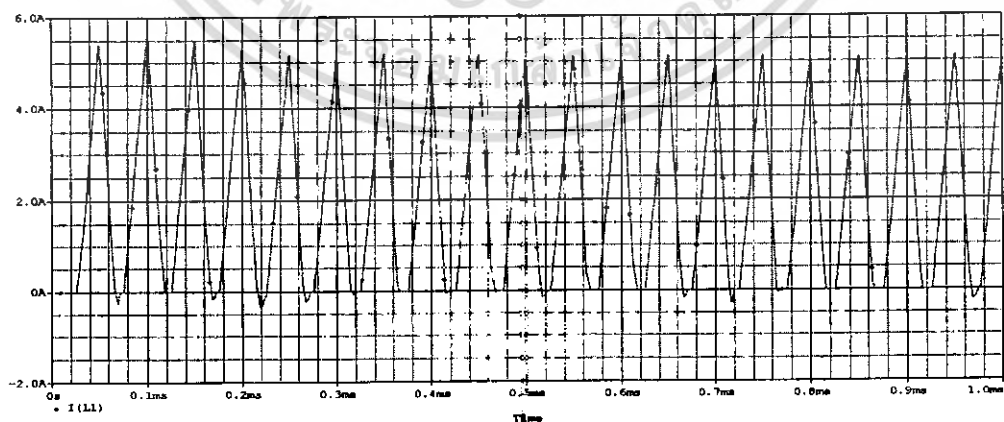
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 กระแสที่ไหลผ่านเบตเตอร์ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันเบตเตอร์มีค่า 14 V

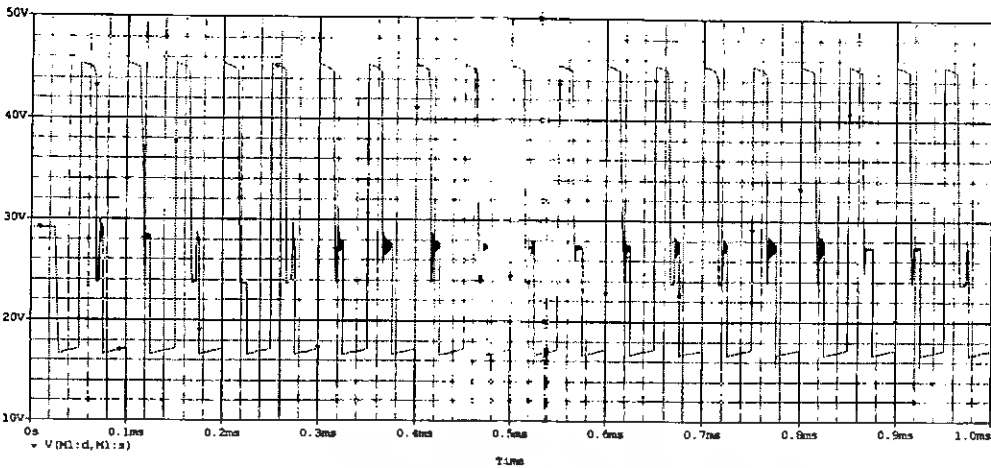


รูปที่ 3.13 กระแสที่ไหลผ่านเบตเตอร์ในวงจรจำลองขณะที่แรงดันเบตเตอร์มีค่า 14.4 V



รูปที่ 3.14 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



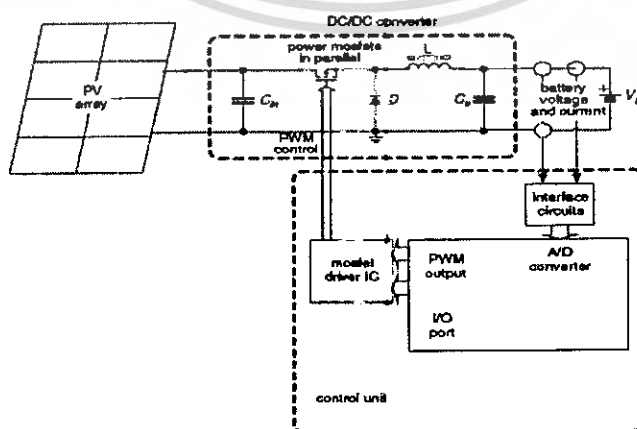
รูปที่ 3.15 แรงดันไฟฟ้าตกรวมขดลวด

3.4 การออกแบบวงจรควบคุมเพื่อให้เกิด MPPT

หลังจากที่เราได้ค่าต่างๆ จากการคำนวณแล้วเรานำค่าเหล่านั้นมาประกอบกันเป็นวงจรดังรูปที่ 3.16 จากรูปเราจะเห็นว่าเราจะนำเอาค่ากระแสและแรงดันที่เข้าสู่แบตเตอรี่มาคำนวณเพื่อที่จะทำการปรับค่าตัวดีไซเคิลเพื่อเป็นการติดตามค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยค่ากระแสและแรงดันที่ได้นี้จะต้องผ่านการแปลงค่าจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล และ ทำการ Sampling สัญญาณ input ที่จะต้องเข้าสู่แบตเตอรี่ว่าค่ากำลังไฟฟ้าของตัวดีไซเคิลครั้งที่ผ่านมา ($P(k-1)$) นั้นมากหรือน้อยกว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่ทำการคำนวณในปัจจุบัน ($P(k)$)

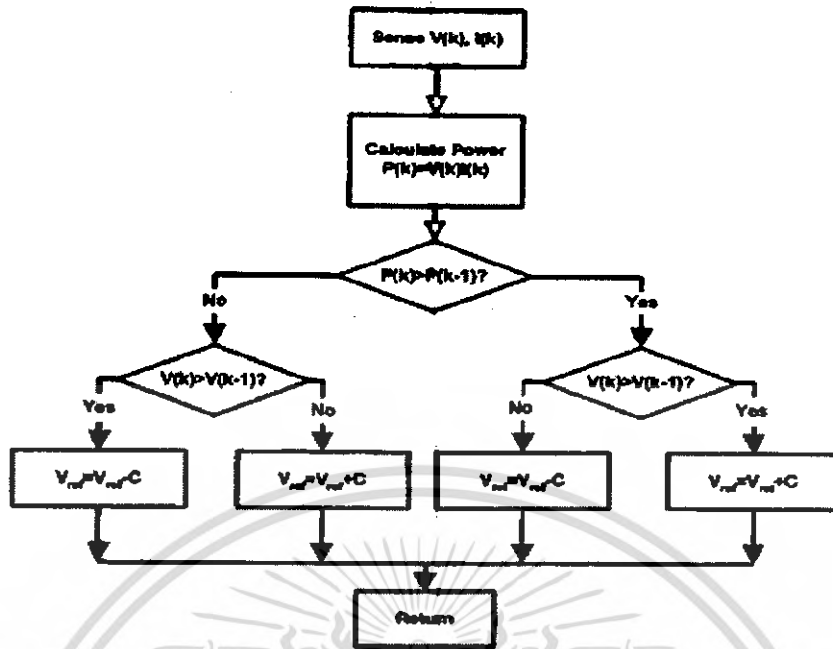
ถ้าหากว่ากำลังไฟฟ้าครั้งที่ผ่านมานั้นมีค่าน้อยกว่าในปัจจุบันก็จะทำการคำนวณว่าจะต้องปรับค่าตัวดีไซเคิลให้มากขึ้นหรือน้อยลงเพื่อที่จะทำให้พบกับค่าตัวดีไซเคิลที่ทำให้เกิดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด

ในทางตรงกันข้ามถ้าหากว่ากำลังไฟฟ้าครั้งที่ผ่านมานั้นมีค่ามากกว่าในปัจจุบันก็จะทำการคำนวณว่าจะต้องปรับค่าตัวดีไซเคิลให้มากขึ้นหรือน้อยลงเพื่อที่จะทำให้พบกับค่าตัวดีไซเคิลที่ทำให้เกิดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด



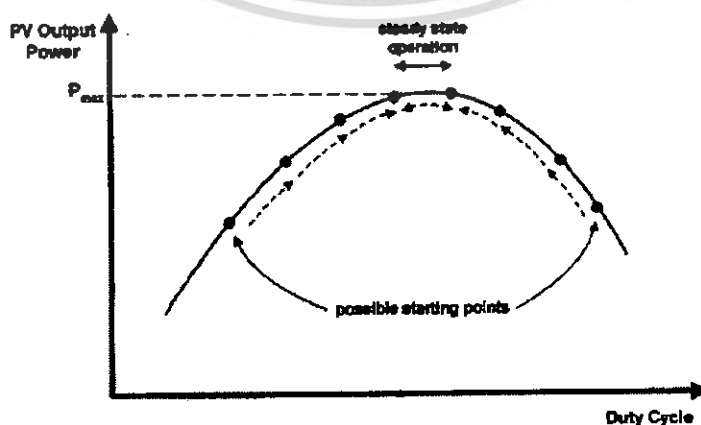
รูปที่ 3.16 วงจรที่เรานำมาสร้าง MPPT Charger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



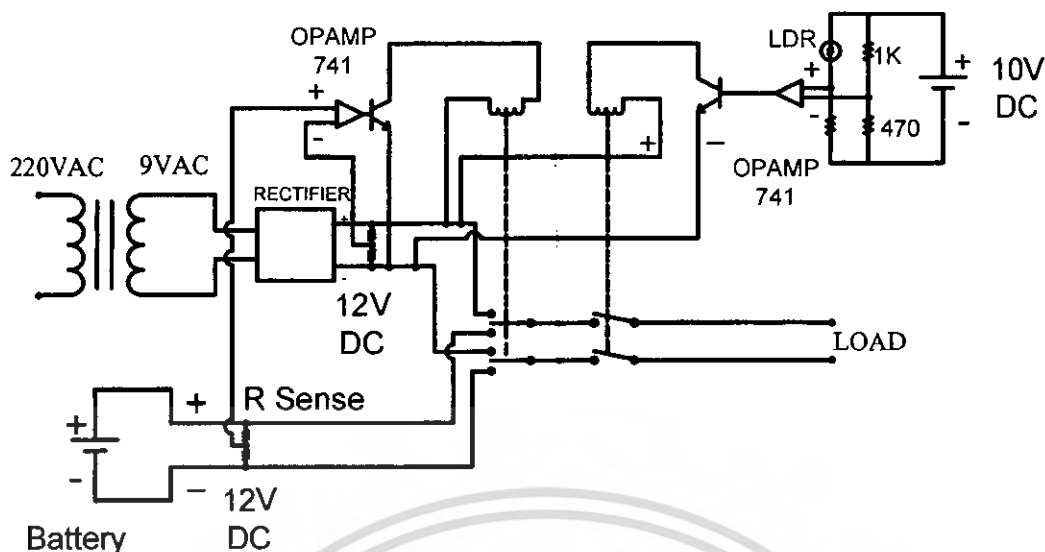
รูปที่ 3.17 Flow chart การทำงานของ MPPT

การทำงานของกระบวนการติดตามค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่กล่าวมานั้นเราสามารถเขียนเป็น Flow chart การทำงานเพื่อให้เกิดการติดตามค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดดังรูปที่ 3.17 ในขณะที่เริ่มต้นการทำงานนั้นเราจะต้องสุ่มค่าตัวดีเริ่มต้นให้กับหน่วยประมวลผลก่อนเพื่อให้เกิดค่าเริ่มต้นในการคำนวณรอบต่อไปและเมื่อการทำงานเข้าสู่สภาวะอยู่ตัวแล้วค่าตัวดีที่ได้จะไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเราเรียกขานนี้ว่า Steady state operation ซึ่งจะเป็นการทำงานในย่านนี้ไปตลอดเวลาการทำงานเพราะการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าจากแสงไม่ได้เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วแต่ว่าการชาร์จแบตเตอรี่นั้นเมื่อแบตเตอรี่เต็มเมื่อใดเราก็จะหยุดทำการดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดเข้าสู่แบตเตอรี่แล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการชาร์จแบบ Trickle charger แทน



รูปที่ 3.18 การทำ MPPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



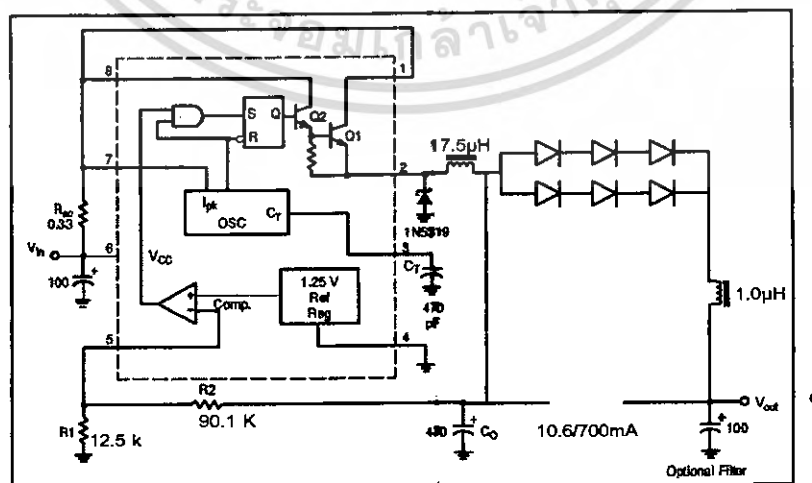
รูปที่ 3.19 วงจรสลับแหล่งจ่ายและ Dark sensor

3.3 การออกแบบในส่วนของวงจรสลับแหล่งจ่ายและ Dark sensor

การออกแบบในส่วนนี้เกิดจากแนวความคิดที่ว่า การใช้ไฟถนนที่ใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่นั้นไม่สามารถอยู่จ่ายไฟได้ตลอดทั้งคืน ดังนั้นช่วงที่แรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่นั้นตกลงจนน้อยกว่าแรงดัน 12 V คงที่จาก Rectifier วงจรจะทำการสลับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปเป็นแรงดันไฟฟ้าขาออกจากหม้อแปลงแทนโดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สลับแหล่งจ่ายคือ Comparator ทำงานร่วมกับรีเลย์ชนิดปกติเปิด และ ปกติปิดเพื่อสลับแหล่งจ่าย

ในส่วนของ Dark sensor นั้นเราได้ทำการออกแบบในลักษณะที่ใช้ Comparator โดยรับแรงดันคงที่และแรงดันที่เปลี่ยนแปลงจาก LDR เมื่อไม่มีแสงตกกระทบที่ LDR จะทำให้แรงดันที่ Non inverting input มีแรงดันที่สูงกว่าทำให้รีเลย์นั้นทำงานทำให้วงจรขับหลอดนั้นได้รับกำลังไฟฟ้า

3.3 การออกแบบและสร้างในส่วนของวงจร LED DRIVER



รูปที่ 3.20 วงจรขับหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบวงจรขับหลอด LED นั้นเนื่องจาก ใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ไฟฟ้างั้นเมื่อแบตเตอรี่คายประจุ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ตกลงซึ่งจะทำให้ ปริมาณความเข้มแสงตกลงไป จึงต้องเลือกวงจรขับหลอดที่มีการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อมา ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเอาท์พุทคงที่ ซึ่งในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ MC34063A ซึ่งทำงานใน ลักษณะเป็น DC-to-DC converters ทั้ง Step-Up และ Step-Down การต่อใช้งาน LED ของวงจรจะต่อแบบอนุกรมกัน 3 หลอดและขนานกัน 2 แถว โดยแต่ละ หลอดมีพิคัดใช้งานคือ 3.42V 350mA

ดังนั้นพิคัดใช้งานคือ อนุกรม 3 หลอด $(3 \times 3.42) = 10.26V$

ขนาน 2 แถว $(2 \times 350mA) = 700 \text{ mA}$

ดังนั้น $V_{out} = 10.26V$ $I_{out} = 700mA$

หาค่า t_{on}/t_{off}

โดย V_{sat} คือแรงดันอิ่มตัวของสวิตช์ขาออกมีค่า 0.8 V

V_F คือแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่า 0.8V

$$t_{on}/t_{off} = \frac{V_{out} + V_F}{V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out}} \quad (3.8)$$

$$= \frac{10.26 + 0.8}{12 - 0.8 - 10.26}$$

$$= 11.7659$$

หาค่า $t_{on} + t_{off}$

$$\frac{1}{f} = t_{on} + t_{off} \quad (3.9)$$

$$t_{on} + t_{off} = \frac{1}{33kHz}$$

$$t_{on} + t_{off} = 30.303 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

หาค่า t_{off}

$$t_{off} = \frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1} \text{ sec} \quad (3.10)$$

$$= \frac{30.303 \times 10^{-6}}{11.7659 + 1} \text{ sec}$$

$$t_{off} = 2.3737 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

หาค่า t_{on}

$$t_{on} = (t_{on} + t_{off}) - t_{off}$$

$$= (30.303 - 0.23737) \times 10^{-6} \text{ sec}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t_{on} = 27.9293 \times 10^{-6} \text{ sec}$$

หาค่า C_T

$$\begin{aligned} C_T &= (4 \times 10^{-5}) t_{on} \\ &= (4 \times 10^{-5}) 27.9293 \times 10^{-6} \text{ F} \\ &= 1.117172 \times 10^{-9} \text{ F} \end{aligned}$$

หาค่า $I_{pk(\text{switch})}$

$$\begin{aligned} I_{pk(\text{switch})} &= 2I_{out(\text{max})} \\ &= 2 \times 750 \text{ mA} \\ &= 1.5 \text{ mA} \end{aligned}$$

หาค่า R_{sc}

$$\begin{aligned} R_{sc} &= \frac{0.3}{I_{pk(\text{switch})}} \Omega \\ &= \frac{0.3}{1.5} \Omega \\ &= 0.2 \Omega \end{aligned}$$

หาค่า $L_{(\text{min})}$

$$\begin{aligned} L_{(\text{min})} &= \left(\frac{V_{in(\text{min})} - V_{sat} \rightarrow V_{out}}{I_{pk(\text{switch})}} \right) t_{on(\text{max})} \quad (3.11) \\ &= \left(\frac{12 - 0.8 - 10.26}{1.5} \right) (27.9293 \times 10^{-6}) \text{ H} \\ &= 17.502 \times 10^{-6} \text{ H} \end{aligned}$$

หาค่า C_o

$$C_o = \frac{I_{pk(\text{switch})} (t_{on} + t_{off})}{V_{ripple(pp)}} \quad (3.12)$$

เมื่อ $V_{ripple} = 0.5\%$

$$\begin{aligned} V_{ripple} &= \frac{10.26 \times 0.5}{100} \text{ V} \\ &= 0.0513 \text{ V} \\ C_o &= \frac{1.5 \times (30.303 \times 10^{-6})}{8 \times 0.0513} \text{ F} \\ &= 110.756 \times 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 R1 &= \frac{1.25}{100 \times 10^{-6}} \Omega \\
 &= 12.5 \text{ k}\Omega \\
 V_{out} &= 1.25 \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad ; \text{ เมื่อ } R1=12.5 \text{ k}\Omega \\
 R2 &= 90.1 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

หลังจากได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่คำนวณได้แล้วเรานำค่าเหล่านั้นมาต่อวงจรดังรูปที่ 3.20 ในการทำงานของวงจรขับหลอด LED กำลังสูงนั้นได้ทำการออกแบบให้มีแรงดันอินพุตไม่ต่ำกว่า 12 โวลต์เนื่องจาก ถ้าแรงดันของแบตเตอรี่ต่ำกว่านี้จะไม่สามารถจ่ายกระแสที่พิกัดของหลอดได้ โดยการทำงานของวงจรมันจะรับแรงดันไฟฟ้ามาจากแบตเตอรี่และไอซี MC34063A จะทำงานเป็นบัคคอนเวอร์เตอร์ลดระดับแรงดันเหลือ 10.26 โวลต์โดยที่จากรูปวงจรขับหลอดจะมี R_{sc} เป็นตัวจำกัดกระแสเข้าวงจรให้มีขนาดตามที่ผู้ออกแบบกำหนด เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะมีตัวเหนี่ยวนำกรองค่ากระแสด้านขาออกให้เรียบ และมีการป้อนกลับสัญญาณแรงดันเข้าตัวไอซีที่ขาห้าไปทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงในตัวไอซี MC34063A ซึ่งแรงดันอ้างอิงมีค่า 1.25 โวลต์ เพื่อหาค่า Duty ratio ที่เหมาะสมในการสวิตชิง

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองในส่วนของการประจุแบตเตอรี่

4.1.1 การทดลองครั้งที่ 1 วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2550

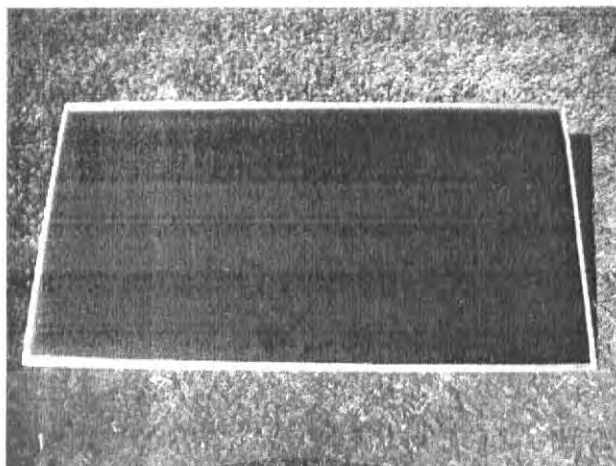
Time	14:00
Location	Bangkok, Ladkrabang
Open circuit voltage	53.3 V
Short circuit current	1.08 A
Ambient Temperature	34.8 Degree celsius
Cell Temperature	-----
Time of charge	-----
Number of cell	1

การทดลองในวันที่ 1 เป็นการทดสอบว่าวงจรชาร์จของเรานั้นสามารถทำการชาร์จประจุได้หรือไม่เพราะโดยปกติที่ทำการทดลองเป็นการทดลองการชาร์จประจุจาก DC power supply ที่มีลักษณะสมบัติที่ไม่เหมือนกับเซลล์แสงอาทิตย์ดังนั้นในการทดลองวันที่ 1 จึงยังไม่มีเก็บผลการทดลองมากนักเพียงแต่เป็นการนำวงจรชาร์จแบตเตอรี่ออกไปทดสอบการทำงานเพียงเท่านั้น



รูปที่ 4.1 วงจรต้นแบบที่ใช้ทดลอง

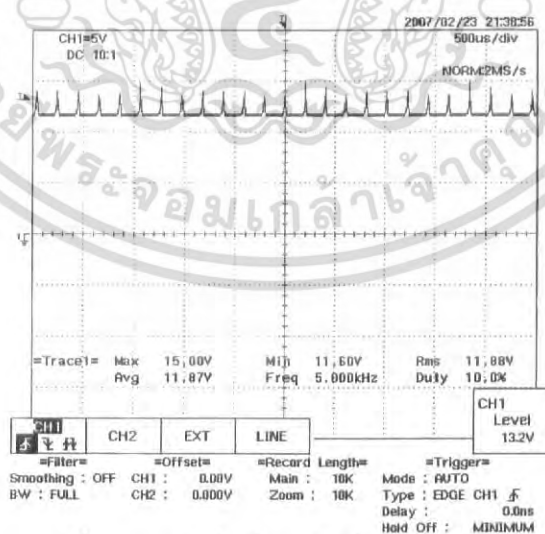
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ทดลองในวันที่ 1

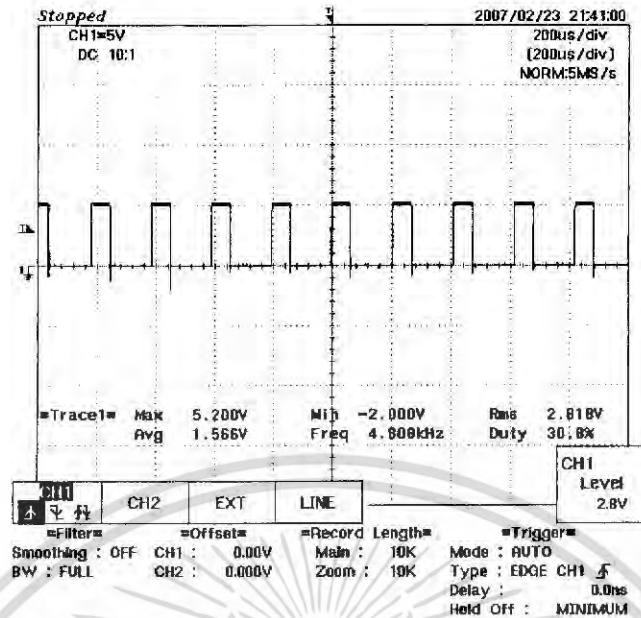
จากรูปที่ 4.1 เป็นวงจรต้นแบบที่ใช้ในการทดลองวงจรทางด้านซ้ายสุดจะเป็นชุดบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นตัวกำเนิด PWM และแปรเปลี่ยนค่า PWM เพื่อให้เกิดค่ากำลังไฟฟ้สูงสุด ส่วนบอร์ดตรงกลางเป็นชุด Voltage sensor , Current sensor เพื่อรับค่ากระแสไฟฟ้จากวงจรกำลังเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และยัง ประกอบด้วยชุด ตัวเก็บประจุความถี่สูงกรองกระแสด้านขาออกเพื่อให้กระแสไฟฟ้มีความเรียบ ส่วนทางด้านขวาสุดเป็นแบตเตอรี่ที่นำมาใช้งาน

รูปที่ 4.3 เป็นการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานซึ่งโดยปกติแล้วการตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมในประเทศไทยมักจะติดตั้งในลักษณะเอียงทำมุม 10-15 องศาโดยหันไปทางทิศใต้



รูปที่ 4.3 รูปคลื่นที่แรงดันที่ชาร์จแบตเตอรี่

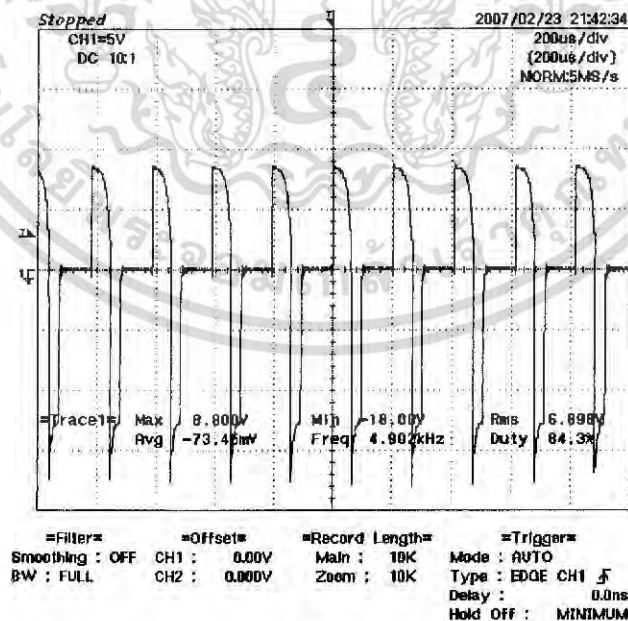
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณ PWM ที่ใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้า

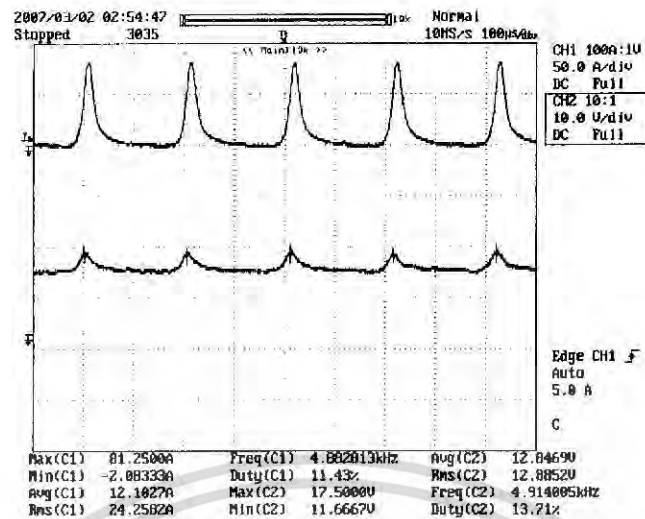
จากรูปที่ 4.4 เป็นรูปคลื่นแรงดันที่เข้าสู่เบตเตอร์จะสังเกตเห็นได้ว่ารูปคลื่นแรงดันนั้นมีแรงดัน Ripple สูงเนื่องจากตัวเก็บประจุมีค่าน้อยถ้าหากตัวเก็บประจุค่าสูงกว่านี้จะทำให้แรงดันที่เข้าสู่เบตเตอร์นั้นมีความเรียบและรูปคลื่นสวยกว่านี้

จากรูปที่ 4.5 เป็นสัญญาณ PWM ที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทำการคำนวณไว้ที่ 4.9 kHz แต่ผลการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ค่าความถี่ออกมาที่ 4.8 kHz



รูปที่ 4.5 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 กระแสไฟฟ้า และ แรงดันไฟฟ้าที่ชาร์จแบตเตอรี่

จากรูปที่ 4.6 เราสามารถที่จะสังเกตได้ว่ารูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมขดลวดนั้น มีลักษณะที่แรงดันเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลามีค่าเป็นศูนย์จึงทำให้เกิดแรงดันในด้านลบที่สูงและอาจเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์จำพวกไดโอดเพราะมีแรงดันกลับทิศสูงถึง 2 เท่า

จากรูปที่ 4.6 รูปคลื่นด้านบนเป็นรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้า และรูปคลื่นด้านล่างเป็นรูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าที่เข้าสู่แบตเตอรี่ จะสังเกตเห็นว่าทั้งแรงดันและกระแสไฟฟ้านั้นจะมีค่า Ripple เนื่องจากค่าตัวเก็บประจุที่ต่อในวงจรมีค่าน้อย

ผลการทดลองวันที่ 1

ปัญหาในการทดลองคือ เมื่อ เมื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการอ่านค่า สัญญาณอนาล็อกแล้วทำการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเพื่อคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมในการชาร์จแบตเตอรี่ตามการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์แต่หากการติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุดส่งผลให้ Duty ratio นั้นมีค่าสูงขึ้นจนกระทั่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด นั้นเข้าสู่สภาวะที่กระแสเกิดความต่อเนื่องในขดลวดจะทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่วงจรชาร์จดึงมาจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีค่าสูงเกินกว่าที่เซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายได้ทำให้แรงดันที่เซลล์แสงอาทิตย์มีค่าต่ำเกินไป (1-2 Volt) ส่งผลให้ไม่สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ และปัญหาอีกหนึ่งข้อคือ ระดับแรงดันที่ทำการชาร์จนั้นมีระดับที่ต่ำกว่าแรงดันที่แบตเตอรี่จะเต็มทำให้ยังไม่สามารถเก็บผลการทดลองได้อย่างเต็มที่ในวันที่

4.1.2 การทดลองครั้งที่ 2 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2550

Time	13:32
Location	Bangkok,Ladkrabang
Open circuit voltage	58.54V
Short circuit current	1.05 A
Ambient Temperature	36.4 Degree celsius
Cell Temperature	-----
Time of charge	-----
Number of cell	1

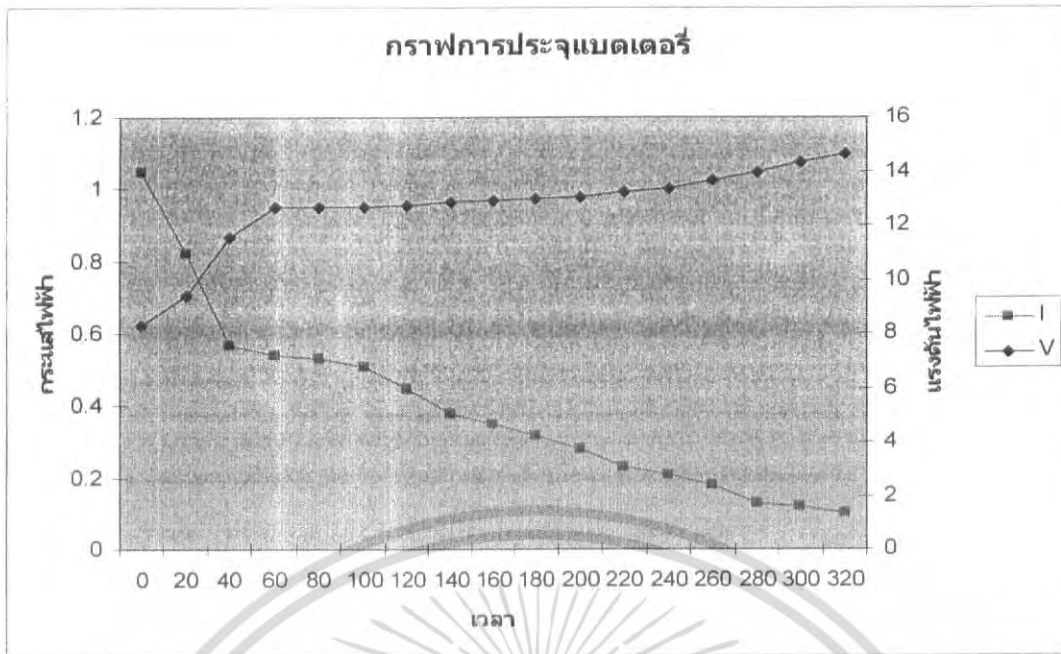
ในการทดลองวันที่ 2 เราได้ทำการปรับแก้ค่า Duty ratio ของสัญญาณ PWM ที่ใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้าให้มีค่าไม่เกิน 25% เพื่อป้องกันไม่ให้เข้าสู่โหมดกระแสต่อเนื่องดังนั้นการชาร์จแบตเตอรี่สามารถชาร์จได้แต่ยังไม่สามารถเก็บค่าได้อย่างเต็มที่เนื่องจาก Switching device มีปัญหาเรื่องความร้อนที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้อย่างทันท่วงทีอีกทั้งเป็นการทดลองในสภาพแวดล้อมที่มีแสงแดดจัด

4.1.3 การทดลองครั้งที่ 3 วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2550

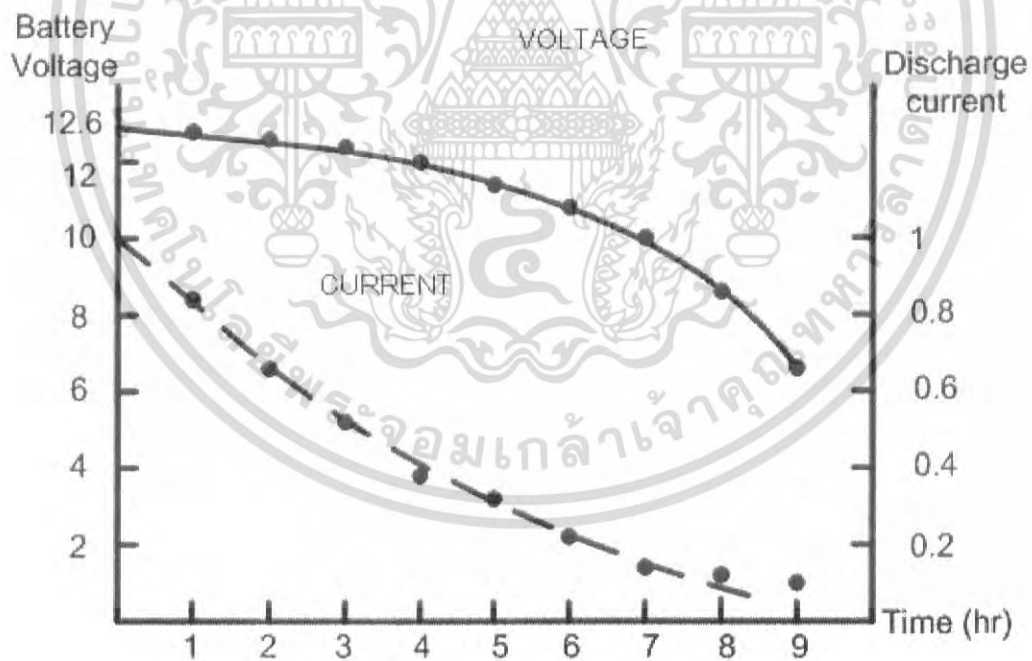
Time	10:24
Location	Bangkok,Ladkrabang
Open circuit voltage	57.21V
Short circuit current	1.03 A
Ambient Temperature	37.3 Degree celsius
Cell Temperature	-----
Time of charge	-----
Number of cell	1

ผลการทดลองในวันที่ 3 เราสามารถที่จะแก้ปัญหาต่างๆได้เราจึงทำการเก็บค่าอย่างเต็มที่ในวันที่ 3 ทำให้ได้ผลการทดลองออกมาเป็นอัตราการประจุแบตเตอรี่ดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟการประจุแบตเตอรี่จากการทดลอง



รูปที่ 4.8 กราฟการคายประจุแบตเตอรี่

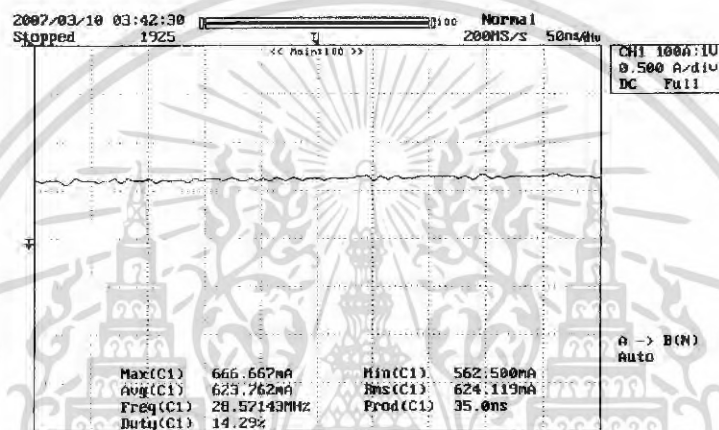
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการคายประจุแบตเตอรี่

ในการทดลองการคายประจุของแบตเตอรี่นั้นเราได้ทำการประจุแบตเตอรี่จนเต็มด้วย DC power supply แล้วจึงทำการคายประจุด้วยอัตราการคายประจุ 1 แอมแปร์จะได้ และทำการวัดการคายประจุทุกๆ 1 ชั่วโมงได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.8 กราฟเส้นที่บคือ แรงดันไฟฟ้าที่ทำการคายประจุ ส่วนเส้นประคือกระแสไฟฟ้าที่ทำการคายประจุ

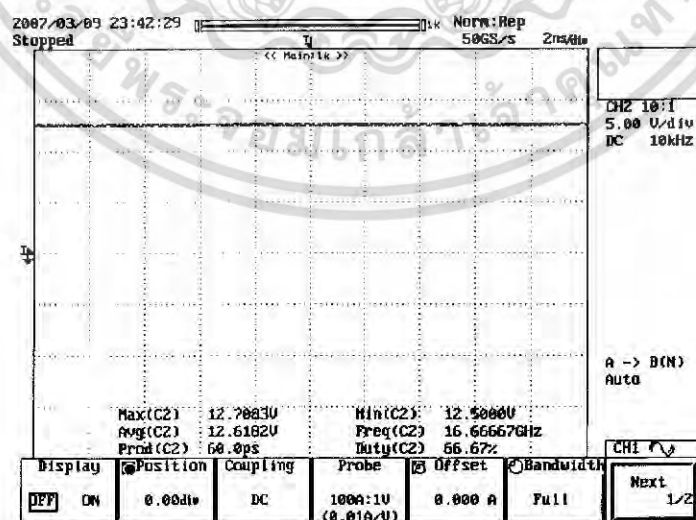
4.3 ผลการทดลองในส่วนของวงจรขับหลอด LED

ในส่วนของวงจรขับหลอด LED เราได้ทำการวัดกระแส แรงดัน ขาเข้า และ กระแส แรงดันขาออกได้ผลการทดลองดังรูป



รูปที่ 4.9 กระแสไฟฟ้าขาเข้าของวงจรขับหลอด

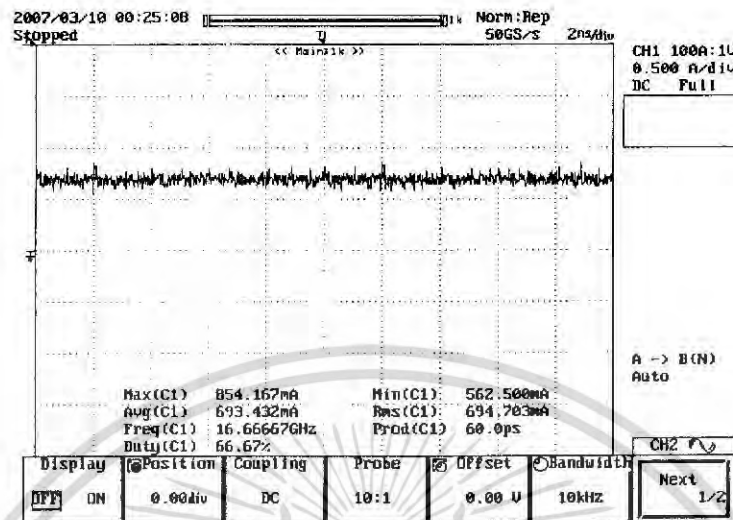
จากรูปที่ 4.9 เป็นกระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าของวงจรขับหลอดโดยที่กระแสขาเข้านั้นมีระลอกคลื่นอยู่บ้าง



รูปที่ 4.10 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของวงจรขับหลอด LED

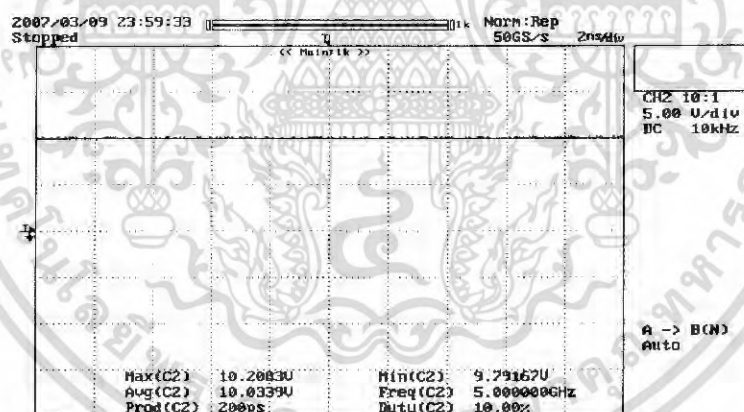
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 เป็นรูปแรงดันไฟฟ้าขาเข้าวงจรขับหลอดซึ่งรับพลังงานไฟฟ้ามาจากแบตเตอรี่ โดยขณะทำการวัด มีค่า 12.618 โวลต์



รูปที่ 4.11 กระแสไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED

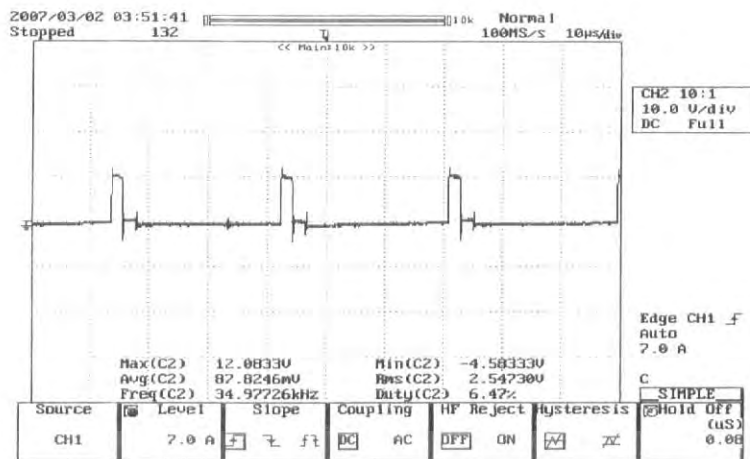
จากรูปที่ 4.11 เป็นรูปกระแสไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED โดยมีค่า 693.432 mA ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่พิกัดของวงจรคือ 700 mA



รูปที่ 4.12 แรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED

จากรูปที่ 4.12 เป็นแรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจรขับหลอด LED โดยมีค่า 10.033 โวลต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณ คือ 10.26 โวลต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แรงดันที่ตกคร่อมขดลวดในวงจรขับหลอด LED

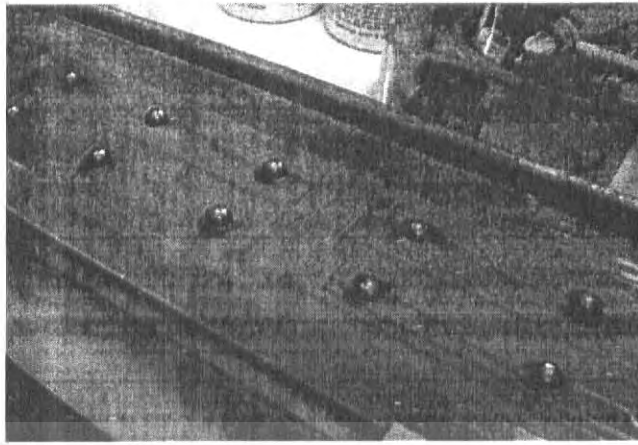
จากรูปที่ 4.13 เราจะสังเกตเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมรีแอคเตอรืนั้นมีลักษณะเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่เกิดการแกว่งเล็กน้อยเมื่อมีการ Turn off



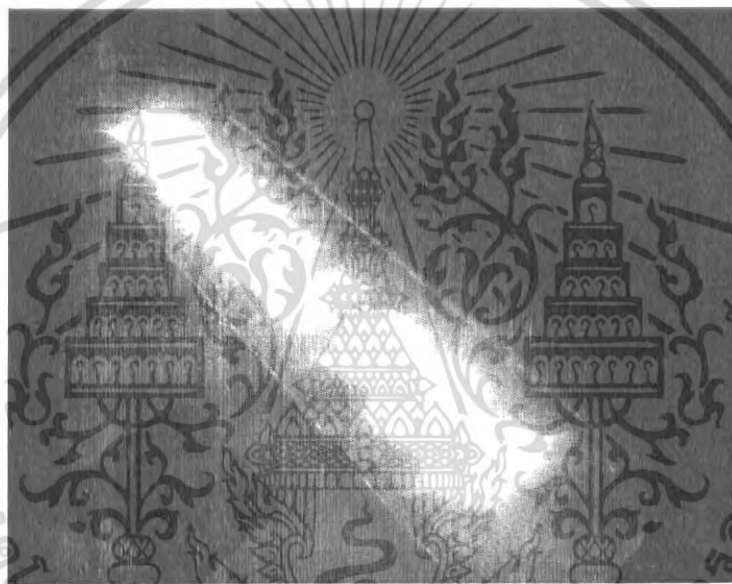
รูปที่ 4.14 วงจรขับหลอดที่ใช้ในการทดสอบ

วงจรขับหลอดที่ใช้จริงดังที่เห็นในรูป 3.16 จะสังเกตได้ว่ามีทั้งสัณ 3 ชุดและทำการขับหลอดชุดละ 6 หลอดจึงรวมกันได้ 18 หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การจัดวางหลอด LED



รูปที่ 4.16 การทดสอบการทำงานของหลอด LED

4.4 ผลการทดลองวัดค่าแสงสว่างของหลอด

ผลการทดลองวัดค่าแสงสว่างของหลอด LED LUXEON 1WATT สีขาว โดยใช้ Lux meter

ที่ระยะความสูงจากพื้น 3 เมตร

195 Lux

ที่ระยะความสูงจากพื้น 2 เมตร

320 Lux

แรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่ทำให้เกิดค่าความส่องสว่างมากที่สุด

13.2 V

กระแสไฟฟ้าที่แรงดันสูงสุดจะเป็นกระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงสุด

1.8 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองในส่วนของวงจรชาร์จแบตเตอรี่

การทดลองการชาร์จแบตเตอรี่นั้นเราได้ทำการทดลองอยู่หลายครั้งแต่การทดสอบที่สถานที่จริงนั้นเราได้ทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยการทดลองจะเห็นว่าการประจุแบตเตอรี่แบบใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งแบบ Stand alone นั้นมีข้อจำกัดหลายอย่างประการแรกคือเราไม่สามารถแยกส่วนควบคุมออกจากส่วนของวงจรถูกำลังได้เนื่องจากไฟเลี้ยงวงจรควบคุมทั้งหมดนั้นเป็นไฟส่วนเดียวกับส่วนของไฟกำลังทำให้เกิดปัญหาที่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาสู่ส่วนควบคุมและถ้าหากส่วนกำลังเกิดความเสียหายส่วนควบคุมก็จะได้รับผลกระทบไปด้วย ประการที่สองคือวงจร Buck converter ที่เราใช้งานนั้นเราจะต้องควบคุมให้อยู่ในย่านของกระแสในตัวเหนี่ยวนำไม่ต่อเนื่องเพราะถ้าหากเข้าสู่โหมดกระแสต่อเนื่องเมื่อใดแล้วการควบคุมการประจุแบตเตอรี่จะทำได้ยากยิ่งเพราะว่าวงจรจะเกิดการดึงกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จนแรงดันของเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีค่าต่ำจนเกินที่จะประจุแบตเตอรี่และถ้าหากเราจำกัดการทำงานของวงจรชาร์จแบตเตอรี่ด้วยข้อจำกัดนี้จะทำให้เราเสียโอกาสในการดึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดจากเซลล์แสงอาทิตย์

สรุปผลการทดลองคือการประจุแบตเตอรี่แบบ MPPT นั้นเราสามารถทำได้เพียงช่วงใดช่วงหนึ่งของการประจุแบตเตอรี่เท่านั้นถ้าหากว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดเกิดความต่อเนื่องเมื่อใดเราจะเข้าสู่โหมดการประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่เพื่อรักษาแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ต่อไป

5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองในส่วนของวงจรขับหลอด LED

วงจรที่ใช้ขับหลอด LED กำลังสูง สามารถควบคุมแรงดันและกระแสขาออกได้โดยมีการป้อนกลับของสัญญาณขาออก และยังควบคุมความสว่างได้ด้วยการควบคุมกระแสที่ป้อนเข้าหลอด โดยที่รูปคลื่นแรงดันขาออกนั้นมีความเรียบและมีระลอกคลื่นน้อยมาก ส่วนทางด้านรูปคลื่นกระแสขาออกนั้นยังคงมีระลอกคลื่นอยู่บ้างแต่ก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพของวงจรอยู่ในเกณฑ์ที่ดีสำหรับไอซี MC34063A นั้นสามารถรักษาแรงดันไฟฟ้าได้ดี แต่ยังไม่สามารถรักษากระแสขาออกได้ดีนักในกรณีที่แรงดันของแบตเตอรี่ลดต่ำลงใกล้ 12 โวลต์ทำให้ใช้งานหลอด LED กำลังสูงได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Mohan, T.M Underland ,and W.P. Robins **Power electronics converter, Application and Designed** ,John Wiley & Sons, Inc.,1989
- [2] กัมพล ทองเรือง, การใช้โปรแกรม Pspice A/D For Windows วิเคราะห์ วงจรไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์ , กรุงเทพฯ, สกายบุ๊คส์, 2544.
- [3] วีรเชษฐ์ ชันเงิน และ วุฒิพล ธาราธิ์รเศรษฐ์, อิเล็กทรอนิกส์กำลัง , กรุงเทพฯ, สนพ. วี.เจ. พรินต์ติ้ง , 2547.
- [4] สักกริยา ชิดวงศ์, วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ , กรุงเทพฯ, สนพ. วี.เจ. พรินต์ติ้ง , 2544.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

power light source

LUXEON® Emitter

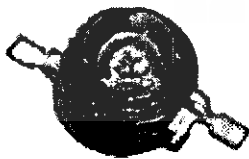
Introduction

LUXEON® is a revolutionary, energy efficient and ultra compact new light source, combining the lifetime and reliability advantages of Light Emitting Diodes with the brightness of conventional lighting.

LUXEON Emitters give you total design freedom and unmatched brightness, creating a new world of light.

LUXEON Emitters can be purchased in reels for high volume assembly. For more information, consult your local Lumileds representative.

For high volume applications, custom LUXEON power light source designs are available upon request, to meet your specific needs.



LUXEON Emitter is available in white, green, blue, royal blue, cyan, red, red-orange and amber.



Features

- Highest flux per LED family in the world
- Very long operating life (up to 100k hours)
- Available in White, Green, Blue, Royal Blue, Cyan, Red, Red-Orange, and Amber
- Lambertian, Batwing or Side Emitting radiation pattern
- More energy efficient than incandescent and most halogen lamps
- Low voltage DC operated
- Cool beam, safe to the touch
- Instant light (less than 100 ns)
- Fully dimmable
- No UV
- Superior ESD protection

Typical Applications

- Reading lights (car, bus, aircraft)
- Portable (flashlight, bicycle)
- Mini-recess/Uplighters/Downlighters/Orientation
- Fiber optic alternative/Decorative/Entertainment
- Bollards/Security/Garden
- Cove/Undershelf/Task
- Traffic signaling/Beacons/ Rail crossing and Wayside
- Indoor/Outdoor Commercial and Residential Architectural
- Automotive Ext (Stop-Tail-Turn, CHMSL, Mirror Side Repeat)
- Edge-lit signs (Exit, point of sale)
- LCD Backlights/Light Guides

PHILIPS

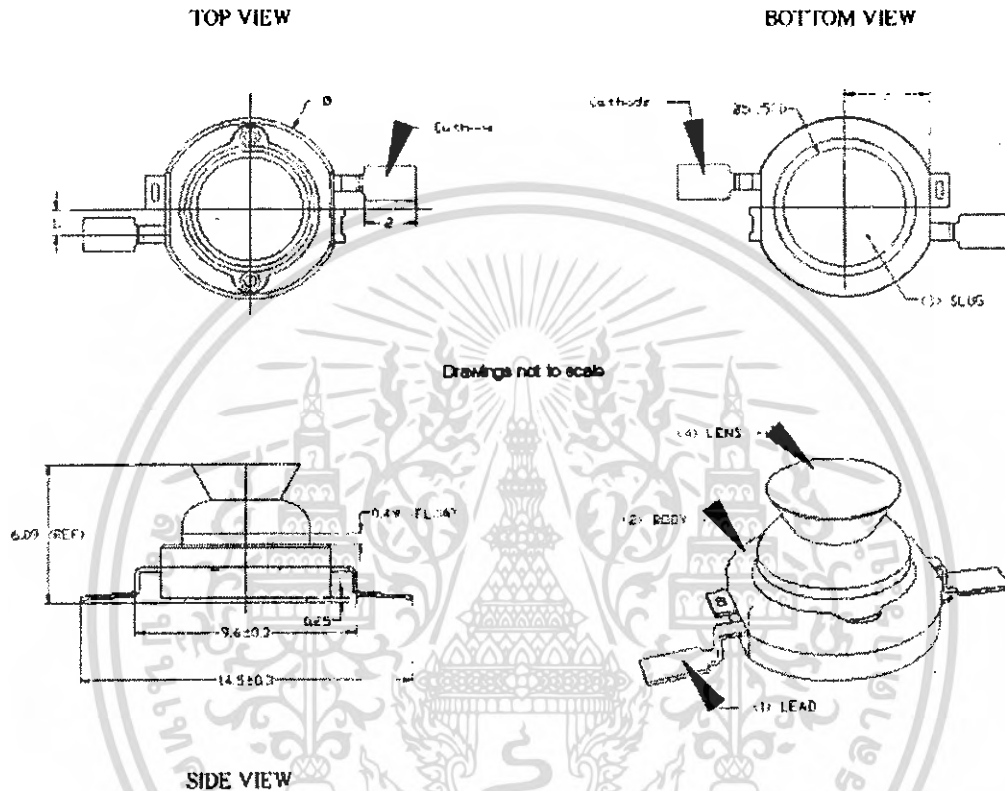
LUMILEDS

LIGHT FROM SILICON VALLEY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mechanical Dimensions, Continued

Side Emitting



Notes:

1. The anode side of the device is denoted by a hole in the lead frame. Electrical insulation between the case and the board is required—slug of device is not electrically neutral. Do not electrically connect either the anode or cathode to the slug.
2. Caution must be used in handling this device to avoid damage to the lens surfaces that will reduce optical efficiency.
3. All dimensions are in millimeters.
4. All dimensions without tolerances are for reference only.

Flux Characteristics at 350mA, Junction Temperature, $T_J = 25^\circ\text{C}$

Table 1.

Color	LUXEON Emitter	Minimum Luminous Flux (lm) or Radiometric Power (mW) ϕ_V^{RA}	Typical Luminous Flux (lm) or Radiometric Power (mW) ϕ_V^R	Radiation Pattern	
White [®]	LXHL-BW02	30.8	45	Batwing	
Warm White	LXHL-BW03	13.8	20		
Green	LXHL-BM01	30.8	53		
Cyan	LXHL-BE01	30.8	45		
Blue [®]	LXHL-BB01	8.2	16		
Royal blue [®]	LXHL-BR02	145 mW	220 mW		
Red	LXHL-BD01	13.8	27		
Red	LXHL-BD03	30.8	42		
Red-Orange	LXHL-BH03	39.8	55		
Amber	LXHL-BL01	10.7	25		
Amber	LXHL-BL03	23.5	42		
White	LXHL-PW01	30.8	45		Lambertian
Green	LXHL-PM01	30.8	53		
Cyan	LXHL-PE01	30.8	45		
Blue [®]	LXHL-PB01	8.2	16		
Royal Blue [®]	LXHL-PR03	145 mW	220 mW		
Red	LXHL-PD01	30.8	44		
Red-Orange	LXHL-PH01	39.8	55		
Amber	LXHL-PL01	23.5	42		
White	LXHL-DW01	23.5	40.5	Side Emitting	
Green	LXHL-DM01	23.5	48		
Cyan	LXHL-DE01	23.5	40.5		
Blue [®]	LXHL-DB01	8.2	14.5		
Royal blue [®]	LXHL-DR01	115 mW	198 mW		
Red	LXHL-DD01	30.8	40		
Red-Orange	LXHL-DH01	39.8	60		
Amber	LXHL-DL01	23.5	38		

Notes for Table 1:

1. Minimum luminous flux or radiometric power performance guaranteed within published operating conditions. Lumileds maintains a tolerance of $\pm 10\%$ on flux and power measurements.
2. LUXEON types with even higher luminous flux levels will become available in the future. Please consult your Lumileds Authorized Distributor or Lumileds sales representative for more information.
3. Minimum flux value for 470 nm devices. Due to the CIE eye response curve in the short blue wavelength range, the minimum luminous flux will vary over the Lumileds' blue color range. Luminous flux will vary from a minimum of 6.3 lm at 480 nm to a typical of 20 lm at 460 nm due to this effect. Although the luminous power efficiency is lower in the short blue wavelength range, radiometric power efficiency increases as wavelength decreases. For more information, consult the LUXEON Design Guide, available upon request.
4. Royal Blue product is binned by radiometric power and peak wavelength rather than photometric lumens and dominant wavelength.
5. In July 2003 Lumileds announced a second-generation white batwing product using a new phosphor deposition process resulting in improved color uniformity, LXHL-BW02.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Optical Characteristics at 350mA, Junction Temperature, $T_J = 25^\circ\text{C}$

Table 2.

Radiation Pattern	Color	Dominant Wavelength ¹ λ_D , Peak Wavelength ² λ_P , or Color Temperature ³			Spectral Half-width ⁴ (nm) $\Delta\lambda_{1/2}$	Temperature Coefficient of Dominant Wavelength (nm/°C) $\Delta\lambda_D / \Delta T_J$	Total Included Angle ⁵ (degrees) $\theta_{0.90V}$	Viewing Angle ⁶ (degrees) $2\theta_{1/2}$
		Min.	OCT Typ.	Max.				
Batwing	White	4500K	5500 K	10000 K	---	---	110	110
	Warm White	2850K	3300K	3800K	---	---	110	110
	Green	520 nm	530 nm	550 nm	35	0.04	110	110
	Cyan	490 nm	505 nm	520 nm	30	0.04	110	110
	Blue	460 nm	470 nm	490 nm	25	0.04	110	110
	Royal Blue ⁷	440 nm	455 nm	460 nm	20	0.04	110	110
	Red	620.5 nm	626 nm	645 nm	20	0.05	110	110
	Red-Orange Amber	613.5 nm 584.5 nm	617 nm 590 nm	620.5nm 597 nm	20 14	0.06 0.09	110 110	110 110
Lambertian	White	4500 K	5500 K	10000 K	---	---	160	140
	Green	520 nm	530 nm	550 nm	35	0.04	160	140
	Cyan	490 nm	506 nm	520 nm	30	0.04	160	140
	Blue	460 nm	470 nm	490 nm	25	0.04	160	140
	Royal Blue ⁷	440 nm	455 nm	460 nm	20	0.04	160	140
	Red	620.5 nm	627 nm	645 nm	20	0.05	160	140
	Red-Orange Amber	613.5 nm 584.5 nm	617 nm 590 nm	620.5 nm 597 nm	20 14	0.06 0.09	160 160	140 140

Optical Characteristics at 350mA, Junction Temperature, $T_J = 25^\circ\text{C}$, Cont.

Table 3.

Radiation Pattern	Color	Dominant Wavelength ¹ λ_D , Peak Wavelength ² λ_P , or Color Temperature ³			Spectral Half-width ⁴ (nm) $\Delta\lambda_{1/2}$	Temperature Coefficient of Dominant Wavelength (nm/°C) $\Delta\lambda_D / \Delta T_J$	Typical Total Flux Percent within first 45° ⁷ Cum Φ_{45°	Typical Angle of Peak Intensity ⁸ θ_{Peak}
		Min.	OCT Typ.	Max.				
Side Emitting	White	4500 K	5500 K	10000 K	---	---	<15%	75° - 85°
	Green	520 nm	530 nm	550 nm	35	0.04	<15%	75° - 85°
	Cyan	490 nm	506 nm	520 nm	30	0.04	<15%	75° - 85°
	Blue	460 nm	470 nm	490 nm	25	0.04	<15%	75° - 85°
	Royal Blue ⁷	440 nm	455 nm	460 nm	20	0.04	<15%	75° - 85°
	Red	620.5 nm	627 nm	645 nm	20	0.05	<15%	75° - 85°
	Red-Orange Amber	613.5 nm 584.5 nm	617 nm 590 nm	620.5 nm 597 nm	20 14	0.06 0.09	<15%	75° - 85°

Notes: (for Tables 2 & 3)

1. Dominant wavelength is derived from the CIE 1931 Chromaticity diagram and represents the perceived color. Lumileds maintains a tolerance of $\pm 0.5\text{nm}$ for dominant wavelength measurements.
2. Royal Blue product is binned by radiometric power and peak wavelength rather than photometric lumens and dominant wavelength. Lumileds maintains a tolerance of $\pm 2\text{nm}$ for peak wavelength measurements.
3. OCT $\pm 5\%$ tester tolerance.
4. Spectral width at 1/2 of the peak intensity.
5. Total angle at which 90% of total luminous flux is captured.
6. $\theta_{1/2}$ is the off axis angle from lamp centerline where the luminous intensity is 1/2 of the peak value.
7. Cumulative flux percent within $\pm 45^\circ$ from optical axis.
8. Off axis angle from lamp centerline where the luminous intensity reaches the peak value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes: (for Tables 2 & 3) Continued

9. CRI (Color Rendering Index) for White product types is 70. CRI for Warm White product type is 90 with typical R_p value of 70.

10. All red, red-orange and amber products built with Aluminum Indium Gallium Phosphide (AlInGaP).

11. All white, warm white, green, cyan, blue and royal blue products built with Indium Gallium Nitride (InGaN).

12. Blue and Royal Blue power light sources represented here are IEC825 Class 2 for eye safety.

Electrical Characteristics at 350mA, Junction Temperature, $T_J = 25^\circ\text{C}$

Table 4.

Radiation Pattern	Color	Forward Voltage V_F ¹⁾			Dynamic Resistance ²⁾ (Ω) R_D	Temperature Coefficient of Forward Voltage ³⁾ (mV/°C) $\Delta V_F / \Delta T_J$	Thermal Resistance, Junction to Case (°C/W) $R_{\theta_{JC}}$
		Min.	(V) Typ.	Max.			
Batwing	White	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Warm White	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Green	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Cyan	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Royal Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Red (BD01)	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
	Red (BD03)	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
	Red-Orange	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
	Amber (BL01)	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
Lambertian	White	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Green	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Cyan	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Royal Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Red	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
	Red-Orange	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
Side Emitting	White	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Green	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Cyan	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Royal Blue	2.79	3.42	3.99	1.0	-2.0	15
	Red	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18
	Red-Orange	2.31	2.95	3.51	2.4	-2.0	18

Notes for Table 4:

- Lumileds maintains a tolerance of $\pm 0.05\text{V}$ on forward voltage measurements.
- Dynamic resistance is the inverse of the slope in linear forward voltage model for LEDs. See Figures 3a and 3b. Measured between $25^\circ\text{C} \leq T_J \leq 110^\circ\text{C}$ at $I_F = 350\text{mA}$.

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Table 5.		
	White/Green/ Cyan/Blue/ Royal Blue	Warm White	Red/ Red-Orange/ Amber
DC Forward Current (mA) [†]	350	350	385
Peak Pulsed Forward Current (mA)	500	500	550
Average Forward Current (mA)	350	350	350
ESD Sensitivity [‡]	± 16,000V HBM		
LED Junction Temperature (°C)	135	120	120
Storage Temperature (°C)	-40 to +120	-40 to +120	-40 to +120
Soldering Temperature (°C) [‡]	260 for 5 seconds max	260 for 5 seconds max	260 for 5 seconds max

Notes for Table 5:

1. Proper current derating must be observed to maintain junction temperature below the maximum. For more information, consult the LUXEON Design Guide, available upon request.
2. LEDs are not designed to be driven in reverse bias. Please consult Lumileds' Application Brief AB11 for further information.
3. Measured at leads, during lead soldering and slug attach, body temperature must not exceed 120°C. LUXEON emitters cannot be soldered by general IR or vapor-phase reflow, nor by wave soldering. Lead soldering is limited to selective heating of the leads, such as by hot-bar reflow, fiber focussed IR, or hand soldering. The package back plane (slug) may not be attached by soldering, but rather with a thermally conductive adhesive. Electrical insulation between the slug and the board is required. Please consult Lumileds' Application Brief AB10 on LUXEON Emitter Assembly Information for further details on assembly methods.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wavelength Characteristics, $T_j = 25^\circ\text{C}$

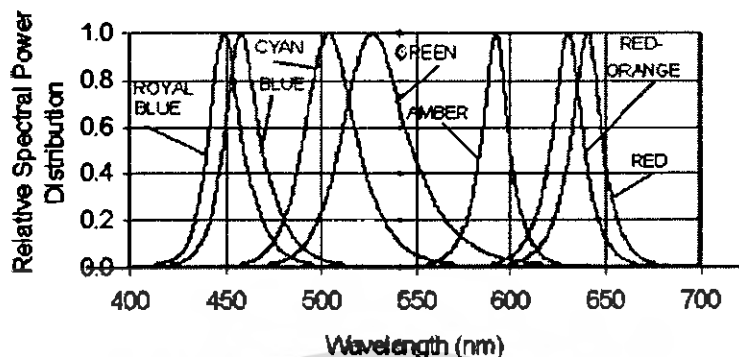


Figure 1a. Relative Intensity vs. Wavelength

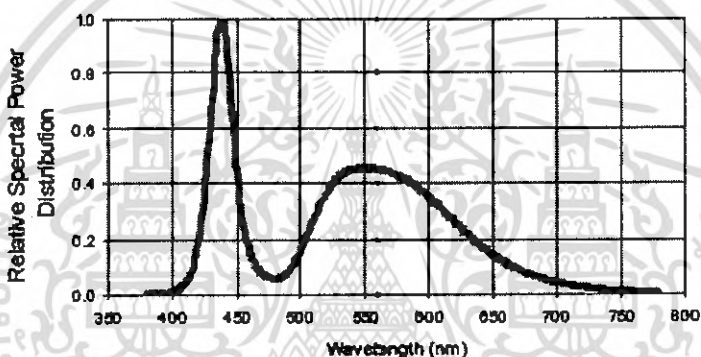


Figure 1b. White Color Spectrum of Typical CCT Part, Integrated Measurement. Applicable for LXHL-BW02.

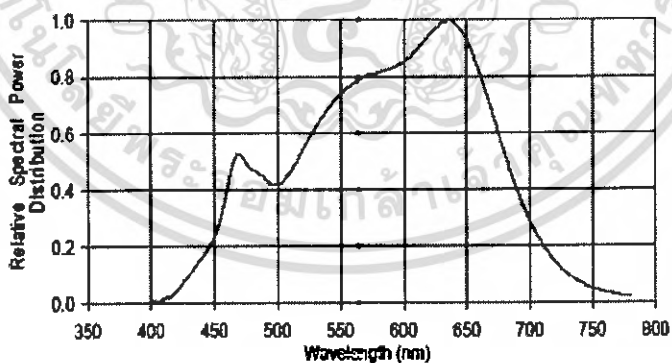


Figure 1c. White Color Spectrum of Typical Warm White Part, Integrated Measurement. Applicable for LXHL-BW03.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Light Output Characteristics

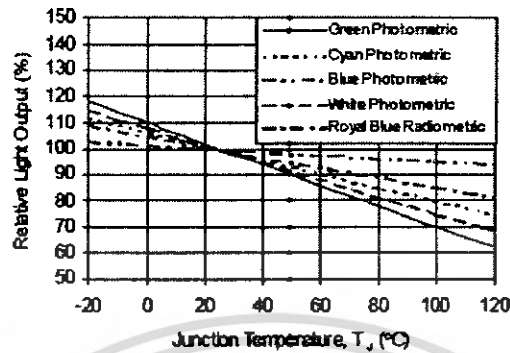


Figure 2a. Relative Light Output vs. Junction Temperature for White, Warm White, Green, Cyan, Blue and Royal Blue.

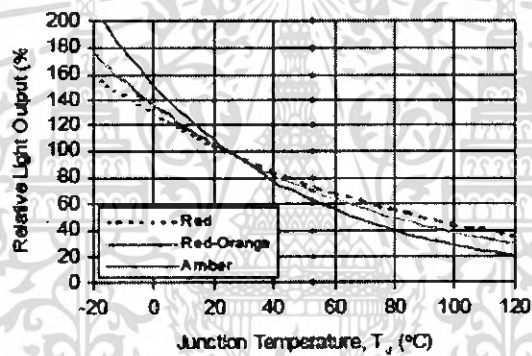


Figure 2b. Relative Light Output vs. Junction Temperature for Red, Red-Orange and Amber.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Forward Current Characteristics, $T_J = 25^\circ\text{C}$

Note:

Driving these high power devices at currents less than the test conditions may produce unpredictable results and may be subject to variation in performance. Pulse width modulation (PWM) is recommended for dimming effects.

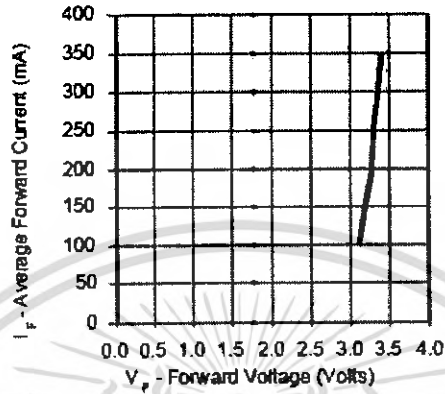


Figure 3a. Forward Current vs. Forward Voltage for White, Warm White, Green, Cyan, Blue, and Royal Blue.

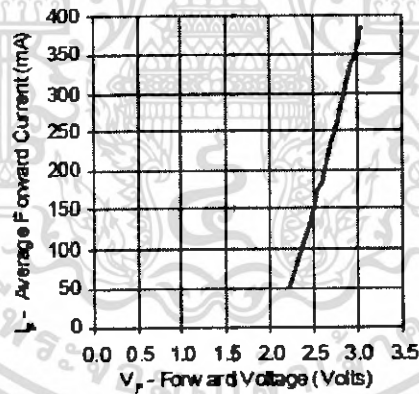


Figure 3b. Forward Current vs. Forward Voltage for Red, Red-Orange and Amber.

Forward Current Characteristics, $T_J = 25^\circ\text{C}$, Continued

Note:

Driving these high power devices at currents less than the test conditions may produce unpredictable results and may be subject to variation in performance. Pulse width modulation (PWM) is recommended for dimming effects.

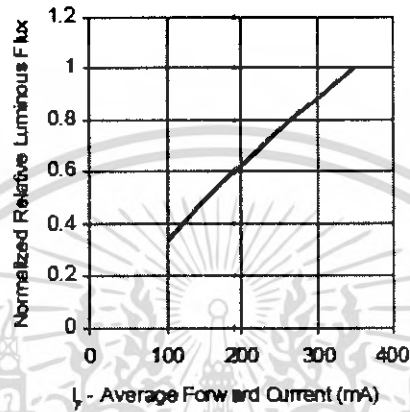


Figure 4a. Relative Luminous Flux vs. Forward Current for White, Warm White, Green, Cyan, Blue, and Royal Blue at $T_J = 25^\circ\text{C}$ maintained.

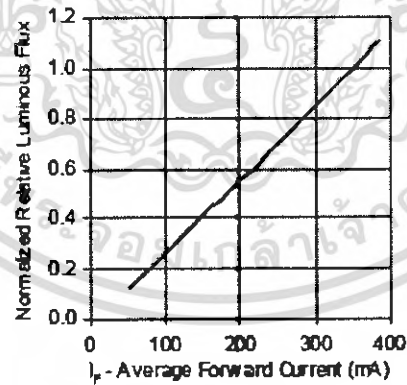


Figure 4b. Relative Luminous Flux vs. Forward Current for Red, Red-Orange and Amber at $T_J = 25^\circ\text{C}$ maintained.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Current Derating Curves

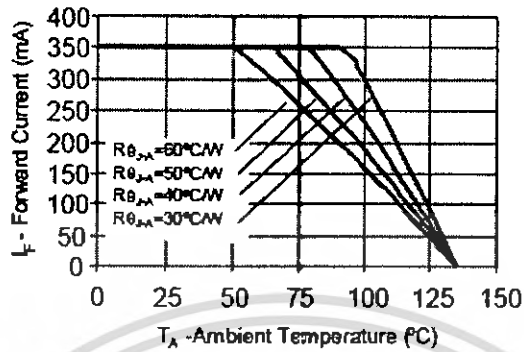


Figure 5a. Maximum Forward Current vs. Ambient Temperature. Derating based on $T_{MAX} = 135^\circ\text{C}$ for White, Green, Cyan, Blue, and Royal Blue.

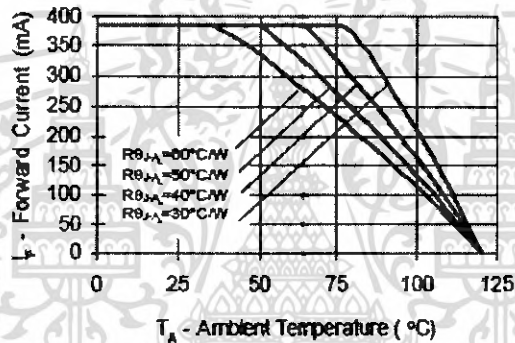


Figure 5b. Maximum Forward Current vs. Ambient Temperature. Derating based on $T_{MAX} = 120^\circ\text{C}$ for Red, Red-Orange and Amber.

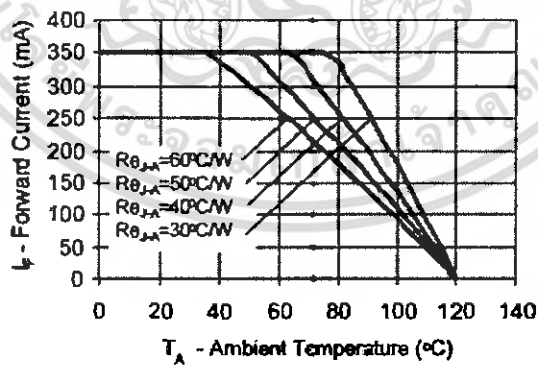


Figure 5c. Maximum Forward Current vs. Ambient Temperature. Derating based on $T_{MAX} = 120^\circ\text{C}$ for Warm White.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Batwing Representative Spatial Radiation Pattern

Note:

For more detailed technical information regarding LUXEON radiation patterns, please consult your Lumileds Authorized Distributor or Lumileds sales representative.

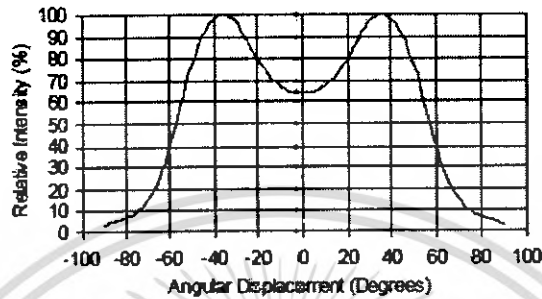


Figure 6a. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Warm White (LXHL-BW03).

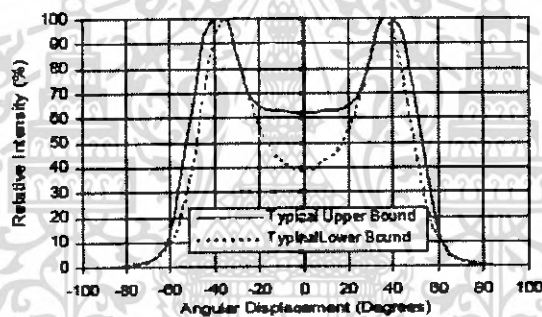


Figure 6b. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Green, Cyan, Blue and Royal Blue.

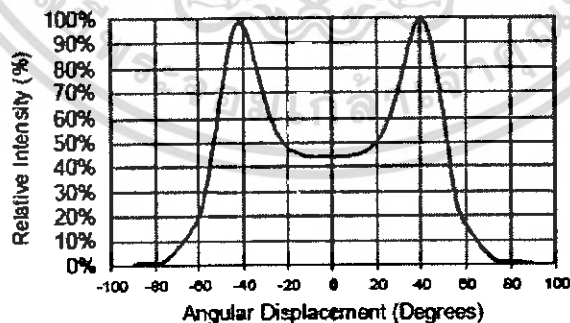


Figure 6c. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter White (LXHL-BW02).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Batwing Representative Spatial Radiation Pattern, Continued

Note:

For more detailed technical information regarding LUXEON radiation patterns, please consult your Lumileds Authorized Distributor or Lumileds sales representative.

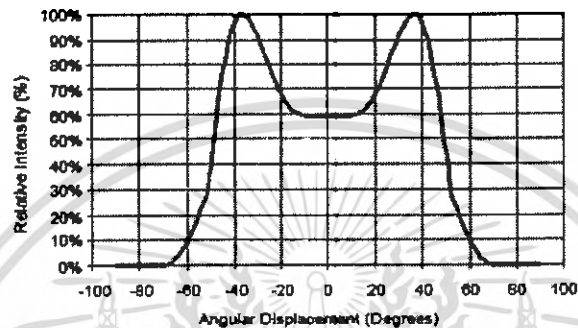


Figure 6d. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Red (LXHL-BB01) and Amber (LXHL-BL01).

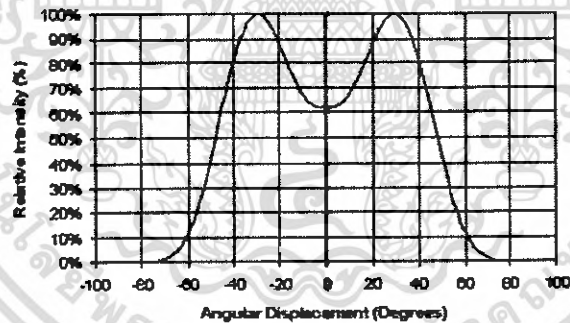


Figure 6e. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Red (LXHL-ED03), Red-Orange (LXHL-BH03) and Amber (LXHL-BL03).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Lambertian Representative Spatial Radiation Pattern

Note:

For more detailed technical information regarding LUXEON radiation patterns, please consult your Lumileds Authorized Distributor or Lumileds sales representative.

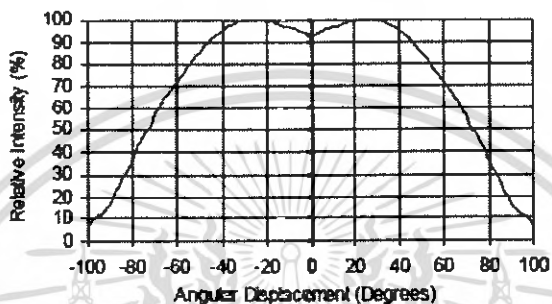


Figure 7a. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Red, Red-Orange and Amber.

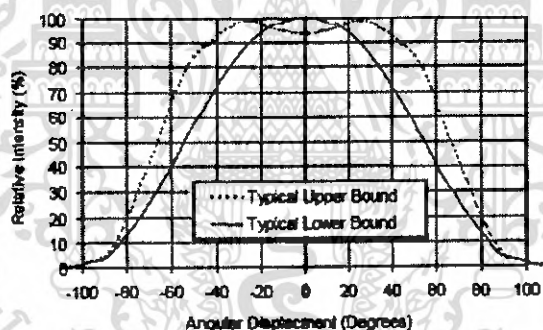


Figure 7b. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter White, Green, Cyan, Blue and Royal Blue.

Typical Side Emitting Representative Spatial Radiation Pattern

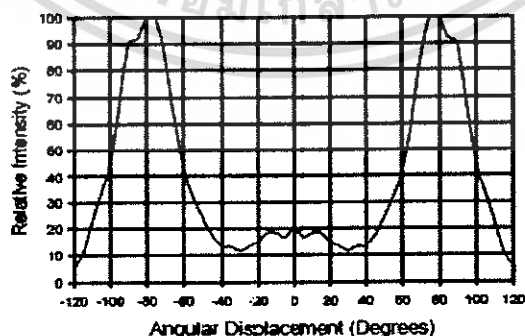


Figure 8a. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitter Red, Red-Orange and Amber.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Side Emitting Representative Spatial Radiation Pattern, Continued

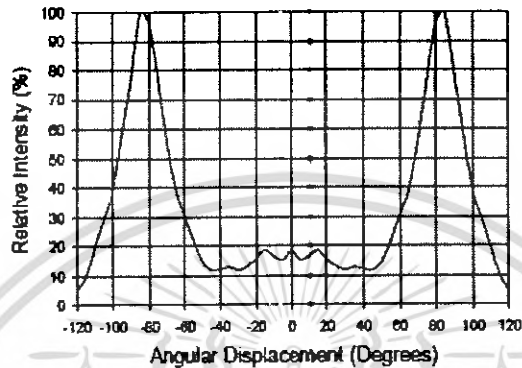


Figure 6b. Typical Representative Spatial Radiation Pattern for LUXEON Emitters White, Green, Cyan, Blue and Royal Blue.

Average Lumen Maintenance Characteristics

Lifetime for solid-state lighting devices (LEDs) is typically defined in terms of lumen maintenance—the percentage of initial light output remaining after a specified period of time. Lumileds projects that LUXEON products will deliver on average 70% lumen maintenance at 50,000 hours of operation. This performance is based on independent test data, Lumileds historical data from tests run on similar material systems, and internal LUXEON reliability testing. This projection is based on constant current 350 mA operation with junction temperature maintained at or below 90°C. Observation of design limits included in this data sheet is required in order to achieve this projected lumen maintenance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Emitter Reel Packaging

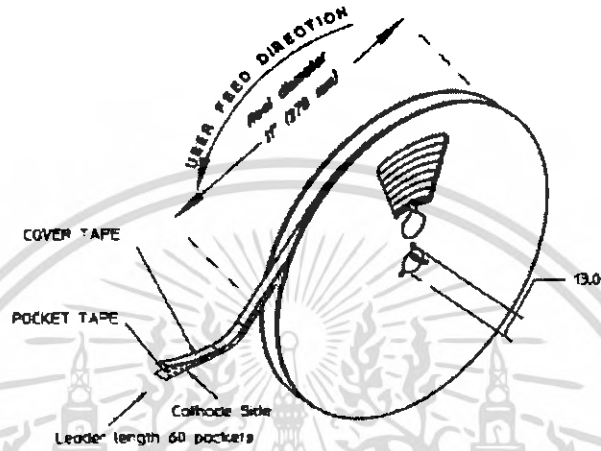


Figure 9. Reel dimensions and orientation.

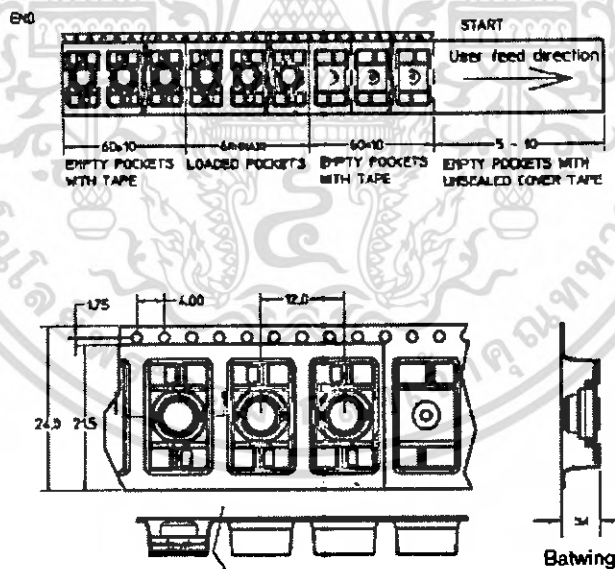


Figure 10. Tape dimensions for Batwing radiation pattern.

Notes:

1. LUXEON emitters should be picked up by the body (not the lens) during placement. The inner diameter of the pick-up collet should be greater than or equal to 6.5 mm. Please consult Lumileds Application Brief AB10 on LUXEON Emitter assembly information for further details on assembly methods.
2. Drawings not to scale.
3. All dimensions are in millimeters.
4. All dimensions without tolerances are for reference only.

Emitter Reel Packaging

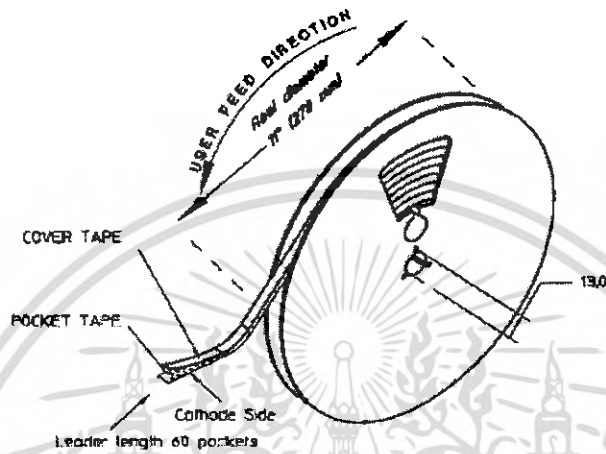


Figure 11. Reel dimensions and orientation.

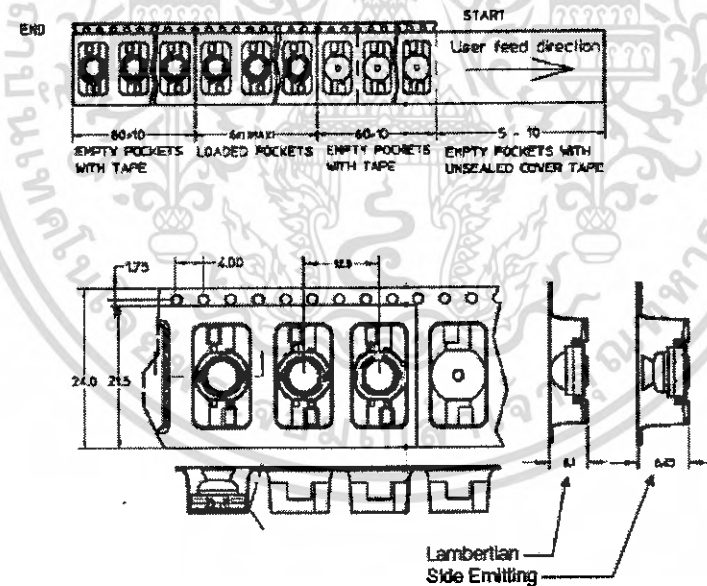


Figure 12. Tape dimensions for Lambertian and Side Emitting radiation patterns.

Notes:

1. LUXEON emitters should be picked up by the body (not the lens) during placement. The inner diameter of the pick-up collet should be greater than or equal to 6.5 mm. Please consult Lumileds Application Brief AB10 on LUXEON Emitter assembly information for further details on assembly methods.
2. Drawings not to scale.
3. All dimensions are in millimeters.
4. All dimensions without tolerances are for reference only.

PHILIPS

LUMILEDS

LIGHT FROM SILICON VALLEY

Company Information

LUXEON® is developed, manufactured and marketed by Philips Lumileds Lighting Company. Philips Lumileds is a world-class supplier of Light Emitting Diodes (LEDs) producing billions of LEDs annually. Philips Lumileds is a fully integrated supplier, producing core LED material in all three base colors (Red, Green, Blue) and White. Philips Lumileds has R&D centers in San Jose, California and in The Netherlands and production capabilities in San Jose and Penang, Malaysia. Founded in 1999, Philips Lumileds is the high-flux LED technology leader and is dedicated to bridging the gap between solid-state LED technology and the lighting world. Philips Lumileds technology, LEDs and systems are enabling new applications and markets in the lighting world.

Philips Lumileds may make process or materials changes affecting the performance or other characteristics of our products. These products supplied after such changes will continue to meet published specifications, but may not be identical to products supplied as samples or under prior orders.

LUMILEDS
FUTURE ELECTRONICS

WWW.LUXEON.COM
WWW.LUMILEDSFUTURE.COM

FOR TECHNICAL ASSISTANCE OR THE LOCATION OF YOUR NEAREST SALES OFFICE CONTACT ANY OF THE FOLLOWING:

NORTH AMERICA:
+1 888 889 3052 OR
AM.LUXEON@FUTUREELECTRONICS.COM

EUROPE:
00 800 443 88 873 OR
LUXEON.EUROPE@FUTUREELECTRONICS.COM

ASIA:
800 5804 5337 OR
LUMILEDS.ASI@FUTUREELECTRONICS.COM

©2005 Philips Lumileds Lighting Company. All rights reserved. Product specifications are subject to change without notice. Luxeon is a registered trademark of the Philips Lumileds Lighting Company in the United States and other countries.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34063A, MC33063A, NCV33063A



ON Semiconductor®

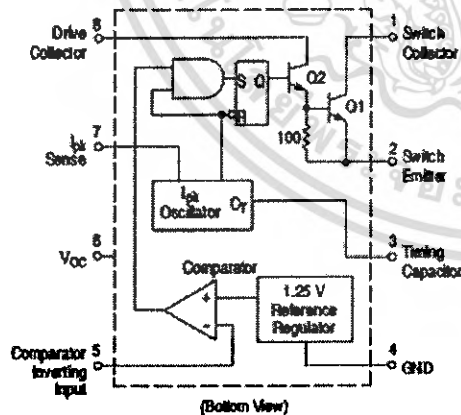
<http://onsemi.com>

1.5 A, Step-Up/Down/ Inverting Switching Regulators

The MC34063A Series is a monolithic control circuit containing the primary functions required for DC-to-DC converters. These devices consist of an internal temperature compensated reference, comparator, controlled duty cycle oscillator with an active current limit circuit, driver and high current output switch. This series was specifically designed to be incorporated in Step-Down and Step-Up and Voltage-Inverting applications with a minimum number of external components. Refer to Application Notes AN920A/D and AN954/D for additional design information.

Features

- Operation from 3.0 V to 40 V Input
- Low Standby Current
- Current Limiting
- Output Switch Current to 1.5 A
- Output Voltage Adjustable
- Frequency Operation to 100 kHz
- Precision 2% Reference
- Pb-Free Packages are Available



This device contains 51 active transistors.

Figure 1. Representative Schematic Diagram

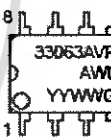
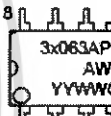
MARKING DIAGRAMS



SOIC-8
D SUFFIX
CASE 751

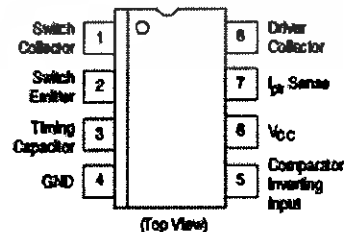


PDIP-8
P, P1 SUFFIX
CASE 626



x = 3 or 4
A = Assembly Location
L, WL = Wafer Lot
Y, YY = Year
W, WW = Work Week
G or * = Pb-Free Package

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 11 of this data sheet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V_{CC}	40	Vdc
Comparator Input Voltage Range	V_{IR}	-0.3 to +40	Vdc
Switch Collector Voltage	$V_{C(switch)}$	40	Vdc
Switch Emitter Voltage ($V_{Pin 1} = 40$ V)	$V_{E(switch)}$	40	Vdc
Switch Collector to Emitter Voltage	$V_{CE(switch)}$	40	Vdc
Driver Collector Voltage	$V_{C(driver)}$	40	Vdc
Driver Collector Current (Note 1)	$I_{C(driver)}$	100	mA
Switch Current	I_{SW}	1.5	A
Power Dissipation and Thermal Characteristics			
Plastic Package, P, P1 Suffix			
$T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	1.25	W
Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	100	$^\circ\text{C/W}$
SOIC Package, D Suffix			
$T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	625	mW
Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	160	$^\circ\text{C/W}$
Operating Junction Temperature	T_J	+150	$^\circ\text{C}$
Operating Ambient Temperature Range	T_A		$^\circ\text{C}$
MC34063A		0 to +70	
MC33063AV, NCV33063A		-40 to +125	
MC33063A		-40 to +85	
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

1. Maximum package power dissipation limits must be observed.
2. This device series contains ESD protection and exceeds the following tests: Human Body Model 4000 V per MIL-STD-883, Method 3015. Machine Model Method 400 V.
3. NCV prefix is for automotive and other applications requiring site and change control.

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high} [Note 4], unless otherwise specified.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OSCILLATOR					
Frequency ($V_{Pin 5} = 0\text{ V}$, $C_T = 1.0\text{ nF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	f_{osc}	24	33	42	kHz
Charge Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 40 V , $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{chg}	24	35	42	μA
Discharge Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 40 V , $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{dischg}	140	220	260	μA
Discharge to Charge Current Ratio (Pin 7 to V_{CC} , $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{dischg}/I_{chg}	5.2	6.5	7.5	–
Current Limit Sense Voltage ($I_{chg} = I_{dischg}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	$V_{int(sense)}$	250	300	350	mV
OUTPUT SWITCH (Note 5)					
Saturation Voltage, Darlington Connection ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, Pins 1, 8 connected)	$V_{CE(sat)}$	–	1.0	1.3	V
Saturation Voltage (Note 6) ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, $R_{Pin 8} = 82\ \Omega$ to V_{CC} , Forced $\beta = 20$)	$V_{CE(sat)}$	–	0.45	0.7	V
DC Current Gain ($I_{SW} = 1.0\text{ A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	h_{FE}	50	75	–	–
Collector Off-State Current ($V_{CE} = 40\text{ V}$)	$I_{C(off)}$	–	0.01	100	μA
COMPARATOR					
Threshold Voltage $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{th}	1.225 1.21	1.25 –	1.275 1.29	V
Threshold Voltage Line Regulation ($V_{CC} = 3.0\text{ V}$ to 40 V) MC33063A, MC34063A MC33063AV, NCV33063A	REG_{line}	–	1.4 1.4	5.0 6.0	mV
Input Bias Current ($V_{in} = 0\text{ V}$)	I_{IB}	–	–20	–400	nA
TOTAL DEVICE					
Supply Current ($V_{CC} = 5.0\text{ V}$ to 40 V , $C_T = 1.0\text{ nF}$, Pin 7 = V_{CC} , $V_{Pin 5} > V_{th}$, Pin 2 = GND, remaining pins open)	I_{CC}	–	–	4.0	mA

4. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC34063A, -40°C for MC33063A, AV, NCV33063A
 $T_{high} = +70^\circ\text{C}$ for MC34063A, $+85^\circ\text{C}$ for MC33063A, $+125^\circ\text{C}$ for MC33063AV, NCV33063A
5. Low duty cycle pulse techniques are used during test to maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible.
6. If the output switch is driven into hard saturation (non-Darlington configuration) at low switch currents ($\leq 300\text{ mA}$) and high driver currents ($\geq 30\text{ mA}$), it may take up to $2.0\ \mu\text{s}$ for it to come out of saturation. This condition will shorten the off time at frequencies $\geq 30\text{ kHz}$, and is magnified at high temperatures. This condition does not occur with a Darlington configuration, since the output switch cannot saturate. If a non-Darlington configuration is used, the following output drive condition is recommended:
IC output
Forced β of output switch : $\frac{I_{C\text{ output}}}{I_{C\text{ driver}} - 7.0\text{ mA}} \geq 10$

* The $100\ \Omega$ resistor in the emitter of the driver device requires about 7.0 mA before the output switch conducts.

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

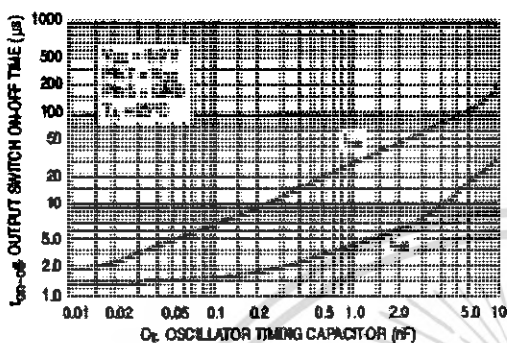


Figure 2. Output Switch On-Off Time versus Oscillator Timing Capacitor

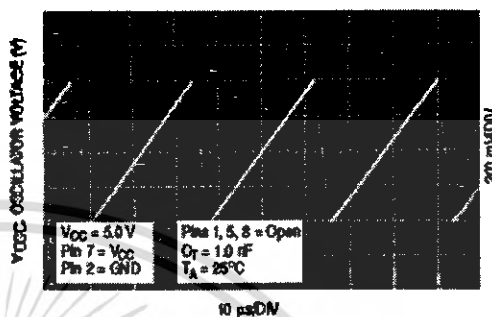


Figure 3. Timing Capacitor Waveform

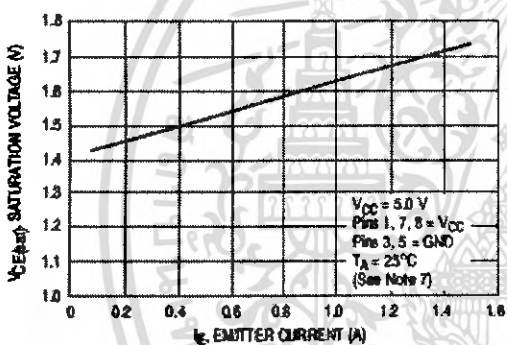


Figure 4. Emitter Follower Configuration Output Saturation Voltage versus Emitter Current

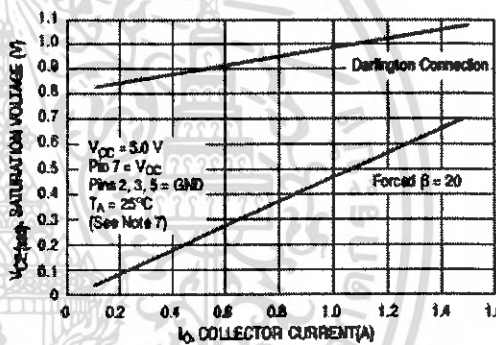


Figure 5. Common Emitter Configuration Output Switch Saturation Voltage versus Collector Current

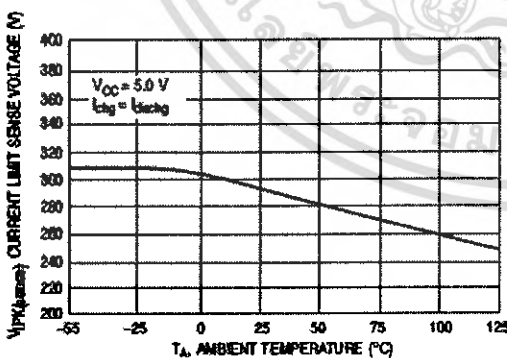


Figure 6. Current Limit Sense Voltage versus Temperature

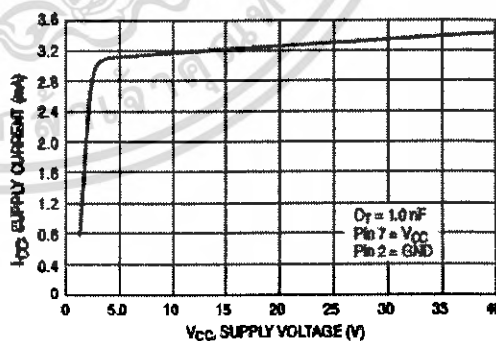
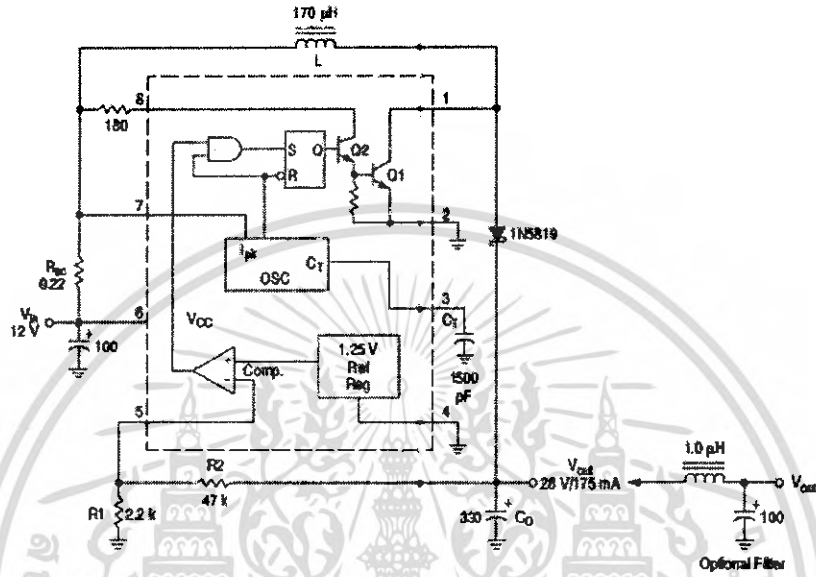


Figure 7. Standby Supply Current versus Supply Voltage

7. Low duty cycle pulse techniques are used during test to maintain junction temperature as close to ambient temperature as possible.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

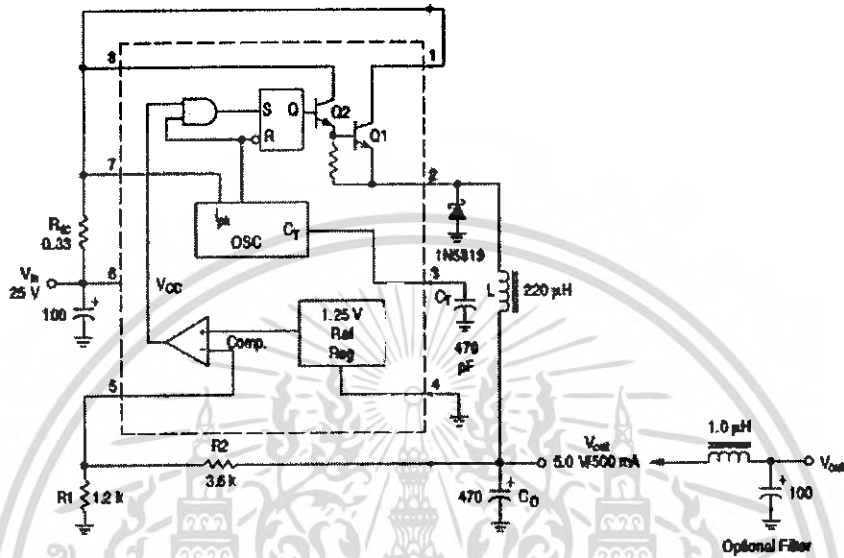


Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 8.0\text{ V to }16\text{ V}, I_O = 175\text{ mA}$	30 mV = $\pm 0.05\%$
Load Regulation	$V_{in} = 12\text{ V}, I_O = 75\text{ mA to }175\text{ mA}$	10 mV = $\pm 0.017\%$
Output Ripple	$V_{in} = 12\text{ V}, I_O = 175\text{ mA}$	400 mVpp
Efficiency	$V_{in} = 12\text{ V}, I_O = 175\text{ mA}$	87.7%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 12\text{ V}, I_O = 175\text{ mA}$	40 mVpp

Figure 8. Step-Up Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC34063A, MC33063A, NCV33063A



Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 15\text{ V to } 25\text{ V}, I_O = 500\text{ mA}$	$12\text{ mV} = \pm 0.12\%$
Load Regulation	$V_{in} = 25\text{ V}, I_O = 50\text{ mA to } 500\text{ mA}$	$3.0\text{ mV} = \pm 0.03\%$
Output Ripple	$V_{in} = 25\text{ V}, I_O = 500\text{ mA}$	120 mVpp
Short Circuit Current	$V_{in} = 25\text{ V}, R_L = 0.1\ \Omega$	1.1 A
Efficiency	$V_{in} = 25\text{ V}, I_O = 500\text{ mA}$	83.7%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 25\text{ V}, I_O = 500\text{ mA}$	40 mVpp

Figure 10. Step-Down Converter

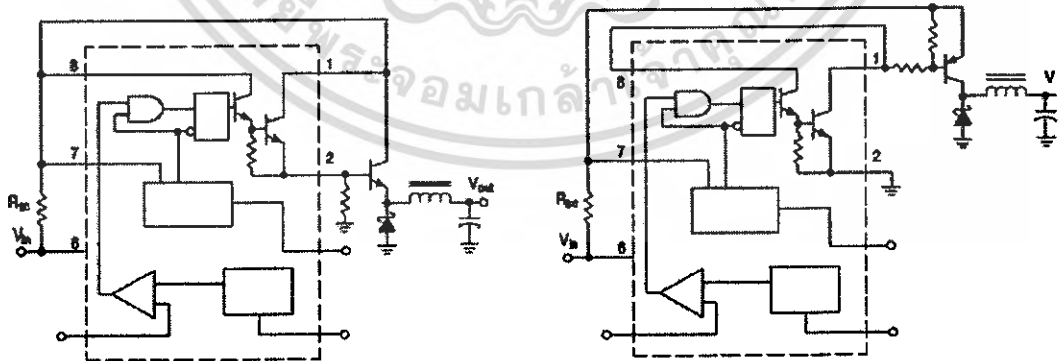
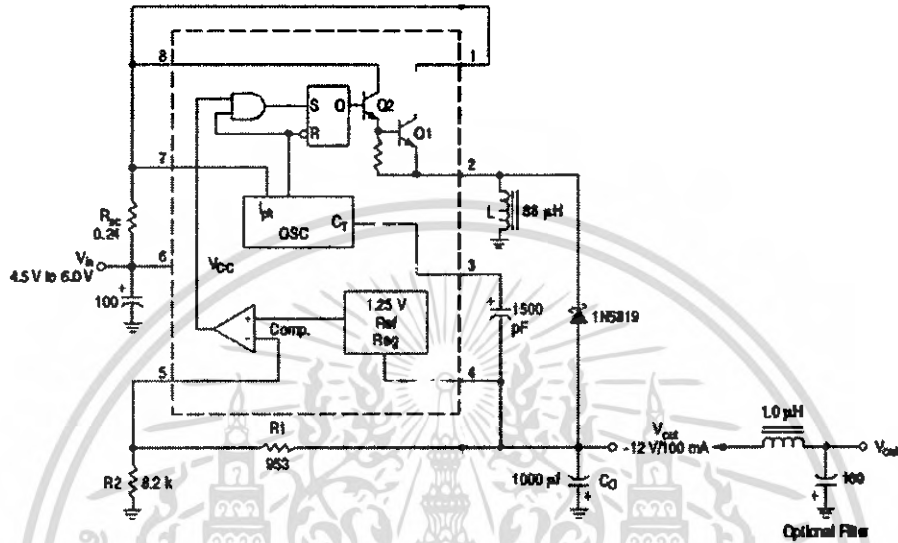


Figure 11. External Current Boost Connections for I_C Peak Greater than 1.5 A

11a. External NPN Switch

11b. External PNP Saturated Switch

MC34063A, MC33063A, NCV33063A



Test	Conditions	Results
Line Regulation	$V_{in} = 4.5 \text{ V to } 6.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	3.0 mV = $\pm 0.012\%$
Load Regulation	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 10 \text{ mA to } 100 \text{ mA}$	0.022 V = $\pm 0.09\%$
Output Ripple	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	500 mVpp
Short Circuit Current	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, R_L = 0.1 \Omega$	910 mA
Efficiency	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	62.2%
Output Ripple With Optional Filter	$V_{in} = 5.0 \text{ V}, I_O = 100 \text{ mA}$	70 mVpp

Figure 12. Voltage Inverting Converter

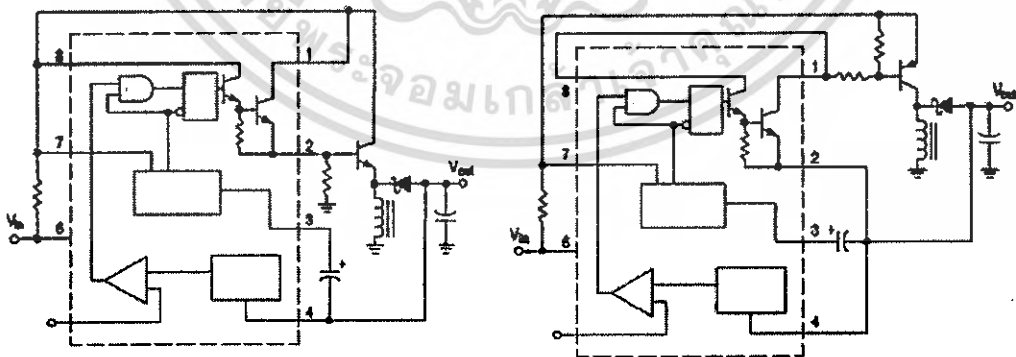
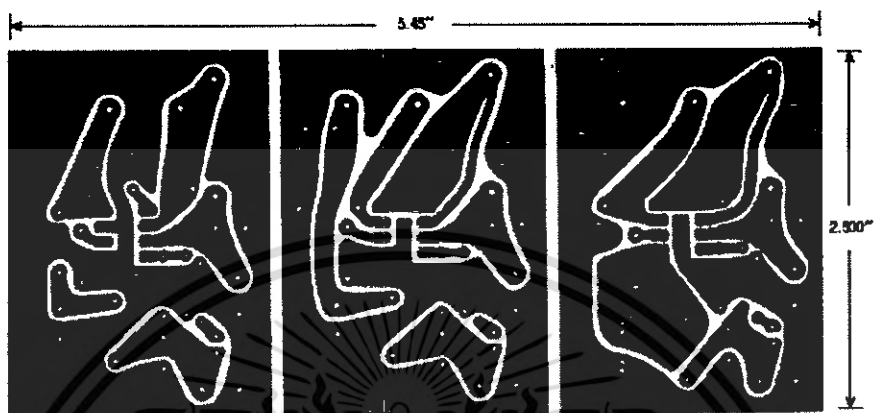


Figure 13. External Current Boost Connections for I_C Peak Greater than 1.5 A

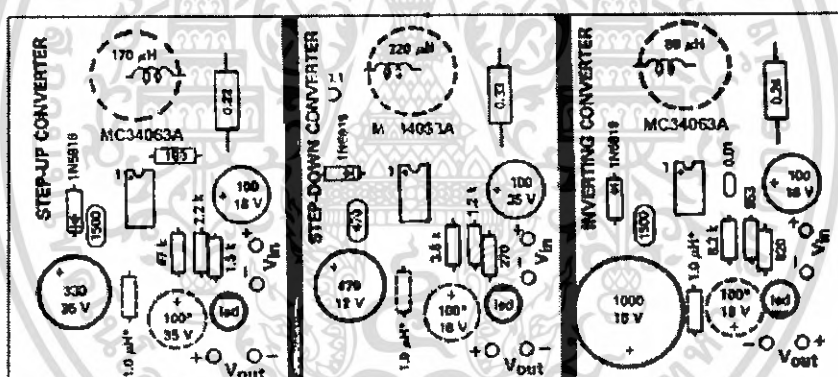
13a. External NPN Switch

13b. External PNP Saturated Switch

MC34063A, MC33063A, NCV33063A



(Top view, copper foil as seen through the board from the component side)



(Top View, Component Side)

*Optional Filter.

Figure 14. Printed Circuit Board end Component Layout
(Circuits of Figures 6, 10, 12)

INDUCTOR DATA

Converter	Inductance (µH)	Turns/Wire
Step-Up	170	38 Turns of #22 AWG
Step-Down	220	48 Turns of #22 AWG
Voltage-Inverting	88	28 Turns of #22 AWG

All inductors are wound on Magnetics Inc. 55117 toroidal core.

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

Calculation	Step-Up	Step-Down	Voltage-Inverting
t_{on}/t_{off}	$\frac{V_{out} + V_F - V_{in(min)}}{V_{in(min)} - V_{sat}}$	$\frac{V_{out} + V_F}{V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out}}$	$\frac{V_{out} + V_F}{V_{in} - V_{sat}}$
$(t_{on} + t_{off})$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$
t_{off}	$\frac{t_{on} + t_{off}}{t_{on} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{t_{on} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{t_{on} + 1}$
t_{on}	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$
C_T	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$
$I_{pk(switch)}$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$	$2I_{out(max)}$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$
R_{sc}	$0.3I_{pk(switch)}$	$0.3I_{pk(switch)}$	$0.3I_{pk(switch)}$
$L_{(min)}$	$\left(\frac{V_{in(min)} - V_{sat}}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{V_{in(min)} + V_{sat} - V_{out}}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{V_{in(min)} - V_{sat}}{I_{pk(switch)}} \right) t_{on(max)}$
C_O	$9 \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$	$\frac{I_{pk(switch)}(t_{on} + t_{off})}{V_{ripple(pp)}}$	$9 \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$

V_{sat} = Saturation voltage of the output switch.
 V_F = Forward voltage drop of the output rectifier.

The following power supply characteristics must be chosen:

V_{in} - Nominal input voltage.

V_{out} - Desired output voltage, $|V_{out}| = 1.25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$

I_{out} - Desired output current.

f_{min} - Minimum desired output switching frequency at the selected values of V_{in} and I_{out} .

$V_{ripple(pp)}$ - Desired peak-to-peak output ripple voltage. In practice, the calculated capacitor value will need to be increased due to its equivalent series resistance and board layout. The ripple voltage should be kept to a low value since it will directly affect the line and load regulation.

NOTE: For further information refer to Application Note AN920A/D and AN954/D.

Figure 15. Design Formula Table

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping†
MC33063AD	SOIC-8	98 Units / Reel
MC33063ADG	SOIC-8 (Pb-Free)	98 Units / Reel
MC33063ADR2	SOIC-8	2500 Units / Tape & Reel
MC33063ADR2G	SOIC-8 (Pb-Free)	2500 Units / Tape & Reel
MC33063AP1	PDIP-8	50 Units / Reel
MC33063AP1G	PDIP-8 (Pb-Free)	50 Units / Reel
MC33063AVD	SOIC-8	98 Units / Reel
MC33063AVDG	SOIC-8 (Pb-Free)	98 Units / Reel
MC33063AVDR2	SOIC-8	2500 Units / Tape & Reel
MC33063AVDR2G	SOIC-8 (Pb-Free)	
NCV33063AVDR2*	SOIC-8	
NCV33063AVDR2G*	SOIC-8 (Pb-Free)	
MC33063AVP	PDIP-8	50 Units / Reel
MC33063AVPG	PDIP-8 (Pb-Free)	50 Units / Reel
MC34063AD	SOIC-8	98 Units / Reel
MC34063ADG	SOIC-8 (Pb-Free)	98 Units / Reel
MC34063ADR2	SOIC-8	2500 Units / Tape & Reel
MC34063ADR2G	SOIC-8 (Pb-Free)	2500 Units / Tape & Reel
MC34063AP1	PDIP-8	50 Units / Reel
MC34063AP1G	PDIP-8 (Pb-Free)	50 Units / Reel

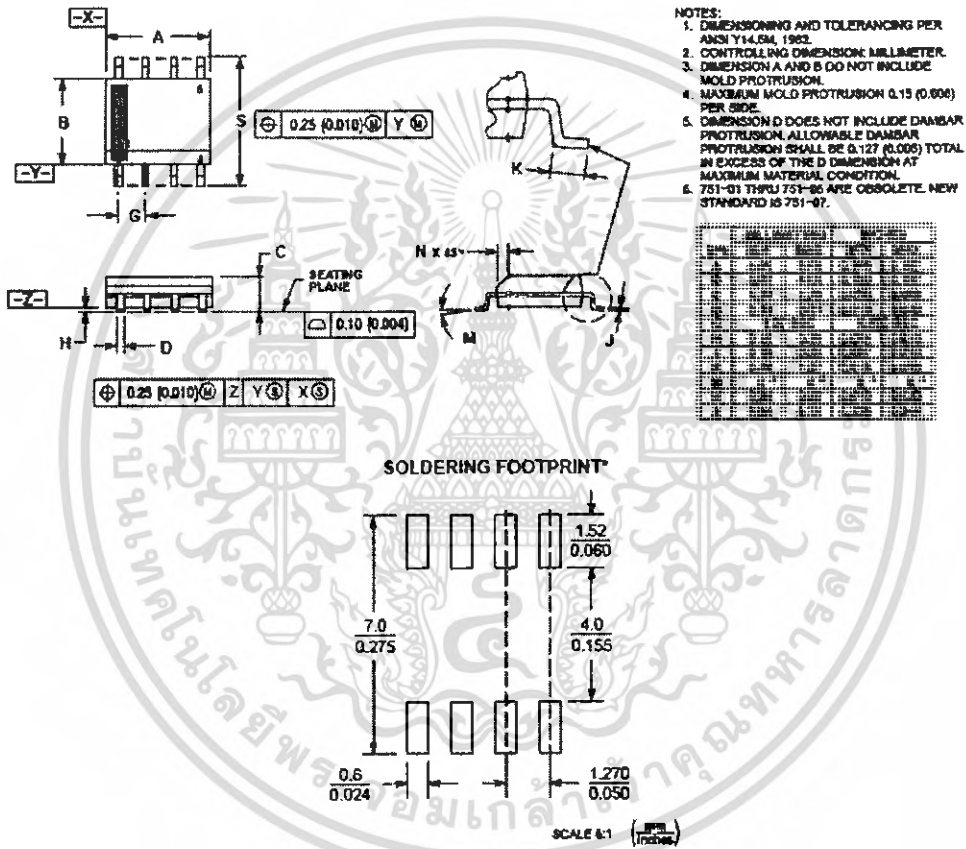
†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specification Brochure, BRD8011/D.

*NCV33063A: $T_{low} = -40^{\circ}\text{C}$, $T_{high} = +125^{\circ}\text{C}$. Guaranteed by design. NCV prefix is for automotive and other applications requiring site and change control.

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

PACKAGE DIMENSIONS

SOIC-8 NB
D SUFFIX
CASE 751-07
ISSUE AG

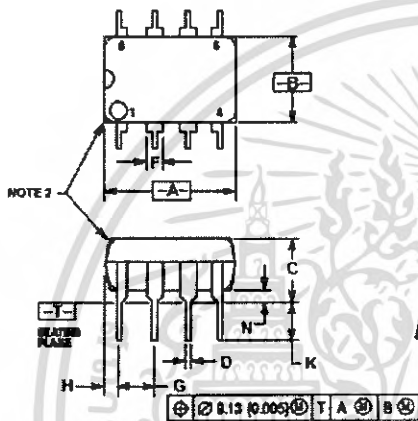


*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERMWD.

MC34063A, MC33063A, NCV33063A

PACKAGE DIMENSIONS

PDIP-8
P, P1 SUFFIX
CASE 626-05
ISSUE L



NOTES:
1. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
2. PACKAGE CORNER OPTION: ROUND OR SQUARE CORNERS.
3. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.

SYMBOL	DESCRIPTION	UNIT	MIN.	TYP.	MAX.
A	Lead Width	mm	0.30	0.30	0.30
B	Lead Length	mm	0.50	0.50	0.50
C	Lead Thickness	mm	0.075	0.075	0.075
D	Body Width	mm	1.27	1.27	1.27
E	Body Length	mm	2.54	2.54	2.54
F	Body Thickness	mm	0.50	0.50	0.50
G	Body Diameter	mm	0.762	0.762	0.762
H	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
I	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
J	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
K	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
L	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
M	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
N	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
O	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
P	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
Q	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
R	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
S	Body Diameter Tolerance	mm			0.005
T	Body Diameter Tolerance	mm			0.005

SENSEPET is a trademark of Semiconductor Components Industries, LLC.

© 2005 Semiconductor Components Industries, LLC. All rights reserved. This document is the property of Semiconductor Components Industries, LLC. No part of this document may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of Semiconductor Components Industries, LLC. For more information, contact Semiconductor Components Industries, LLC, P.O. Box 5163, Denville, CO 80217 USA. Phone: 303-675-2175 or 800-344-3888. Fax: 303-675-2176 or 800-344-3887. Email: ordinfo@onsemi.com

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denville, Colorado 80217 USA
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3888 Toll Free USA/Canada
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3887 Toll Free USA/Canada
Email: ordinfo@onsemi.com

U.S. American Technical Support: 600-262-9653 Toll Free
USA/Canada
Europe, Middle East and Asian Technical Support:
Phone: 421 33 796 29 30
Japan Customer Focus Center
Phone: 91-3-6773-3698

ON Semiconductor Website: www.onsemi.com
Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>
For additional literature, please contact your local
Sales Representative

MC34063A/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MICROCHIP

PIC12F683 Data Sheet

**8-Pin Flash-Based, 8-Bit
CMOS Microcontrollers with
nanoWatt Technology**

Note the following details of the code protection feature on Microchip devices:

- Microchip products meet the specification contained in their particular Microchip Data Sheet.
- Microchip believes that its family of products is one of the most secure families of its kind on the market today, when used in the intended manner and under normal conditions.
- There are dishonest and possibly illegal methods used to breach the code protection features. All of these methods, to our knowledge, require using the Microchip products in a manner outside the operating specifications contained in Microchip's Data Sheets. Most likely, the person doing so is engaged in theft of intellectual property.
- Microchip is willing to work with the customer who is concerned about the integrity of their code.
- Neither Microchip nor any other semiconductor manufacturer can guarantee the security of their code. Code protection does not mean that we are guaranteeing the product as "unbreakable."

Code protection is constantly evolving. We at Microchip are committed to continuously improving the code protection features of our products. Attempts to break Microchip's code protection feature may be a violation of the Digital Millennium Copyright Act. If such acts allow unauthorized access to your software or other copyrighted work, you may have a right to sue for relief under that Act.

Information contained in this publication regarding device applications and the like is provided only for your convenience and may be superseded by updates. It is your responsibility to ensure that your application meets with your specifications. MICROCHIP MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES OF ANY KIND WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, WRITTEN OR ORAL, STATUTORY OR OTHERWISE, RELATED TO THE INFORMATION, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ITS CONDITION, QUALITY, PERFORMANCE, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR PURPOSE. Microchip disclaims all liability arising from this information and its use. Use of Microchip devices in life support and/or safety applications is entirely at the buyer's risk, and the buyer agrees to defend, indemnify and hold harmless Microchip from any and all damages, claims, suits, or expenses resulting from such use. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any Microchip intellectual property rights.

Trademarks

The Microchip name and logo, the Microchip logo, Accuron, dsPIC, KeeLoq, KeeLoq logo, microID, MPLAB, PIC, PICmicro, PICSTART, PRO MATE, PowerSmart, rPIC, and SmartShunt are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Amplab, FilterLab, Linear Active Thermistor, Migratable Memory, MXDEV, MXLAB, PS logo, SEEVAL, SmartSensor and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Analogue-for-the-Digital Age, Application Maestro, CodeGuard, dsPICDEM, dsPICDEM.net, dsPICworks, ECAN, ECONOMONITOR, FanSense, FlexROM, fuzzyLAB, In-Circuit Serial Programming, ICSP, ICEPIC, Mindi, MWI, MPASM, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, PICKit, PICDEM, PICDEM.net, PICLAB, PICtail, PowerCel, PowerInfo, PowerMate, PowerTool, REAL ICE, rLAB, rPICDEM, Select Mode, Smart Serial, SmartTel, Total Endurance, UN/O, WiperLock and ZENA are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

SQTP is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

© 2007, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 Printed on recycled paper.

Microchip Technology Incorporated, 3500 Central Expressway, Santa Clara, CA 95051, U.S.A.
Microchip Technology (India) Private Limited, Plot No. 149, Sector 98, Gurgaon, Haryana, India
Microchip Technology (Malaysia) Sdn. Bhd., 100, Jalan Puchong, 47100 Puchong, Selangor, Malaysia
Microchip Technology (Singapore) Pte. Ltd., 11, Sun Street, Singapore 018909
Microchip Technology (Thailand) Co., Ltd., 100/100, Moo 1, Bangna-Prada Road, Bangna, Bangkok 10700, Thailand
Microchip Technology (China) Co., Ltd., 10000, Beijing, China
Microchip Technology (Taiwan) Co., Ltd., 10000, Taipei, Taiwan
Microchip Technology (Korea) Co., Ltd., 10000, Seoul, Korea
Microchip Technology (Japan) Co., Ltd., 10000, Tokyo, Japan
Microchip Technology (Brazil) Co., Ltd., 10000, Sao Paulo, Brazil
Microchip Technology (Mexico) Co., Ltd., 10000, Mexico City, Mexico
Microchip Technology (Colombia) Co., Ltd., 10000, Bogota, Colombia
Microchip Technology (Venezuela) Co., Ltd., 10000, Caracas, Venezuela
Microchip Technology (Peru) Co., Ltd., 10000, Lima, Peru
Microchip Technology (Chile) Co., Ltd., 10000, Santiago, Chile
Microchip Technology (Argentina) Co., Ltd., 10000, Buenos Aires, Argentina
Microchip Technology (Uruguay) Co., Ltd., 10000, Montevideo, Uruguay
Microchip Technology (Paraguay) Co., Ltd., 10000, Asuncion, Paraguay
Microchip Technology (Bolivia) Co., Ltd., 10000, La Paz, Bolivia
Microchip Technology (Ecuador) Co., Ltd., 10000, Quito, Ecuador
Microchip Technology (Guatemala) Co., Ltd., 10000, Guatemala City, Guatemala
Microchip Technology (Honduras) Co., Ltd., 10000, Tegucigalpa, Honduras
Microchip Technology (Nicaragua) Co., Ltd., 10000, Managua, Nicaragua
Microchip Technology (Costa Rica) Co., Ltd., 10000, San Jose, Costa Rica
Microchip Technology (Panama) Co., Ltd., 10000, Panama City, Panama
Microchip Technology (Cuba) Co., Ltd., 10000, Havana, Cuba
Microchip Technology (Dominican Republic) Co., Ltd., 10000, Santo Domingo, Dominican Republic
Microchip Technology (Puerto Rico) Co., Ltd., 10000, San Juan, Puerto Rico
Microchip Technology (Venezuela) Co., Ltd., 10000, Caracas, Venezuela
Microchip Technology (Colombia) Co., Ltd., 10000, Bogota, Colombia
Microchip Technology (Peru) Co., Ltd., 10000, Lima, Peru
Microchip Technology (Chile) Co., Ltd., 10000, Santiago, Chile
Microchip Technology (Argentina) Co., Ltd., 10000, Buenos Aires, Argentina
Microchip Technology (Uruguay) Co., Ltd., 10000, Montevideo, Uruguay
Microchip Technology (Paraguay) Co., Ltd., 10000, Asuncion, Paraguay
Microchip Technology (Bolivia) Co., Ltd., 10000, La Paz, Bolivia
Microchip Technology (Ecuador) Co., Ltd., 10000, Quito, Ecuador
Microchip Technology (Guatemala) Co., Ltd., 10000, Guatemala City, Guatemala
Microchip Technology (Honduras) Co., Ltd., 10000, Tegucigalpa, Honduras
Microchip Technology (Nicaragua) Co., Ltd., 10000, Managua, Nicaragua
Microchip Technology (Costa Rica) Co., Ltd., 10000, San Jose, Costa Rica
Microchip Technology (Panama) Co., Ltd., 10000, Panama City, Panama
Microchip Technology (Cuba) Co., Ltd., 10000, Havana, Cuba
Microchip Technology (Dominican Republic) Co., Ltd., 10000, Santo Domingo, Dominican Republic
Microchip Technology (Puerto Rico) Co., Ltd., 10000, San Juan, Puerto Rico

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8-Pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn:
 - All single-cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - DC – 20 MHz oscillator/clock input
 - DC – 200 ns instruction cycle
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

Special Microcontroller Features:

- Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$, typical
 - Software selectable frequency range of 8 MHz to 125 kHz
 - Software tunable
 - Two-Speed Start-up mode
 - Crystal fail detect for critical applications
 - Clock mode switching during operation for power savings
- Power-Saving Sleep mode
- Wide operating voltage range (2.0V-5.5V)
- Industrial and Extended temperature range
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced Low-Current Watchdog Timer (WDT) with on-chip oscillator (software selectable nominal 268 seconds with full prescaler) with software enable
- Multiplexed Master Clear with pull-up/input pin
- Programmable code protection
- High Endurance Flash/EEPROM cell:
 - 100,000 write Flash endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - Flash/Data EEPROM Retention: > 40 years

Low-Power Features:

- Standby Current
 - 50 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 11 μ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 220 μ A @ 4 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current
 - 1 μ A @ 2.0V, typical

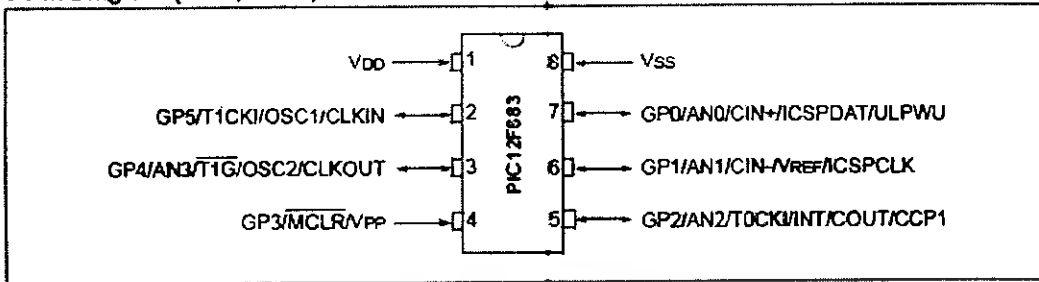
Peripheral Features:

- 6 I/O pins with individual direction control:
 - High current source/sink for direct LED drive
 - Interrupt-on-pin change
 - Individually programmable weak pull-ups
 - Ultra Low-Power Wake-up on GP0
- Analog Comparator module with:
 - One analog comparator
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module (% of VDD)
 - Comparator inputs and output externally accessible
- A/D Converter:
 - 10-bit resolution and 4 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Timer1 Gate (count enable)
 - Option to use OSC1 and OSC2 in LP mode as Timer1 oscillator if INTOSC mode selected
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
 - 16-bit Capture, max resolution 12.5 ns
 - Compare, max resolution 200 ns
 - 10-bit PWM, max frequency 20 kHz
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins

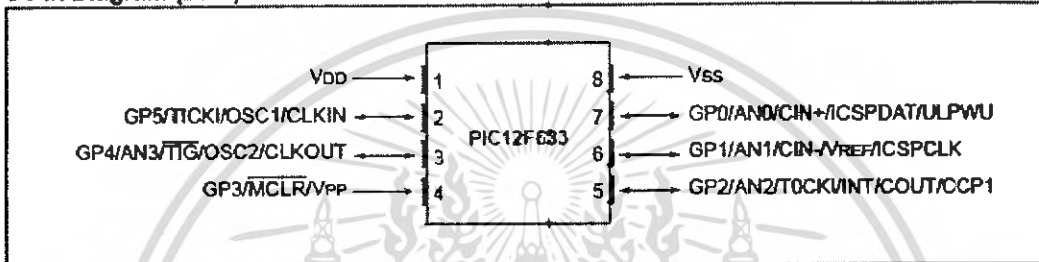
Device	Program Memory	Data Memory		I/O	10-bit A/D (ch)	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)				
PIC12F683	2048	128	256	6	4	1	2/1

PIC12F683

8-Pin Diagram (PDIP, SOIC)



8-Pin Diagram (DFN)



8-Pin Diagram (DFN-S)

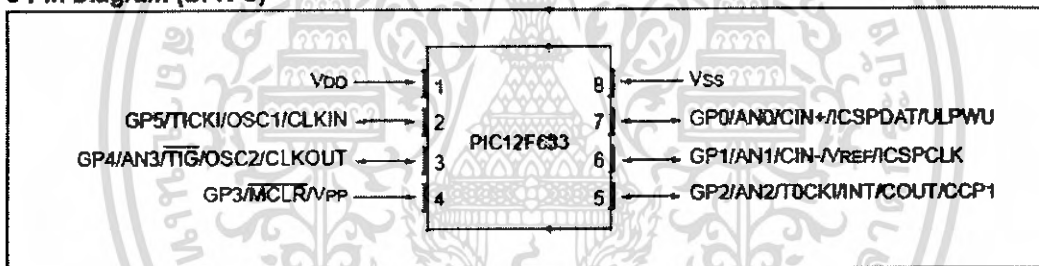


TABLE 1: 8-PIN SUMMARY

I/O	Pin	Analog	Comparators	Timer	CCP	Interrupts	Pull-ups	Basic
GP0	7	AN0	CIN+	—	—	IOC	Y	ICSPDAT/ULPWU
GP1	6	AN1/VREF	CIN-	—	—	IOC	Y	ICSPCLK
GP2	5	AN2	COUT	T0CKI	CCP1	INT/ROC	Y	—
GP3 ⁽¹⁾	4	—	—	—	—	IOC	Y ⁽²⁾	MCLR/VPP
GP4	3	AN3	—	T1G	—	IOC	Y	OSC2/CLKOUT
GP5	2	—	—	T1CKI	—	IOC	Y	OSC1/CLKIN
—	1	—	—	—	—	—	—	VDD
—	8	—	—	—	—	—	—	VSS

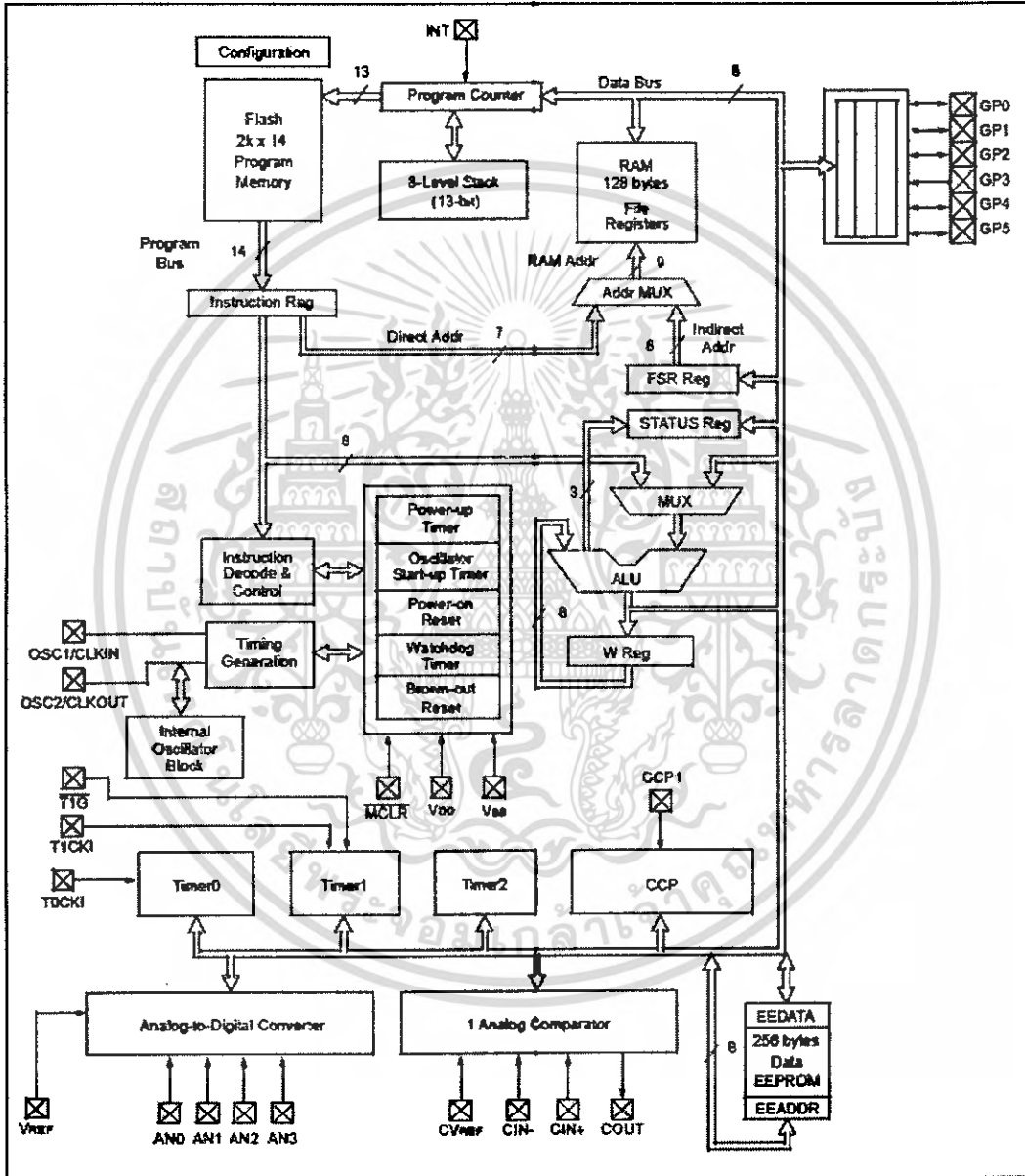
Note 1: Input only.

2: Only when pin is configured for external MCLR.

1.0 DEVICE OVERVIEW

The PIC12F683 is covered by this data sheet. It is available in 8-pin PDIP, SOIC and DFN-S packages. Figure 1-1 shows a block diagram of the PIC12F683 device. Table 1-1 shows the pinout description.

FIGURE 1-1: PIC12F683 BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC12F683

TABLE 1-1: PIC12F683 PINOUT DESCRIPTION

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
V _{DD}	V _{DD}	Power	--	Positive supply
GP5/T1CKI/OSC1/CLKIN	GP5	TTL	CMOS	GPIO I/O with prog. pull-up and interrupt-on-change
	T1CKI	ST	--	Timer1 clock
	OSC1	XTAL	--	Crystal/Resonator
	CLKIN	ST	--	External clock input/RC oscillator connection
GP4/AN3/T1G/OSC2/CLKOUT	GP4	TTL	CMOS	GPIO I/O with prog. pull-up and interrupt-on-change
	AN3	AN	--	A/D Channel 3 input
	T1G	ST	--	Timer1 gate
	OSC2	--	XTAL	Crystal/Resonator
	CLKOUT	--	CMOS	Fosc/4 output
GP3/MCLR/V _{PP}	GP3	TTL	--	GPIO input with interrupt-on-change
	MCLR	ST	--	Master Clear with internal pull-up
	V _{PP}	HV	--	Programming voltage
GP2/AN2/T0CKI/INT/COUT/CCP1	GP2	ST	CMOS	GPIO I/O with prog. pull-up and interrupt-on-change
	AN2	AN	--	A/D Channel 2 input
	T0CKI	ST	--	Timer0 clock input
	INT	ST	--	External interrupt
	COUT	--	CMOS	Comparator 1 output
GP1/AN1/CIN-/V _{REF} /ICSPCLK	GP1	TTL	CMOS	GPIO I/O with prog. pull-up and interrupt-on-change
	AN1	AN	--	A/D Channel 1 input
	CIN-	AN	--	Comparator 1 input
	V _{REF}	AN	--	External Voltage Reference for A/D
	ICSPCLK	ST	--	Serial Programming Clock
GP0/AN0/CIN+/ICSPDAT/U _{LP} WU	GP0	TTL	CMOS	GPIO I/O with prog. pull-up and interrupt-on-change
	AN0	AN	--	A/D Channel 0 input
	CIN+	AN	--	Comparator 1 input
	ICSPDAT	ST	CMOS	Serial Programming Data I/O
	U _{LP} WU	AN	--	Ultra Low-Power Wake-up input
V _{SS}	V _{SS}	Power	--	Ground reference

Legend: AN = Analog Input or output
 TTL = TTL compatible input
 HV = High Voltage
 CMOS = CMOS compatible input or output
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 XTAL = Crystal

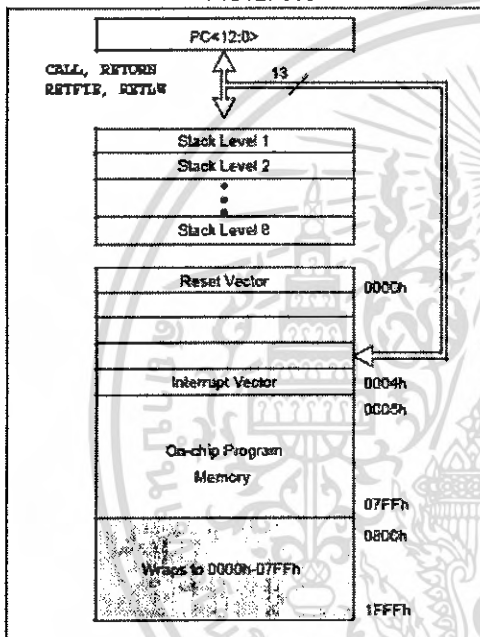
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.0 MEMORY ORGANIZATION

2.1 Program Memory Organization

The PIC12F683 has a 13-bit program counter capable of addressing an 8k x 14 program memory space. Only the first 2k x 14 (0000h-07FFh) for the PIC12F683 is physically implemented. Accessing a location above these boundaries will cause a wraparound within the first 2K x 14 space. The Reset vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h (see Figure 2-1).

FIGURE 2-1: PROGRAM MEMORY MAP AND STACK FOR THE PIC12F683



2.2 Data Memory Organization

The data memory (see Figure 2-2) is partitioned into two banks, which contain the General Purpose Registers (GPR) and the Special Function Registers (SFR). The Special Function Registers are located in the first 32 locations of each bank. Register locations 20h-7Fh in Bank 0 and A0h-BFh in Bank 1 are General Purpose Registers, implemented as static RAM. Register locations F0h-FFh in Bank 1 point to addresses 70h-7Fh in Bank 0. All other RAM is unimplemented and returns '0' when read. RP0 of the STATUS register is the bank select bit.

RP0

- 0 → Bank 0 is selected
- 1 → Bank 1 is selected

Note: The IRP and RP1 bits of the STATUS register are reserved and should always be maintained as '0's.

PIC12F683

2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

The register file is organized as 128 x 8 in the PIC12F683. Each register is accessed, either directly or indirectly, through the File Select Register FSR (see Section 2.4 "Indirect Addressing, INDF and FSR Registers").

2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers are registers used by the CPU and peripheral functions for controlling the desired operation of the device (see Table 2-1). These registers are static RAM.

The special registers can be classified into two sets: core and peripheral. The Special Function Registers associated with the "core" are described in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in the section of that peripheral feature.

FIGURE 2-2: DATA MEMORY MAP OF THE PIC12F683

File Address	File Address
indirect addr. ⁽¹⁾ 00h	Indirect addr. ⁽¹⁾ 80h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h
PCL 02h	PCL 82h
STATUS 03h	STATUS 83h
FSR 04h	FSR 84h
GPID 05h	TRISIO 86h
06h	86h
07h	87h
08h	88h
09h	89h
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch
0Dh	8Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh
TMR1H 0Fh	OSCCON 8Fh
T1CON 10h	OSCTUNE 90h
TMR2 11h	91h
T2CON 12h	PR2 92h
CCPR1L 13h	93h
CCPR1H 14h	94h
CCP1CON 15h	WPU 95h
16h	IOC 96h
17h	97h
WDTCON 18h	98h
CMCON0 19h	VRCON 99h
CMCON1 1Ah	EEDAT 9Ah
1Bh	EEDR 9Bh
1Ch	EECON1 9Ch
1Dh	EECON2 ⁽¹⁾ 9Dh
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh
ADCON0 1Fh	ANSEL 9Fh
20h	General Purpose Registers 32 Bytes ADh
General Purpose Registers 16 Bytes	BFh
	CDh
	EFh
	FDh
	FFh
BANK 0 7Fh	BANK 1
	Accesses 70h-7Fh

Unimplemented data memory locations, read as '0'.
 Note 1: Not a physical register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC12F683

TABLE 2-1: PIC12F683 SPECIAL REGISTERS SUMMARY BANK 0

Addr	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on POR, BOR	Page
Bank 0											
00h	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								xxxx xxxx	17, 90
01h	TMR0	Timer0 Module Register								xxxx xxxx	41, 90
02h	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte								0000 0000	17, 90
03h	STATUS	IRP ⁽¹⁾	RP1 ⁽¹⁾	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxxx	11, 90
04h	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	17, 90
05h	GPIO	---	---	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	--xx xxxx	31, 90
06h	---	Unimplemented								---	---
07h	---	Unimplemented								---	---
08h	---	Unimplemented								---	---
09h	---	Unimplemented								---	---
0Ah	PCLATH	---	---	---	Write Buffer for upper 5 bits of Program Counter				---	0000	17, 90
0Bh	INTCON	GIE	PEIE	TOIE	INTE	GPIE	TOIF	INTF	GPIF	0000 0000	13, 90
0Ch	PIR1	EEIF	ADIF	CCP1IF	---	CMIF	OSFIF	TMR2IF	TMR1IF	000- 0000	15, 90
0Dh	---	Unimplemented								---	---
0Eh	TMR1L	Holding Register for the Least Significant Byte of the 16-bit TMR1								xxxx xxxx	44, 90
0Fh	TMR1H	Holding Register for the Most Significant Byte of the 16-bit TMR1								xxxx xxxx	44, 90
10h	T1CON	T1GINV	TMR1GE	T1CKPS1	T1CKPS0	T1OSCEN	T1SYNC	TMR1CS	TMR1ON	0000 0000	47, 90
11h	TMR2	Timer2 Module Register								0000 0000	49, 90
12h	T2CON	---	TOUTPS3	TOUTPS2	TOUTPS1	TOUTPS0	TMR2ON	T2CKPS1	T2CKPS0	-000 0000	50, 90
13h	CCPR1L	Capture/Compare/PWM Register 1 Low Byte								xxxx xxxx	76, 90
14h	CCPR1H	Capture/Compare/PWM Register 1 High Byte								xxxx xxxx	76, 90
15h	CCP1CON	---	---	DC1B1	DC1B0	CCP1M3	CCP1M2	CCP1M1	CCP1M0	--00 0000	75, 90
16h	---	Unimplemented								---	---
17h	---	Unimplemented								---	---
18h	WDTCON	---	---	---	WDTPS3	WDTPS2	WDTPS1	WDTPS0	SWDTEN	---0 1000	97, 90
19h	CMCON0	---	COU _T	---	CINV	CIS	CM2	CM1	CM0	-0-0 0000	56, 90
1Ah	CMCON1	---	---	---	---	---	---	T1GSS	CMSYNC	---- -10	57, 90
1Bh	---	Unimplemented								---	---
1Ch	---	Unimplemented								---	---
1Dh	---	Unimplemented								---	---
1Eh	ADRESH	Most Significant 8 bits of the left shifted A/D result or 2 bits of right shifted result								xxxx xxxx	61, 90
1Fh	ADCON0	ADFM	VCFG	---	---	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON	00-- 0000	65, 90

Legend: - = unimplemented locations read as '0', u = unchanged, x = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented

Note 1: IRP and RP1 bits are reserved, always maintain these bits clear.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC12F683

TABLE 2-2: PIC12F683 SPECIAL FUNCTION REGISTERS SUMMARY BANK 1

Addr	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on POR, BOR	Page
Bank 1											
80h	INDF	Addressing this location uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								xxxx xxxx	17, 90
81h	OPTION_REG	GPPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	12, 90
82h	PCL	Program Counter's (PC) Least Significant Byte								0000 0000	17, 90
83h	STATUS	IRP ⁽¹⁾	RP1 ⁽¹⁾	RP0	TO	PD	Z	DC	C	0001 1xxxx	11, 90
84h	FSR	Indirect Data Memory Address Pointer								xxxx xxxx	17, 90
85h	TRISIO	—	—	TRISIO5	TRISIO4	TRISIO3	TRISIO2	TRISIO1	TRISIO0	--11 1111	32, 90
86h	—	Unimplemented								—	—
87h	—	Unimplemented								—	—
88h	—	Unimplemented								—	—
89h	—	Unimplemented								—	—
8Ah	PCLATH	—	—	—	Write Buffer for upper 5 bits of Program Counter				---0 0000	17, 90	
8Bh	INTCON	GIE	PEIE	T0IE	INTE	GP3E	T0IF	INTF	GP1F	0000 0000	13, 90
8Ch	PIE1	EEIE	ADIE	CCP1IE	—	CMIE	OSFIE	TMR2IE	TMR1IE	000- 0000	14, 90
8Dh	—	Unimplemented								—	—
8Eh	PCON	—	—	ULPWUE	SBOREN	—	—	POR	BOR	--01 --qq	16, 90
8Fh	OSCCON	—	IRCF2	IRCF1	IRCF0	OSTS ⁽²⁾	HTS	LTS	SCS	-110 x000	20, 90
90h	OSCTUNE	—	—	—	TUN4	TUN3	TUN2	TUN1	TUN0	---0 0000	24, 90
91h	—	Unimplemented								—	—
92h	PR2	Timer2 Module Period Register								1111 1111	40, 90
93h	—	Unimplemented								—	—
94h	—	Unimplemented								—	—
95h	WPU ⁽³⁾	—	—	WPU5	WPU4	—	WPU2	WPU1	WPU0	--11 -111	34, 90
96h	IOC	—	—	IOC5	IOC4	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	--00 0000	34, 90
97h	—	Unimplemented								—	—
98h	—	Unimplemented								—	—
99h	VRCON	VREN	—	VRR	—	VR3	VR2	VR1	VR0	0-0- 0000	58, 90
9Ah	EEDAT	EEDAT7	EEDAT6	EEDAT5	EEDAT4	EEDAT3	EEDAT2	EEDAT1	EEDAT0	0000 0000	71, 90
9Bh	EEADR	EEADR7	EEADR6	EEADR5	EEADR4	EEADR3	EEADR2	EEADR1	EEADR0	0000 0000	71, 90
9Ch	EECON1	—	—	—	—	WRERR	WREN	WR	RD	--- x000	72, 91
9Dh	EECON2	EEPROM Control Register 2 (not a physical register)								---- ----	72, 91
9Eh	ADRESL	Least Significant 2 bits of the left shifted result or 8 bits of the right shifted result								xxxx xxxx	66, 91
9Fh	ANSEL	—	ADCS2	ADCS1	ADCS0	ANS3	ANS2	ANS1	ANS0	-000 1111	33, 91

Legend: — = unimplemented locations read as '0', u = unchanged, k = unknown, q = value depends on condition, shaded = unimplemented

- Note 1: IRP and RP1 bits are reserved, always maintain these bits clear.
 2: OSTS bit of the OSCCON register reset to '0' with Dual Speed Start-up and LP, HS or XT selected as the oscillator.
 3: GP3 pull-up is enabled when MCLRE is '1' in the Configuration Word register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC 12f683 MPPT ASM Code

```
list p=12f683
#include <p12f683.inc>
errorlevel -302
__CONFIG 0x0004
;*****
;constant
min_duty    equ 0x49
max_duty    equ 0x4A
;variables
mppt_scale_val equ 0x43
mppt_scale    equ 0x48
ivcount      equ 0x47
curr_hhb     equ 0x46
volt_hhb     equ 0x45
testud_up    equ 0x44
p_old_hb     equ 0x4B
p_old_lb     equ 0x4C
d_old        equ 0x4D
duty_change  equ 0x60
pow_old_hb   equ 0x61
pow_old_lb   equ 0x62
pow_hb       equ 0x63
pow_lb       equ 0x64
volt_hb      equ 0x65
volt_lb      equ 0x66
curr_hb      equ 0x67
curr_lb      equ 0x68
mul_a        equ 0x69
mul_b        equ 0x6A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mul_rh    equ 0x6B
mul_rl    equ 0x6C
mul_c     equ 0x6D
STATUS_TEMP  equ 0x6E
PCLATH_TEMP  equ 0x6F
W_TEMP     equ 0x70

```

```

;*****
;

```

```
org 0x000
```

```
goto init
```

```
org 0x004
```

```

;*****
;

```

```
goto int_srv
```

```

;*****
;

```

```
org 0x005
```

```

;*****
;

```

```
init
```

```
clrf INTCON
```

```
clrf STATUS
```

```
bcf STATUS,RP0
```

```
clrf GPIO
```

```
movlw 0x07
```

```
movwf CMCON0
```

```
bsf STATUS,RP0
```

```
movlw 0x0B
```

```
movwf TRISIO
```

```
bcf STATUS,RP0
```

```
movlw 0x41
```

```
movwf ADCON0
```

```
clrf CCP1CON
```

```
clrf PR2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bsf STATUS,RP0
movlw 0x39
movwf PR2
bcf STATUS,RP0
movlw 0x50
movwf CCP1L
movlw 0x04
movwf T2CON
movlw 0x0C
movwf CCP1CON
clrf TMR0
bsf STATUS,RP0
bcf OPTION_REG,0x05
bcf OPTION_REG,0x03
bsf OPTION_REG,0x02
bcf OPTION_REG,0x01
bsf OPTION_REG,0x00
movlw 0x01;
movwf mppt_scale_val;
movwf mppt_scale;
movlw 0x0A
movwf min_duty
movlw 0x90
movwf max_duty;
clrf duty_change;
clrf pow_old_hb;
clrf pow_old_lb;
clrf p_old_hb;
clrf p_old_lb;
clrf d_old;
movlw 0x00;
movlw 0x09;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
movlw 0x00;
movlw 0x0A;
bsf INTCON,T0IE;
bsf INTCON,GIE;
```

```
*****
;
```

```
*****
;
```

```
;interrupt service routine
```

```
*****
;
```

```
*****
;
```

```
int_srv
```

```
movwf W_TEMP
```

```
swapf STATUS,W
```

```
clrf STATUS
```

```
movwf STATUS_TEMP
```

```
movf PCLATH,W
```

```
movwf PCLATH_TEMP
```

```
clrf PCLATH
```

```
btfs INTCON,T0IF
```

```
movf PCLATH
```

```
swapf STATUS_TEMP,W
```

```
movwf STATUS
```

```
swapf W_TEMP,F
```

```
swapf W_TEMP,W
```

```
retfie
```

```
*****
;
```

```
*****
;
```

```
;various sub routine
```

```
*****
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mppt
call measure
movf volt_hb,W
btfsc STATUS,Z
incf volt_hb,W
movwf mul_a
movf curr_hb,W
btfsc STATUS,Z
incf curr_hb,W
movwf mul_b
call multiply
movf mul_rh,W
movwf pow_hb
movf mul_rl,W
movwf pow_lb
```

```
track
call tracking
```

```
donet1
bcf INTCON,T0IF
return
```

```
tracking
movf pow_old_hb,W
subwf pow_hb,W
btfss STATUS,C
goto undo
btfss STATUS,Z
goto change
movf pow_old_lb,W
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
subwf pow_lb,W
btfss STATUS,C
goto undo
btfss STATUS,Z
goto change
change
btfss duty_change,0x00
goto incr
goto decr
undo
btfsc duty_change,0x00
goto incr
goto decr
decr
movf min_duty,W
subwf CCPR1L,W
btfss STATUS,C
goto incr
decf CCPR1L,F
bsf duty_change,0x00
goto finish
incr
movf max_duty,W
subwf CCPR1L,W
btfsc STATUS,C
goto decr
incf CCPR1L,F
bcf duty_change,0x00
goto finish
finish
movf pow_hb,W
movwf pow_old_hb
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
movf pow_lb,W
movwf pow_old_lb
return
```

```
*****
```

```
measure
movlw 0x08
movwf ivcount
iloop
movlw 0x49
movwf ADCON0
call tac_delay
bsf ADCON0,0x02
cpoll
btfsc ADCON0,0x02
goto cpoll
movf ADRESH,W
addwf curr_hb
btfsc STATUS,C
incf curr_hhb,F
decf ivcount
btfss STATUS,Z
goto iloop
bcf STATUS,C
rrf curr_hhb,F
rrf curr_hb,F
rrf curr_hhb,F
rrf curr_hb,F
rrf curr_hhb,F
rrf curr_hb,F
movlw 0x08
movwf ivcount
vloop
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

movlw 0x41
movwf ADCON0
call tac_delay
bsf ADCON0,0x02
vpoll
btfsc ADCON0,0x02
goto vpoll
movf ADRESH,W
addwf curr_hb
btfsc STATUS,C
incf volt_hhb,F
decf ivcount
btfss STATUS,Z
goto vloop
bcf STATUS,C
rrf volt_hhb,F
rrf volt_hb,F
rrf volt_hhb,F
rrf volt_hb,F
rrf volt_hhb,F
rrf volt_hb,F
bcf volt_hb,0
bcf volt_hb,1
bcf volt_hb,2
return

```

```

;*****

```

```

tac_delay
nop
movlw 0x20
movwf 0x23
dec2
decfsz 0x23

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

goto dec2
return
;*****
multiply
clrf mul_rh
clrf mul_rl
movlw 8
movwf mul_c
mul_loop
bcf STATUS,C
rlf mul_rh,F
rlf mul_rl,F
btfsc STATUS,C
incf mul_rh,F
rlf mul_a,F
btfss STATUS,C
goto mul_check
movf mul_b,W
addwf mul_rl,F
btfsc STATUS,C
incf mul_rh,F
mul_check
decf mul_c,F
btfss STATUS,Z
goto mul_loop
return
;*****
END

```

