

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง
Uninterruptible Power Supply



นายก้องเกียรติ
นายณัฐ
นายปณัฏย์

บุญวัฒน์กุล
หาญอธิปไตยยะ
ลิมปกาญจน์

รฟ.
ภาว 4 3
2543

เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 42593
วัน, เดือน, ปี..... 4 ส.ย. 2545

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

611211659

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

ผู้จัดทำ

1. นาย ก้องเกียรติ บุญวัฒนะกุล
2. นาย ณัฐ หาญอรปเตยยะ
3. นาย ปณัสน์ ลิปกาลุจน์

(ผศ.ดร. วิจิตร กิณเรศ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สุรินทร์ คำฝอย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2543
แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง
Uninterruptible Power Supply



อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร. วิจิตร กิณเรศ
อ. สุรินทร์ คำฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|---|-------|
| บทคัดย่อ | I |
| abstract | II |
| สารบัญรูป | III-V |
| บทที่1 บทนำ | 1 |
| บทที่2 ทฤษฎีการทำงาน | 5 |
| 2.1 อินเวอร์เตอร์ | 5 |
| 2.2 เพาเวอร์มอสเฟต | 9 |
| 2.3 เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ | 10 |
| 2.4 วงจรคอนเวอร์เตอร์ แบบ single phase half controlled | 13 |
| 2.5 วงจรควบคุมป้อนกลับแบบพีไอ | 16 |
| 2.6 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตชิง | 19 |
| 2.7 ฟิวเตอร์ | 24 |
| บทที่3 หลักการทำงานของวงจรที่เลือกใช้ | 25 |
| 3.1 วงจรคอนเวอร์เตอร์ ชนิด single phase half controlled | 25 |
| 3.2 วงจรควบคุมมุมเฟส โดยใช้ TCA 785 | 26 |
| 3.3 วงจรอินเวอร์เตอร์ | 30 |
| 3.4 วงจรสร้างสัญญาณไซน์ 1 เฟส | 30 |
| 3.5 วงจรสร้างสามเหลี่ยม | 33 |
| 3.6 วงจรมอดคูลเตด | 34 |
| 3.7 วงจรกำหนดค่าเวลาเพื่อ Td | 35 |
| 3.8 วงจรชดเชย | 37 |
| 3.9 วงจรป้อนกลับแบบพีไอ | 37 |
| 3.10 วงจรอัดประจุแบตเตอรี่ | 38 |
| 3.11 วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ | 41 |
| 3.12 วงจรป้องกันแบตเตอรี่ | 42 |
| 3.13 วงจรป้องกันแรงดันเกิน | 43 |
| 4. การทดลอง ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง | 44 |
| 5. สรุปและวิจารณ์ | 55 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่อง

นายก้องเกียรติ บุญวัฒนะกุล
นายฉัฐ หาญอธิปเตยยะ
นายปณัสย์ ลิมปกกาญจน์
ดร.วิจิตร กิณเรศ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.สุรินทร์ คำฝอย อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้นำเสนอเกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่อง 1 เฟส มีขนาดพิกัด 300 VA ใช้เพาเวอร์มอสเฟตและเอสซีอาร์เป็นอุปกรณ์สวิตซ์ตัดต่อทางกำลัง ในวงจรอินเวอร์เตอร์และคอนเวอร์เตอร์ตามลำดับ โดยสัญญาณพีคดับลิวเอ็มที่ขับอินเวอร์เตอร์ใช้เทคนิคการสวิตซ์แบบ SPWM (Sinusoid Pulse Width Modulate) ซึ่งในโครงการนี้ แหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่องจะทำงานในโหมดคอน-ไลน์ โดยแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบบตะกั่วกรด ชนิดปิดผนึกขนาด 48 โวลท์ 7 แอมป์-ชั่วโมง (นำแบตเตอรี่ 12 โวลท์ 7 แอมป์-ชั่วโมง จำนวน 4 ลูกมาต่ออนุกรมกัน) แหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่องสามารถจ่ายไฟได้นาน 10 นาทีที่เต็มพิกัดโหลดกำลังทางเอซีเอาต์พุตขณะที่เกิดการขัดข้องเนื่องจากสภาวะไฟผิดปกติ ในระบบยังมีการควบคุมแรงดันด้วยระบบป้อนกลับ ซึ่งเลือกใช้ระบบควบคุมแบบพีไอเพื่อคงค่าแรงดันทางเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Uninterruptible Power Supply

Kongkiat Boonwattanakul

Nat Hanatipatoeya

Panut Limpakarn

ASST.PROF.Dr. Vijit Kinnares Advisor

Surin Knomfoi Advisor

2000

ABSTRACT

This Thesis presents about (1 Phase) Uninterruptible Power Supply of which size is 300 VA. In this project, the Power Mosfet and SCR are used to be the power switches in the inverter and converter circuit respectively; The PWM signal which drives the inverter utilizes SPWM switch technique. This Uninterruptible Power Supply works in online mode by using 48 volts sealed Lead-acid batteries (four of 12 volts batteries are connected serially) The Uninterruptible Power Supply could supply electricity in 10 minutes long at full power loaded via ac output during unusual (fault) electrical condition; furthermore, it has PI typed Feed back control system for constant output voltage .

สารบัญรูป

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออนไลน์ | 1 |
| รูปที่ 1.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออฟ-ไลน์ | 2 |
| รูปที่ 2.1 ลักษณะการสวิตช์แบบชานน์ชูนุชอนน์พีคดับบลิวเอ็ม | 8 |
| รูปที่ 2.2 (ก) แสดงสัญลักษณ์ของมอสเฟทชนิดพีแชนแนลมอสเฟท | 9 |
| (ข) แสดงสัญลักษณ์ของมอสเฟทชนิดเอ็นแชนแนลมอสเฟท | 9 |
| รูปที่ 2.5 (ก) แอนโหนดของเอสซีอาร์ต่อกัน | 13 |
| (ข) คาโทรคของเอสซีอาร์ต่อกัน | 13 |
| (ค) แอนโหนดและคาโทรคของเอสซีอาร์ต่อกัน | 14 |
| รูปที่ 2.6 กรณีเป็นโหลดอินดักทีฟโหลดแต่กระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง | 15 |
| (ก) ของรูปวงจร 2.5 (ก) และ (ข) | |
| (ข) ของรูปวงจร 2.5 (ค) | |
| รูป 2.7 กระแสไหลอย่างต่อเนื่อง | 15 |
| (ก) สัญญาณของวงจรรูป 2.2 (ก) และ (ข) | |
| (ข) สัญญาณของวงจรรูป 2.2 (ค) | |
| รูปที่ 2.8 แสดงการตอบสนองแบบระบบเปิดของระบบควบคุมแบบพีโอ | 17 |
| รูปที่ 2.9 แสดงวงจรของวงจรป้อนกับแบบพีโอ | 18 |
| รูปที่ 2.10 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิชชิง | 21 |
| รูปที่ 2.11 แสดงวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ | 23 |
| รูปที่ 2.12 แสดงวงจรของ LC Filter | 24 |
| รูปที่ 3.1 แสดงวงจร Single Phase Half Control | 25 |
| รูปที่ 3.2 แสดงวงจรควบคุมโดยใช้ TCA 785 | 26 |
| รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างภายในของวงจรรวมเบอร์ TCA 785 | 28 |
| รูปที่ 3.4 แสดงผลการทดลองของวงจรภาคเรกติฟายที่ยังไม่ผ่านการกรองด้วยตัวเก็บประจุ (ควบคุมแรงดันที่ 54 โวลท์ โดยวงจรเฟสคอนโทรล) | 29 |
| รูปที่ 3.5 แสดงแรงดันเอาต์พุทของวงจรภาคเรกติฟายหลังจากที่ผ่านการกรองของ ตัวเก็บประจุแล้ว | 29 |
| รูปที่ 3.6 แสดงวงจรอินเวอร์เตอร์แบบฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์ | 30 |

| | |
|---|-------|
| รูปที่ 3.7 แสดงวงจรสร้างสัญญาณซายน์ | 32 |
| รูปที่ 3.8 แสดงผลของสัญญาณไซน์ที่ได้จากวงจรที่เลือกใช้โดยตั้งความถี่ 50 Hz | 32 |
| รูปที่ 3.9 วงจรสร้างรูปสามเหลี่ยม | 33 |
| รูปที่ 3.10 แสดงผลของสัญญาณสามเหลี่ยมที่ได้จากวงจรที่เลือกใช้ | 34 |
| รูปที่ 3.11 แสดงวงจรมอดคูเลค | 34 |
| รูปที่ 3.12 แสดงผลจากการมอดคูเลคของสัญญาณไซน์ + สามเหลี่ยม เพื่อให้ได้สัญญาณ SPWM | 35 |
| รูปที่ 3.13 แสดงวงจรเคดไทม์ที่เลือกใช้ | 35 |
| รูปที่ 3.14 ผลของการตั้งค่าเคดไทม์ เพื่อป้องกันการ Short Branch ของอุปกรณ์ตัดต่อทางเพาเวอร์ | 36 |
| รูปที่ 3.15 แสดงวงจรชุดขับที่เลือกใช้ในโครงการนี้ | 37 |
| รูปที่ 3.16 แสดงวงจรป้อนกลับแบบพีไอที่ใช้ในโครงการนี้ | 37 |
| รูปที่ 3.17 แสดงวงจรอัดประจุแบบเคดอร์ที่ใช้ในโครงการนี้ | 38 |
| รูปที่ 3.18 ผลของแรงดันเอาต์พุตของวงจรอัดประจุขณะไม่มีโหลด ซึ่งได้มีการคงค่าแรงดันไว้ที่ 52.4 V | 39 |
| รูปที่ 3.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของวงจรชาร์จประจุแบบเคดอร์กับเวลา | 39 |
| รูปที่ 3.20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสของวงจรชาร์จประจุแบบเคดอร์กับเวลา | 40 |
| รูปที่ 3.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของเคดอร์กับเวลา | 40 |
| รูปที่ 3.22 แสดงวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ที่เลือกใช้ | 41 |
| รูปที่ 3.23 ก) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต +15 โวลต์ ข) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต -15 โวลต์ ค) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต 20 โวลต์ ง) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต 5 โวลต์ | 41-42 |
| รูปที่ 3.24 แสดงภาพวงจรป้องกันเคดอร์ | 42 |
| รูปที่ 3.25 วงจรป้องกันแรงดันเกินด้านอินพุตรูปที่ 4.1 แรงดันเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องขณะไม่มีโหลดรูปที่ 4.2 แรงดันเอาต์พุต ขณะใส่โหลดโหลดไฟ 1 หลอด | 43 |
| รูปที่ 4.1 แรงดันเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องขณะไม่มีโหลด | 45 |
| รูปที่ 4.2 แรงดันเอาต์พุต ขณะใส่โหลดโหลดไฟ 1 หลอด | 45 |

| | |
|--|----|
| รูปที่ 4.3 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 2 หลอด | 46 |
| รูปที่ 4.4 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 3 หลอด | 46 |
| รูปที่ 4.5 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 4 หลอด | 47 |
| รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอดเมื่อแหล่งจ่ายไฟ มีระบบป้องกันกลับ | 48 |
| รูปที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ 2 หลอดเมื่อแหล่งจ่ายไฟ มีระบบป้องกันกลับ | 49 |
| รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเมื่อเกิดสภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดหายไปของไฟจาก การไฟฟ้าขณะมีการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอด | 51 |
| รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองเมื่อเกิดสภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดหายไปของไฟจาก การไฟฟ้าขณะมีการจ่ายโหลดหลอดไฟ 2 หลอด | 51 |
| รูปที่ 4.10 รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขณะที่ แบตเตอรี่กำลังจ่ายโหลดแล้ว มีแรงดันจากการ ไฟฟ้าเข้ามาสู่สภาวะปกติ | 53 |
| รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบผลเมื่อเกิดความคิดปกติทางสภาวะไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องยังคง รักษาระดับแรงดันได้อยู่ | 54 |

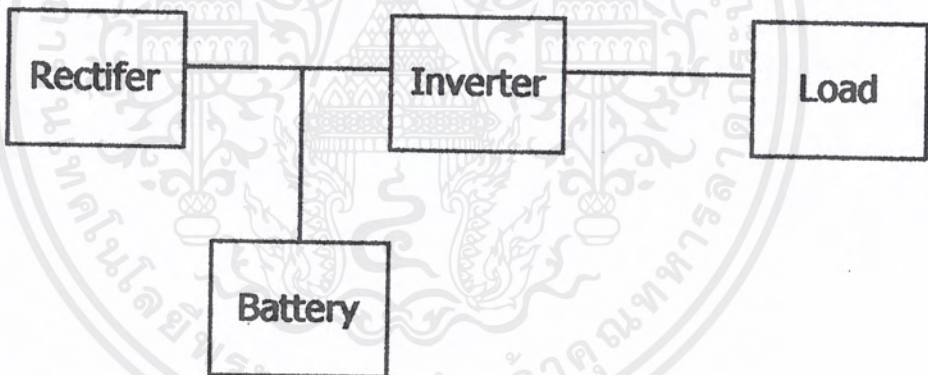
บทที่ 1

บทนำ

ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทที่สำคัญ อาทิเช่น คอมพิวเตอร์, เครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กล่าวมานั้นจะเกิดความเสียหายอย่างมาก ถ้าเกิดพลังงานไฟฟ้านั้นผิดปกติ เช่น ไฟตก, ไฟเกิน, ไฟดับ ฯ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทำให้พลังงานไฟฟ้า มีความต่อเนื่องตลอดเวลา จึงทำให้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง (Uninterruptible Power Supply : UPS) มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เราจึงได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาให้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

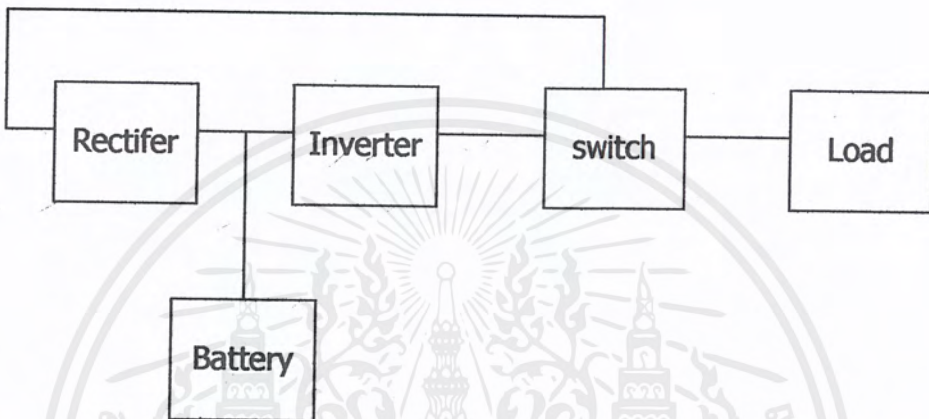
แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องมีทั้งหมด 2 ประเภท

1. แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องชนิดออนไลน์ (On - Line UPS) คือ อินเวอร์เตอร์จะทำงานตลอดเวลา



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออนไลน์

2. แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องชนิดออฟไลน์ (Off-Line UPS) คือ อินเวอร์เตอร์จะไม่ทำงานตลอดเวลา จะทำงานก็ต่อเมื่อไฟจากไลน์เกิดผิดปกติ โดยใช้ตัวทรานเฟอร์สวิตช์ เป็นตัวตัดต่อการทำงาน



รูปที่ 1.2 แสดงบล็อกโคอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออฟ-ไลน์

ซึ่งในที่นี้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องเราใช้เป็นแบบออน-ไลน์จึงขอกล่าวอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับเฉพาะ แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออน-ไลน์ เท่านั้น

จากบล็อกโคอะแกรมของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออน-ไลน์ ประกอบด้วย

1. ภาคเรกติฟาย (Rectifier)

วงจรเรกติฟายที่เลือกใช้เป็นแบบ ซิงเกิลเฟสฮาฟคอนโทรล (Single Phase Half Control) และใช้วงจรเฟสคอนโทรล (Phase Control) เป็นตัวปรับระดับแรงดันไฟตรงด้านเอาต์พุตเพื่อให้ระดับแรงดันไฟตรงตามที่เรต้องการ

2. ภาคแบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบบตะกั่ว-กรด ขนาด 12 โวลท์ 7 แอมป์- ชั่วโมง จำนวน 4 ลูก นำมาต่ออนุกรมกันเพื่อให้ได้ระดับแรงดัน 48 โวลท์ ซึ่งในการอัดประจุแบตเตอรี่จะใช้วงจรอัดประจุแบตเตอรี่แบบคงค่าแรงดัน และจำกัดกระแส

3. อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

วงจรอินเวอร์เตอร์ที่เราเลือกใช้มีเทคนิคการสร้างสัญญาณแบบ SPWM นอกจากนี้ยังมีระบบป้อนกลับ (Feedback Control) ก็ถือเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมสัญญาณเอาต์พุต ให้ได้ค่าคงที่ โดยการเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง ซึ่งค่าความผิดพลาดที่ได้จะใช้ปรับปรุงสวิทช์ของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งการป้อนกลับในการควบคุมที่ตอบสนองได้เร็วจะเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ได้การตอบสนองทางไดนามิกที่ดี

รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 1 บทนำกล่าวถึงความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง ส่วนประกอบต่างๆของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องและขอบเขตของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

บทที่ 3 วงจรทั้งหมดที่เหลือใช้ในแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

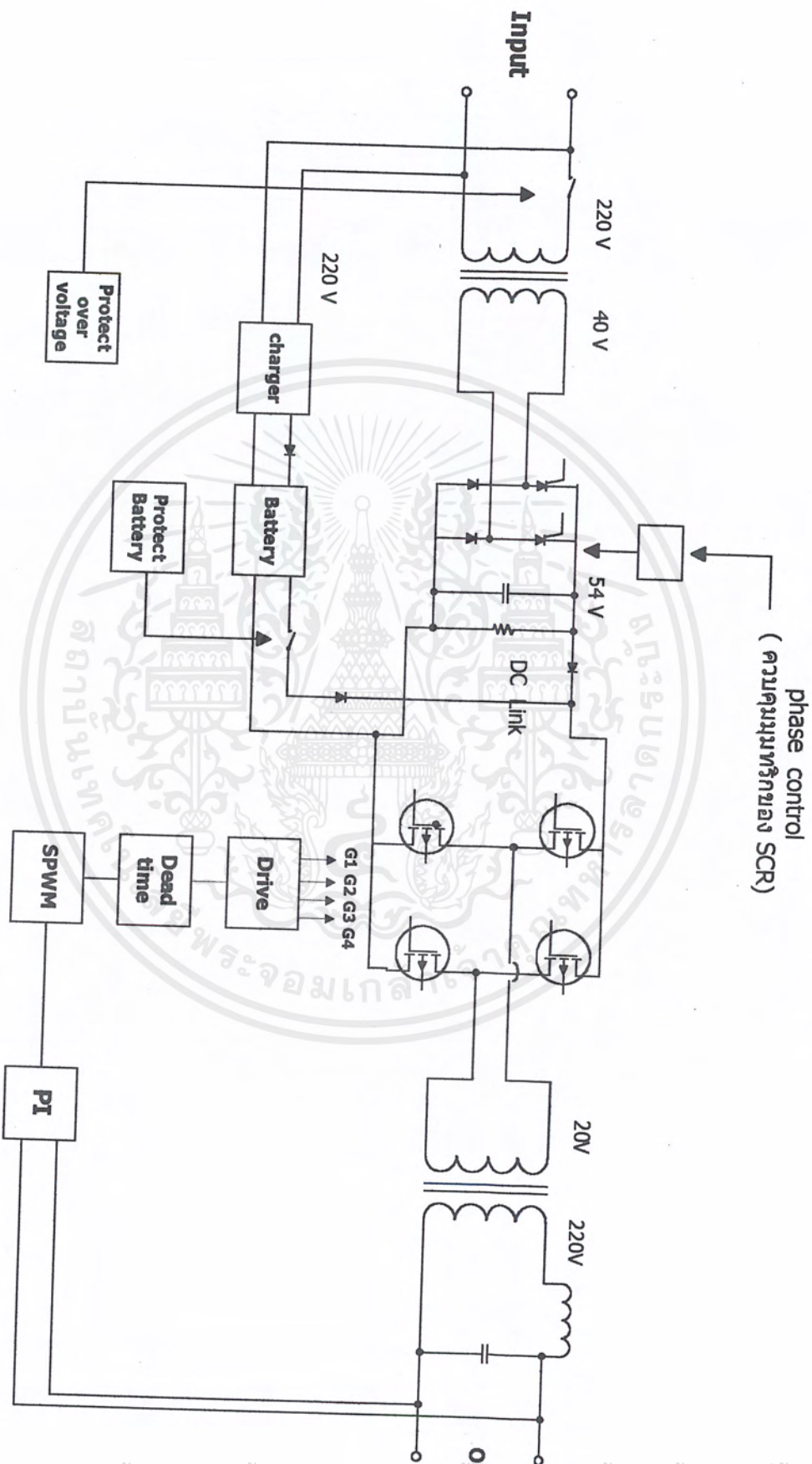
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 วิจารณ์โครงการ

ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ศึกษาและสร้างแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องในแบบออน-ไลน์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องโดยใช้เทคนิค SPWM เป็นสัญญาณในการสวิทช์

โครงสร้างวงจรของแหล่ง จ่ายไฟต่อเนื่อง
phase control
(ความคุมมุมทริกของ SCR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

อินเวอร์เตอร์ (INVERTER)

ปัจจุบันวงจรอินเวอร์เตอร์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์เอชไอวี , แหล่งจ่ายไฟสำรอง ฯลฯ การพัฒนางจรอินเวอร์เตอร์ให้มีประสิทธิภาพสูง และมีคุณสมบัติที่ดีนั้น วิธีการสำคัญวิธีหนึ่งก็คือ การพัฒนารูปแบบสัญญาณแพทเทรินการสวิตช์ (Switching Pattern) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ อาทิเช่น เทคนิคการสวิตช์แบบซายนูโซคอลลที่ดับบลิวเอ็ม (Sinusoid PWM : SPWM) สเปกซ์เตอร์ที่ดับบลิวเอ็ม (Space Vector : SVPWM) ฮาร์โมนิก อินเจกชัน ที่ดับบลิวเอ็ม (Hamornic injection PWM : HIPWM) ฯลฯ หลักการสวิตช์แต่ละแบบจะมีข้อดี - ข้อเสียและคุณสมบัติแตกต่างกันไปและจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนจุดการทำงาน (เปลี่ยนค่ามอดดูเลชันอินเด็ก) ในด้านการใช้งานจะไม่มีรูปคลื่นสัญญาณแพทเทิลแบบใดที่เหมาะสมที่สุดในทุกย่านการใช้งานและค่ามอดดูเลชันอินเด็กที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาลักษณะของรูปแบบสวิตช์ซึ่งแต่ละแบบที่จุดทำงานต่างๆ กันจะสามารถทำให้ผู้ออกแบบหารูปคลื่นที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งานได้

นอกจากนี้ในการควบคุมวงจรอินเวอร์เตอร์ยังต้องมีวงจรเดดไทม์ (Dead Time) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กำหนดเองไม่ให้ อุปกรณ์สวิตช์ซึ่ง 2 ชุดในสาขาเดียวกัน ทำงานพร้อมกันซึ่งจะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นได้ แต่ช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดการผิพื่นและแรงดันไฟฟ้าผิดพลาด (Error Voltage) ที่ก่อให้เกิดฮาร์โมนิกส์ลำดับต่ำเกิดขึ้น

เทคนิคการสร้างสัญญาณที่ดับบลิวเอ็มแบบต่าง ๆ

รูปคลื่นสัญญาณแบบที่ดับบลิวเอ็ม เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในการใช้งาน เนื่องจากมีข้อดีมากกว่าการสวิตช์รูปคลื่นแบบเดิม(แบบ ซิกซ์สเตป (Six Step)) อยู่หลายประการ อย่างไรก็ตามสามารถสรุปข้อดี - ข้อเสียในการสวิตช์แบบซายนูโซคอลลที่ดับบลิวเอ็มเมื่อเปรียบเทียบกับซิกซ์สเตปได้ดังนี้

| ข้อดี | ข้อเสีย |
|---|---|
| <p>1. สเปคตราของฮาร์โมนิกส์อยู่ห่างจากพินคาเมนทอล มากกว่า เป็นการลดองค์ประกอบของฮาร์โมนิกส์ลำดับต่ำที่ไม่เป็นที่ต้องการในด้านคุณภาพคลื่น</p> <p>2. สามารถปรับระดับแรงดันและกระแสได้อย่างเชิงเส้น ตามค่ามอดูเลชันอินเด็กซ์</p> | <p>1. ลดทอนองค์ประกอบพินคาเมนทอล(องค์ประกอบที่ที่ต้องการใช้) ลงไปจากเดิม</p> <p>2. ความถี่การสวิตช์เพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งหมายถึงจะต้องเลือกอุปกรณ์สวิตช์ที่มีความถี่สูง และจะทำให้เกิดพิกัดของอุปกรณ์นั้น ๆ ลดลงและเกิดความสูญเสียเนื่องจากการสวิตช์เพิ่มขึ้น</p> <p>3. ให้กำเนิดฮาร์โมนิกส์ลำดับสูง (ความถี่สูง) มากกว่าแบบเดิม</p> |

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อดีของการสวิตช์ซึ่งแบบพีคดับทิวเอ็มมีประโยชน์ต่อการพัฒนาจอร์อินเวอร์เตอร์เป็นอย่างมาก รวมถึงในปัจจุบันอุปกรณ์กำลังสวิตช์แบบ เกตเทิร์น – ออฟ (Gate – turn – off power device) ได้รับการพัฒนาให้สามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ ดังนั้น การสวิตช์แบบพีคดับทิวเอ็มจึงเป็นที่รู้จักและนิยมนกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เทคนิคการสวิตช์แบบพีคดับทิวเอ็มที่สำคัญแบ่งออกได้ดังนี้

1. เทคนิคการสวิตช์แบบซายนูโซคอด พีคดับทิวเอ็ม (Sinusoid PWM : SPWM)
2. เทคนิคการสวิตช์แบบสเปซเวกเตอร์ พีคดับทิวเอ็ม (space vector PWM :SVPWM)
3. เทคนิคการสวิตช์แบบฮาร์โมนิกส์อินเจคชัน พีคดับทิวเอ็ม (Harmonic Injection PWM : HIPWM)
4. เทคนิคการสวิตช์แบบพีคดับทิวเอ็มแบบไม่ต่อเนื่อง 60 องศา (Discontinuos PWM 60° : DPWM 60°)
5. เทคนิคการสวิตช์แบบพีคดับทิวเอ็มแบบไม่ต่อเนื่อง 120 องศา (Discontinuos PWM 120° : DPWM 120°)
6. เทคนิคการสวิตช์แบบเจนเนอไรค์ ดิสคอนตินิวอัส พีคดับทิวเอ็ม (Generlized Discontinuos PWM : GDPWM)

ในโครงการนี้ใช้เทคนิคพีคดับทิวเอ็มแบบซายนูโซคอด (Sinusoid PWM: SPWM) ในการสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการสวิตช์ที่ดัดแปลงแบบชายนูนไซน์คอล (Sinusoidal Pulse Width Modulate : SPWM)

เทคนิคนี้จะใช้หลักการโดยนำลูกคลื่นสัญญาณอ้างอิงแบบชายนูนขอยที่มีความถี่เท่ากับ ความถี่มูลฐานที่ต้องการมาเปรียบเทียบกับสัญญาณแคเรียร์ (สามเหลี่ยม)ที่มีความถี่เท่ากับความถี่ สวิตช์ที่ออกแบบไว้ ค่าแอมปริจูดมอดูเลชันอินเด็กซ์จะหมายถึง ค่าอัตราส่วนของขนาดของแอม ปริจูดของรูปคลื่น ไซน์อ้างอิงเทียบกับขนาดของแอมปริจูดของรูปคลื่นแคเรียร์ ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$V_{\text{control}, a} = M_a \sin(\omega t) \quad \text{เมื่อ } 0 \leq \omega t \leq 2\pi$$

โดยที่

$$M_a = \frac{V_{\text{control}}}{V_{\text{tri}}}$$

เมื่อ

V_{control} = คือค่าขนาดของแอมปริจูดของรูปคลื่นสัญญาณอ้างอิง

V_{tri} = คือค่าขนาดของแอมปริจูดของรูปคลื่นสัญญาณแคเรียร์

ในการพิจารณาสัญญาณเอาต์พุท แรงดันที่เกิดจากรูปคลื่นนี้สามารถพิจารณาได้ 2 ยาน

1. ยานลิเนียร์มอดูเลชัน ($m_a \leq 1$) เป็นยานที่เอาต์พุทแปรผันตรงแบบเชิงเส้นกับค่า แอมปริจูดมอดูเลชันอินเด็กซ์ โดยค่าแรงดันไลน์-ทู-ไลน์เอาต์พุทมีค่าคงประมาณสมการต่อไปนี้

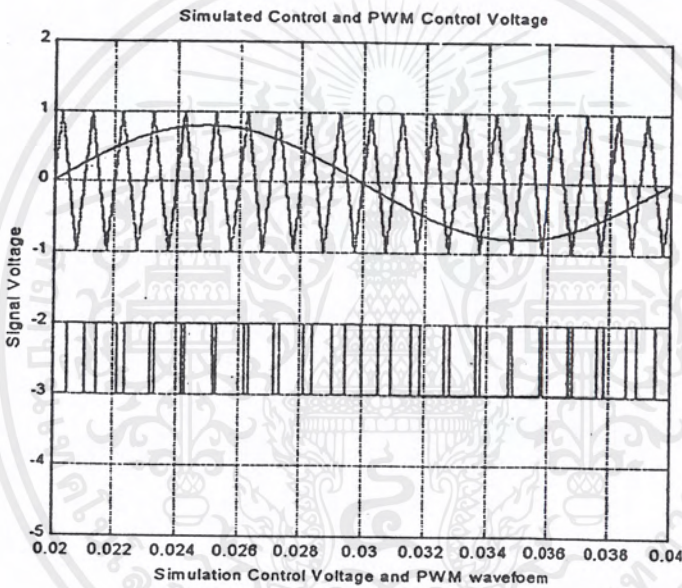
$$V_{LL, \text{RMS}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}} M_a V_d$$

เมื่อค่า V_d เป็นค่าระดับแรงดันดีซีลิงค์

จากสมการ สามารถเขียนได้เป็นค่าประมาณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$V_{LL,ms} \cong 0.612 M_a V_d$$

2. ย่านโอเวอร์มอดูเลชัน ($m_a > 1$) เป็นย่านที่แรงดันเอาต์พุทไม่แปรผันตรงแบบเชิงเส้นกับค่าแอมพลิจูดมอดูเลชันอินเด็คซ์ ซึ่งโดยมากไม่มีการนำย่านนี้ไปใช้งาน ตัวอย่างลักษณะการสวิตช์แบบชายน์พีคดับทิวเอ็มแสดงไว้ดังรูป



รูปที่ 2.1 ลักษณะการสวิตช์แบบชายน์พีคดับทิวเอ็ม ที่มีค่ามอดูเลชันอินเด็คซ์เท่ากับ 0.8 ความถี่อ้างอิง 50 Hz และมีความถี่สัญญาณแคเรียร์ 50 Hz

เพาเวอร์มอสเฟต

1. นิยามและความหมาย

มอสเฟต (MOSFET) ย่อมาจาก Metal Oxide Semiconductor Field Effect transistor แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ คือ

1. Depletion MOSFET

2. Enhancement MOSFET

แต่แต่ละชนิดยังสามารถแบ่งออกได้เป็น PMOS และ NMOS

ลักษณะภายนอกของมอสเฟต จะมี 3 ขา คือ ขากเกต (GATE) ขาเดรน (DRAIN) และขาซอส (SOURCE) สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.2 (ก) แสดงสัญลักษณ์ของมอสเฟตชนิดพีแชนแนลมอสเฟต

(ข) แสดงสัญลักษณ์ของมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลมอสเฟต

2. การขับเคลื่อนของมอสเฟต

ในสภาวะอยู่ตัวกระแสที่ใช้ในการขับเคลื่อนของมอสเฟตนั้นจะมีค่าน้อยมาก (นาโนแอมป์) เนื่องจากว่าความต้านทานด้านขาเข้าของมอสเฟตนั้นจะมีค่าสูงมาก (จิกะโอห์ม) ซึ่งทำให้ดูเหมือนว่าเราสามารถขับเคลื่อนของเพาเวอร์มอสเฟตได้ โดยวงจรขับนั้นจ่ายกระแสออกมาเพียงนาโนแอมป์ แต่ในความเป็นจริงแล้วการนำกระแส หรือ การหยุดนำกระแส เพาเวอร์มอสเฟตนั้นเราจะต้องชาร์จ หรือ ดิสชาร์จ ตัวเก็บประจุด้านขาเข้าของเพาเวอร์มอสเฟตจากระดับแรงดันหนึ่งไปยังอีก ระดับแรงดันหนึ่ง ซึ่งความเร็วในการนำกระแสด้านขาเข้าของมอสเฟตถ้าเราต้องการให้การสวิตช์ เป็นไปอย่างรวดเร็ว เราจะต้องใช้วงจรขับที่มีความต้านทานขาออกต่ำที่สามารถจ่าย หรือ รับกระแส ในตอนสวิตช์ได้สูง ทั้งนี้ความเร็วในการสวิตช์ของมอสเฟต จะลดลงตามความต้านทาน ขาออก ของวงจรขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คุณลักษณะของเพาเวอร์มอสเฟต

- กำลังงานสูญเสียขณะสวิตซ์ต่ำ
- ไม่มีช่วงแรงดันพังทลายที่ 2
- มีอัตราขยายสูงและวงจรขับสร้างได้ง่าย ราคาถูก
- มีความทนทานและเสถียรภาพทางอุณหภูมิดี
- มีความจุหรือรับกระแสได้สูง
- สามารถนำมาต่อขานานได้ง่ายเนื่องจากสัมประสิทธิ์ความต้านทานเป็นบวก
- ใช้ในวงจรที่มีความถี่สูงได้ดี

แต่ก็พอจะมีข้อเสียอยู่เหมือนกันคือ แรงดันตกคร่อมขณะนำกระแสมีค่ามากประมาณ 4.5 โวลต์ ซึ่งเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะมีค่าเพียง 1 โวลต์เท่านั้น

เครื่องอัดประจุแบตเตอรี่(BATTERY CHARGER)

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้ในโรงงานนี้ เป็นแบบตะกั่ว – กรด ซึ่งเราจะกล่าวถึงแบตเตอรี่ แบบ ตะกั่ว – กรดชนิดต่างๆอย่างกว้างได้ดังนี้

1.แบตเตอรี่แบบตะกั่ว – กรดโดยที่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น(NON SPILL LEAD-ACID BATTERY) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 แบตเตอรี่แบบมาตรฐาน (STANDARD BATTERY)

แบตเตอรี่ชนิดนี้เมื่อไม่ได้มีการคายประจุด้วยตนเอง(SELF – DISCHARGE) ที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมต้องมีการอัดประจุใหม่ ทุก ๆ 4-6 สัปดาห์ เพื่อชดเชยค่าการคายประจุด้วยตนเอง แบตเตอรี่นี้เหมาะสำหรับการใช้งานในช่วงสั้นๆ

1.2 แบตเตอรี่ถาวร (PERMANENT BATTERY)

แบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสได้หลายเดือนโดยไม่ต้องมีการดูแลรักษาและสามารถอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ ทุก ๆ 10 เดือนและ มีการคายประจุด้วยตนเองต่ำ เนื่องจาก ใช้ตะกั่วผสม (LEAD ALLOY) ชนิดพิเศษ เหมาะสำหรับการใช้งานพิเศษที่ต้องการใช้งานสูงกว่า แบบแบตเตอรี่มาตรฐาน (STANDARD BATTERY)

2. แบตเตอรี่แบบตะกั่ว - กรดที่มีการปิดผนึก (RECOMBINING SEALED LEAD - ACID BATTERY)

ปกติแล้วเมื่อแบตเตอรี่อัดประจุจนถึงระดับที่อัดประจุสูงกว่าปกติ (OVERCHARGE) กรดซัลฟริกที่เป็นอิเล็กโทรไลต์จะเกิดปฏิกิริยาเป็นก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนทำให้ความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์เพิ่มขึ้นเราต้องมีการเติมน้ำกลั่นมิฉะนั้นแบตเตอรี่จะเสื่อมคุณภาพได้ การเติมน้ำกลั่นเป็นการจำกัควงในการใช้งานของแบตเตอรี่ ฉะนั้นเราจึงมีการพัฒนาแบตเตอรี่ใช้งานโดยไม่ต้องเติมน้ำกลั่น

1. แบตเตอรี่แบบไม่ต้องรวม (NON- RECOMBINING) หรือรวมบางส่วน (PARTIALLY RECOMBINING) ใช้วิธีการอัดประจุที่ยุ่งยากซับซ้อนมาก ซึ่งช่วยลดการเกิดก๊าซให้น้อยที่สุด

2. แบตเตอรี่ แบบรวมสมบูรณ์ (FULLY RECOMBINING) โดยใช้ก๊าซที่เกิดขึ้นคือไฮโดรเจนและ ออกซิเจนจะรวมตัวกันเป็นน้ำทำให้ปริมาตรของอิเล็กโทรไลต์ไม่ลดลง

แบตเตอรี่แบบรวมบางส่วน (PARTIALLY RECOMBINING) แบตเตอรี่แบบนี้ไม่ต้องบำรุงรักษาใด ๆ และไม่ต้องอัดประจุให้ถึงระดับที่อัดประจุสูงกว่าปกติ (OVERCHARGE) เพื่อให้แบตเตอรี่เต็ม ในกรณีที่อุณหภูมิใช้งานสูงกว่าถึงแวกด้อมมาก ๆ แบตเตอรี่จะเกิดก๊าซ ทำให้ความดันสูงขึ้น ซึ่งแบตเตอรี่ จะมีวาล์วคอยเปิดให้ก๊าซออกไปในทันที และวาล์วจะปิดโดยอัตโนมัติเมื่อความดันก๊าซต่ำลง เหตุนี้จึงใช้แบตเตอรี่แบบนี้จึงใช้ได้กับทุกสภาวะ แวกด้อม แบตเตอรี่แบบนี้ สามารถอัดประจุและจ่ายประจุที่อุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส ซึ่งดีกว่าแบบ NI-CAD

แบตเตอรี่รวมแบบสมบูรณ์ (FULLY RECOMBINING) โครงสร้างคล้าย ๆ กับแบบ STANDARD CYLINDRICAL NI - CAD เหมาะสำหรับการใช้งาน STANDBY ใช้ ALLOY PLATE

GRIDS ชนิดพิเศษ และมีการรวมตัวของ ออกซิเจน อายุการใช้งานขึ้นอยู่กับ สภาวะแวดล้อม มีความต้านทานภายในต่ำ อัตราการ DISCHARGE สูง พารามิเตอร์ในการอัดประจุ

1. แรงดันที่อัดประจุ ซึ่งต้องมีการชดเชยทางอุณหภูมิ โดยการตรวจจับอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมการชดเชยทางอุณหภูมิของการอัดประจุ โดยการอัดประจุ จะปรับค่า
2. เวลาที่อัดประจุเสร็จ เวลาที่แบตเตอรี่ ถูกอัดประจุเต็ม ขึ้นอยู่กับสภาวะการ DISCHARGE และ ลักษณะการอัดประจุ รวมทั้งอุณหภูมิด้วย สำหรับ TRICKLRE นั้นอาจนานกว่า 24 ชั่วโมง
3. อุณหภูมิในขณะการอัดประจุ ควรอัดประจุที่อุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่ช่วงอุณหภูมิที่ดีที่สุด คือช่วง 5 ถึง 35 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าที่กำหนด อาจทำให้การอัดประจุได้มากหรือน้อยเกินไป
4. การอัดประจุที่สูงกว่า (OVERCHARGE) การอัดประจุเพิ่มขึ้นอีก หลังจากแบตเตอรี่อัดประจุเต็มแล้ว เรียกว่า OVERCHARGE ซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมีผลทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

วิธีการอัดประจุของแบตเตอรี่

1. การอัดประจุแบบกระแสคงที่ (CONSTANT CURRENT CHARGING) วิธีนี้ มีข้อดีตรงที่ว่าไม่จำเป็นต้องมีการชดเชยทางอุณหภูมิ เหมือน CONSTANT CURRENT CHARGING แต่มีข้อเสีย ต้องระวังเรื่องเวลาในการประจุโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการอัดประจุด้วยกระแสสูง ซึ่งแบตเตอรี่จะเต็มภายในเวลาอันสั้น ๆ เท่านั้น การอัดประจุด้วยอัตราสูงมีผลทำให้แรงดันที่แบตเตอรี่สูงเกินไป น่าจะเกิดแตกตัวและความร้อนขึ้น การอัดประจุแบบนี้อาจใช้กับแบตเตอรี่ที่เก็บไว้นานซึ่งสามารถอัดประจุได้ที่หลายลูก
2. การอัดประจุแบบแรงดันคงที่ (CONSTANT VOLTAGE CHARGING) อาจใช้ในกรณีที่ต้องการให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะ FULLY CHARGE เสมอ โดยต้องระวังเรื่องอัตราการอัดประจุสูงเกินไป การอัดประจุแบบนี้ทำให้แรงดันทางด้าน OUTPUT มีเสถียรภาพพร้อมทั้งมีความจุกระแสสูง สำหรับในช่วงที่แรงดันแบตเตอรี่มีแรงดันต่ำๆ ความต้านของแบตเตอรี่มีค่าน้อยมาก ฉะนั้นกระแสที่อัดประจุมีค่าสูงมาก เป็นผลทำให้เครื่องอัดประจุมีขนาดใหญ่ และราคาแพง อีกทั้งทำให้เกิดความร้อนภายในแบตเตอรี่ ซึ่งปกติเครื่องอัดประจุแบบ CONSTANT VOLTAGE จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

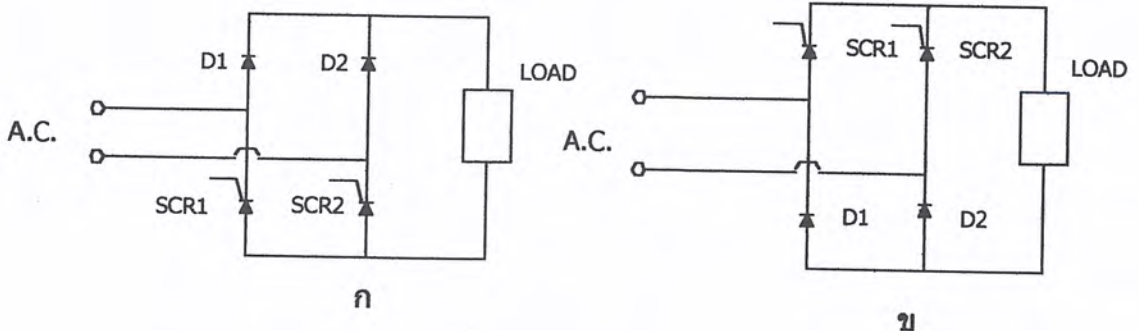
อุปกรณ์ในการช่วยจำกัดกระแสโดยใช้ CONSTANT CURRENT REGULATION ในช่วงสุดท้ายของการอัดประจุ กระแสจะถูกลดลงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งไม่เกิดการสลายตัว

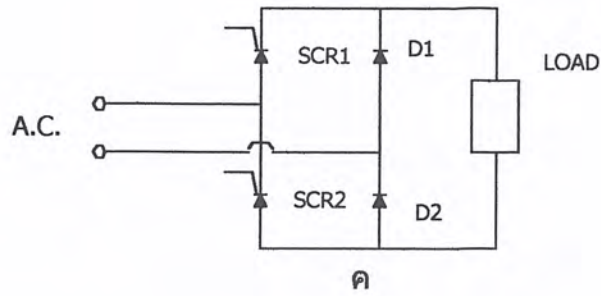
3. การอัดประจุแบบเทเพอร์ (TAPERED CURRENT CHARGING) เป็นการอัดประจุแบบเตออร์ที่ง่ายไม่ซับซ้อนและราคาถูก วงจรการอัดประจุประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง, ระเบิดไฟ และค่าความต้านทานที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดกระแส แต่วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการอัดประจุแบบเตออร์แบบตะกั่ว- กรด ปิดผนึกเนื่องจากกระแสที่ใช้อัดประจุจะกระเพื่อมตามแรงดันไฟไลน์ซึ่งทำให้แรงดันแบบเตออร์เปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ก็สามารถลดผลอันนี้โดยการใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังที่มีแรงดันด้านทุติยภูมิสูงกว่าแรงดันแบบเตออร์และเลือกค่าความต้านทานที่เหมาะสมในการจำกัดกระแส TAPERED CURRENT CHARGER ได้ ไม่เฉพาะอัดประจุแบบเตออร์หลาย ๆ ลูกในครั้งเดียวเท่านั้นยังสามารถใช้ในระบบ TRICKLE CHARGE ได้อีกด้วย

4. การอัดประจุแบบรวม (COMBINATION CHARGING (TWO STEP)) วิธีนี้บางทีเรียกว่า TWO - RATE หรือ TWO-STEP เกิดจากการรวม 2 วิธี คือ CONSTANT CURRENT กับ CONSTANT VOLTAGE เข้าด้วยกันโดยขั้นแรกจะใช้วิธีอัดประจุเร็ว และขั้นที่ 2 จะอัดประจุด้วยกระแสต่ำๆ การสวิตช์ จากขั้นแรกไปยังขั้นที่ 2 อาจทำได้หลายวิธี เช่นควบคุมเวลา ในการอัดประจุ หรือการ ตรวจสอบกระแสในการอัดประจุ เป็นต้น

Single phase Half controlled

การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงชนิด 1 เฟส แบบ Half controlled bridge โดยใช้เอสซีอาร์ 2 ตัว และไดโอด 2 ตัว สามารถต่อได้ 3 ลักษณะ ดังในแสดงรูป





รูป 2.5 ก) แอนโอดของเอสซีอาร์ต่อกัน

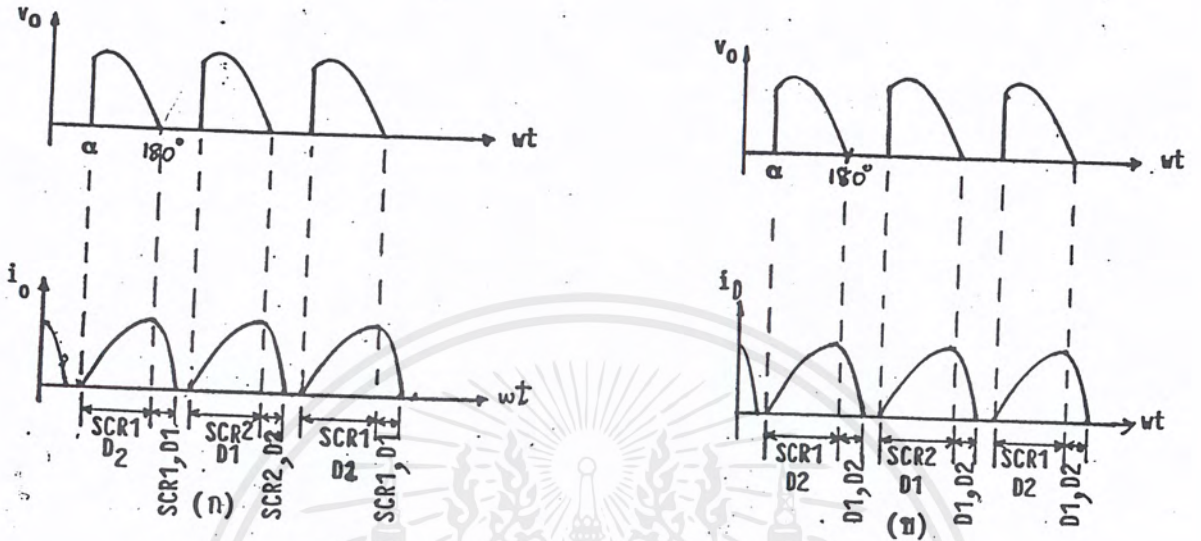
ข) คาโทดของเอสซีอาร์ต่อกัน

ค) แอนโอดและคาโทดของเอสซีอาร์ต่อกัน

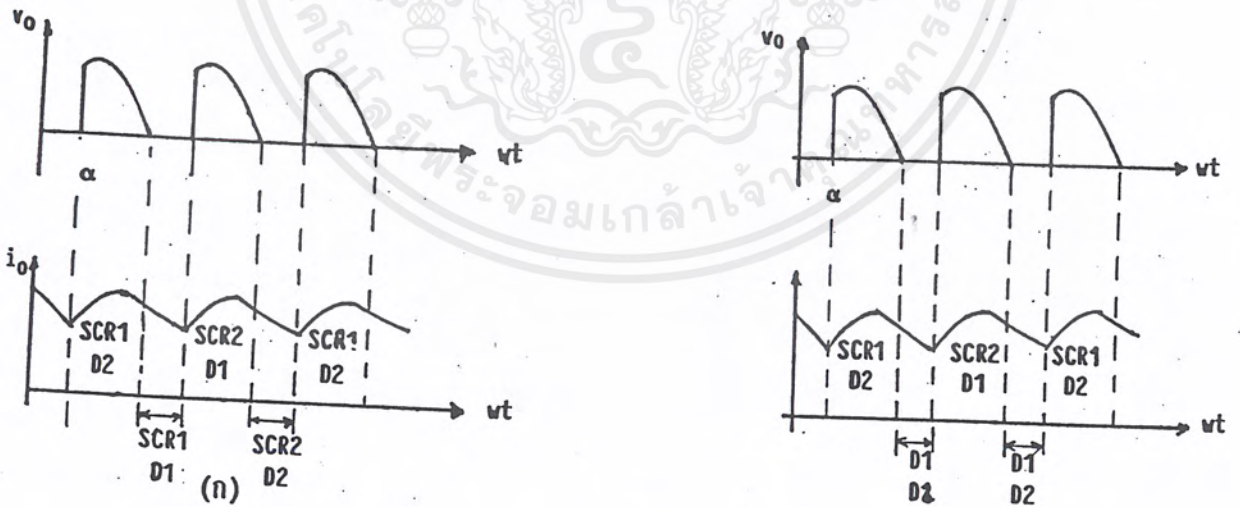
ในวงจรทั้ง 3 รูป เมื่อทำการกำหนดทริกเอสซีอาร์ 1 ให้นำกระแสเมื่อเอสซีอาร์ 1 ได้รับฟอร์เวิร์ดไบอัสจะมีกระแสไหลผ่านเอสซีอาร์ 1, ไดโอด 2 และโหลดทำการทริกเอสซีอาร์ 2 ให้นำกระแสเมื่อเอสซีอาร์ 2 ได้รับฟอร์เวิร์ดไบอัสจะมีกระแสไหลผ่านเอสซีอาร์ 2, ไดโอด 1 และโหลดในรูปวงจรรูป (ก) และ (ค) วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างสัญญาณทริกเอสซีอาร์ทั้ง 2 แยกออกจากกัน ในรูป (ข) ไม่ต้องใช้ pulse transformer ส่วนวงจรรูป (ค) ไดโอด D_1 และ D_2 ทำหน้าที่เป็น flywheel diode

ในกรณีที่โหลดเป็นเพียงความต้านทานเพียงอย่างเดียว เมื่อทำการทริกเอสซีอาร์ 1 ให้นำกระแสที่มุม α เอสซีอาร์ก็จะนำกระแสจนกระทั่งแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับตกเป็นศูนย์หรือที่มุม 180° แรงดันเฉลี่ยที่โหลดจะมีค่าเท่ากับ $\frac{\sqrt{2}}{\pi} V (1 + \cos\alpha)$

ในกรณีที่โหลดเป็นอินดักทีฟโหลด แต่กระแสไหลไม่ต่อเนื่อง เมื่อทำการทริกให้เอสซีอาร์ 1 ให้นำกระแสที่มุม กระแสจะไหลผ่านเอสซีอาร์ 1 และ D เมื่อแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟสลับตกเป็นศูนย์หรือที่มุม 180° ในรูป (ก) และ (ข) กระแสไหลจะไหลผ่านเอสซีอาร์ 1 และไดโอด D แทน แต่ในรูปวงจรรูป (ค) กระแสไหลจะไหลผ่านไดโอด D และ D แทน จนกระทั่งกระแสไหลผ่านโหลดตกเป็นศูนย์ จึงทำให้การทริกเอสซีอาร์ 2 ให้นำกระแสที่มุม $180 + \alpha$ โดยสัญญาณต่าง ๆ แสดงในรูป และแรงดันเฉลี่ยที่โหลดมีค่าเท่ากับ $\frac{\sqrt{2}}{\pi} V (1 + \cos\alpha)$



รูปที่ 2.6 กรณีเป็นโหลดอินดักทีฟโหลดแต่กระแสไหลตลอดไม่ต่อเนื่อง
 ก) ของรูปวงจร 2.5 (ก) และ (ข)
 ข) ของรูปวงจร 2.5 (ค)



รูป 2.7 กระแสไหลอย่างต่อเนื่อง

- ก) สัญญาณของวงจรรูป 2.2 (ก) และ (ข)
- ข) สัญญาณของวงจรรูป 2.2 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรควบคุมป้อนกลับแบบพีไอ

สำหรับระบบการควบคุมป้อนกลับนี้จะใช้เพื่อรักษาระดับแรงดันที่จ่ายให้กับโหลดให้คงที่ที่ 220 โวลต์ และต้องตอบสนองให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโหลด โดยในโครงการนี้เลือกใช้ระบบควบคุมแบบพีไอ (Proportional plus Integral Control)

สำหรับเหตุผลที่เลือกใช้ระบบควบคุมแบบพีไอ ก็เพราะว่าโพรเซสแพแรน (Process Plant) ส่วนใหญ่จะเป็นแบบชนิดศูนย์ (Type - 0) ซึ่งถ้าเลือกใช้ระบบควบคุมแบบพี (Proportional) เพียงอย่างเดียว เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของจุดเซตพอยท์ (Set Point) หรือโหลดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่า Steady - state error ยังคงมีอยู่ซึ่งเรียกว่าค่าออฟเซต (Off set) และเพื่อที่จะกำจัดค่าออฟเซตนี้จึงต้องเพิ่มส่วนของไอ (Integral) เข้าไปในส่วนของฟอร์เวิร์ด ซึ่งทำให้ค่าคอนโทรลเอฟฟอร์ต (Control effort) มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจนกว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะเป็นศูนย์ซึ่งทำให้กำจัดค่าออฟเซตได้ทั้งหมด ในที่นี้เราจะใช้เทอมออโตแมติกรีเซต (automatic reset) ในการอธิบายระบบควบคุมที่มีส่วนของไอรวมอยู่ด้วย โดยจะเรียกส่วนไอนี้ว่ารีเซตแอกชัน (reset action) เพื่อให้เห็นความแตกต่างจากแบบพี และค่ารีเซตแอกชัน นี้จะถูกถ่วงด้วยค่าค่าคงที่ T_r ซึ่งเรียกว่าค่ารีเซตไทม์ (Reset time) ดังนั้นค่าคอนโทรลเอฟฟอร์ตที่เกิดจากระบบควบคุมแบบพีไอ จะเป็นดังนี้

$$u_o = K \left[e + \frac{1}{T_r} \int e dt \right] = u_p + u_r$$

โดยที่เทอมพี, U_p คือ

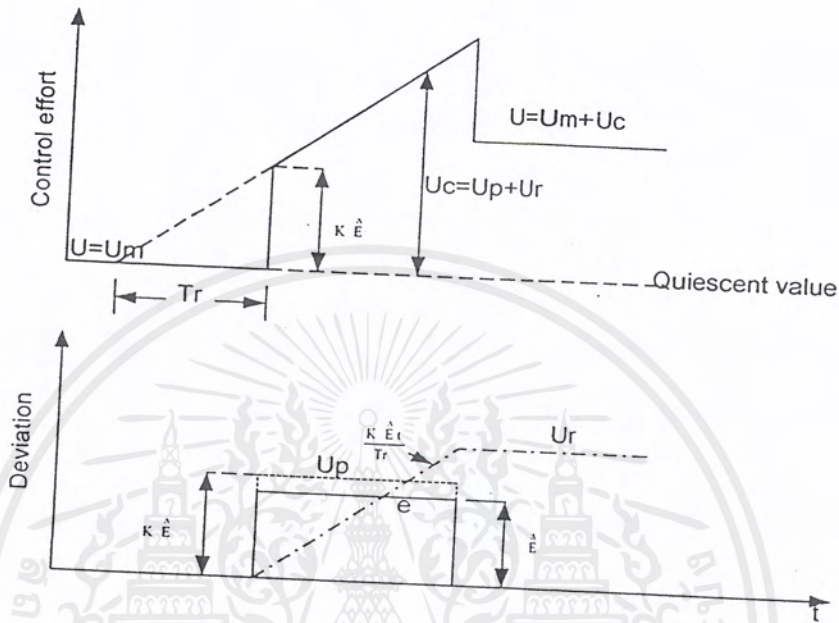
$$U_p = K_e$$

และเทอมของ ไอ, U_r คือ

$$u_r = \frac{K}{T_r} \int e dt$$

ซึ่งผลของรีเซตแอกชันจะเห็นได้อย่างชัดเจน โดยการพิจารณาการตอบสนองแบบระบบเปิดของระบบพีไอต่อค่าทรานเซียนต์เวียชัน (Transient deviation) ดังในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงการตอบสนองแบบระบบเปิดของระบบควบคุมแบบพีไอ

ในตอนเริ่มต้นค่าดีไวชันจะเป็นศูนย์และเอาท์พุทของพีไอจะอยู่ที่ค่าแมนนวล (manual value) หลังจากนั้นจะเกิดค่าสเตปเชนจ์ (Step change) เกิดขึ้นโดยมีขนาดเท่ากับ E ซึ่งทำให้ค่าคอนโทรลเอฟฟอร์ต มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากส่วนพี ดังนี้

$$U_p = KE$$

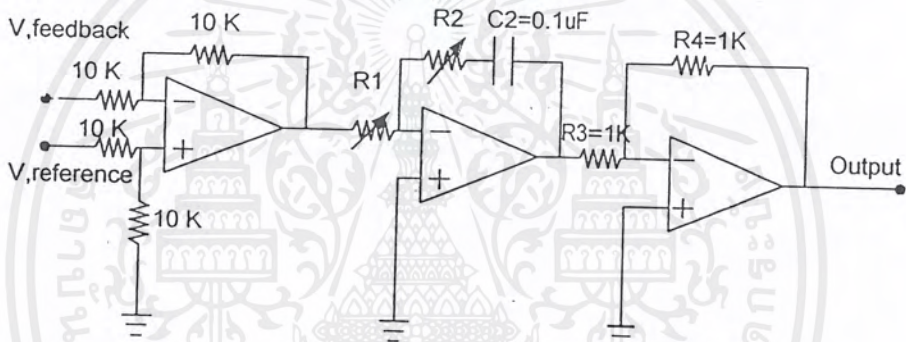
ซึ่งค่า U_p นี้จะมีค่าคงที่เพื่อทำให้ค่าดีไวชัน มีค่าคงที่ที่ E และส่วนของไอ จะเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นที่เปลี่ยนตามเวลาดังนี้

$$U_r = \frac{KE}{Tr} t$$

ซึ่งค่าความชันของฟังก์ชันคือ $\frac{KE}{Tr}$ ดังในรูปที่ โดยที่ค่า T_r ยิ่งมีค่าน้อยเท่าไรยิ่งจะทำให้ค่าความชันของ U_r จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าค่าคิเวียชันจะเป็นศูนย์ ณ จุดนี้ผลของไอจะหยุดเปลี่ยนและผลของพีก็จะลดลงเท่ากับ KE ดังนั้นเอาท์พุทของระบบพีไอจะเปลี่ยนไปสู่ค่าใหม่ แม้ว่าค่าคิเวียชันจะเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นผลที่ต้องการในการกำจัดค่าออฟเซต

เมื่อนำระบบพีไอมาใช้ในระบบปิด (Closed - loop system) มันจะทำให้ค่าคอนโทรลเลอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลากว่าที่มีค่าคิเวียชันเป็นศูนย์ แต่อย่างไรก็ตามในระบบปิดนี้ มีค่าคิเวียชันจะไม่คงที่ ทำให้ค่าคอนโทรลเลอร์ที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาค่อนข้างแตกต่างจากระบบ โดยส่วนของไอนี้เองที่ทำให้การตอบสนองทางเวลาของระบบปิดช้าลง

สำหรับวงจรพีไอที่ใช้จะมีลักษณะดังนี้



โดยที่อัตราขยายคือ

$$G(s) = \frac{R_4 R_2 R_2 Cs + 1}{R_3 R_1 R_2 Cs}$$

รูปที่ 2.9 แสดงวงจรของวงจรป้อนกับแบบพีไอ

สำหรับสาเหตุที่ต้องใช้ความต้านทานชนิดปรับค่าได้ก็เพราะว่าไม่สามารถที่เขียน ทราเนเฟอร์ฟังก์ชันของทั้งระบบได้จึงต้องอาศัยการปรับค่าความต้านทานในการปรับหาจุดทำงานที่เหมาะสมของระบบนอกจากนี้สัญญาณ $V_{feedback}$ และ $V_{reference}$ ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกันควรผ่านบัพเฟอร์ก่อน เช่นเดียวกับสัญญาณ ไชน่ตรงตัวความต้านทานปรับค่าได้ที่ใช้ปรับค่าขนาดของสัญญาณ ไชน่ โดยนำไปแทนสัญญาณ ไฟกระแสตรงขนาด +15 โวลต์ ควรที่ผ่านบัพเฟอร์เช่นกัน

แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง

ในปัจจุบันนี้ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงสวิตซ์ซิ่ง (switching power supply) ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการอุตสาหกรรมเนื่องจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่งมีข้อได้เปรียบแหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์ (linear regular power supply) ตรงที่มีขนาดเล็กกว่า มีน้ำหนักเบากว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่าในขณะที่จ่ายกำลังเท่ากัน

แหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์ จะประกอบด้วยหม้อแปลงความถี่ต่ำ ซึ่งทำหน้าที่เป็น ไฟสลับแรงดันสูงให้มีแรงดันต่ำลงมาตามต้องการ จากนั้นส่งต่อเข้ากับวงจรเรกติฟาย และ ฟิลเตอร์ ขั้นสุดท้ายก็จะผ่านวงจรเรกกูเลเตอร์ เพื่อรักษาเสถียรของแรงดัน ส่วนแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตซ์ซิ่งนั้น ไม่ต้องใช้จากนั้นจะผ่านวงจรสวิตซ์ซิ่งเพื่อแปลงกลับเป็น ไฟสลับความถี่สูง และแรงดันไฟสลับนี้จะผ่านวงจรเรกติฟายและฟิลเตอร์สะสมพลังงานไว้ในตัวเก็บประจุทางเอาท์พุทพร้อมใช้งาน

ข้อดีและข้อเสียของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง

ข้อดีของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง

ข้อดีของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงสวิตซ์ซิ่ง คือ มีประสิทธิภาพสูงและมีขนาดเล็ก ซึ่งในแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบลิเนียร์การทำงานจะอยู่ในแอกทีฟโหมดคือมีกระแสไหลต่อเนื่องตลอดเวลาทำให้เกิดการสูญเสียมากทำให้มีประสิทธิภาพประมาณ 40% - 50% และหากอินพุทและเอาท์พุทต่างกันมาก ประสิทธิภาพอาจจะต่ำกว่า 40% แต่แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบลิเนียร์ อันเนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ

1. อุปกรณ์สวิตซ์ซิ่งจะทำงานเป็นสวิตซ์ คือ ON หรือ OFF ตลอดเวลาซึ่งทั้งสอง

สภาวะนี้ คือจะมีโวลต์เตจตกคร่อมต่ำมาก (ประมาณเท่ากับ V) และในช่วง OFF จะมีกระแสไหลผ่านตัวมันต่ำ ทำให้ POWER ที่สูญเสียในตัวมันต่ำ

2. มีค่า regulation ดีและสามารถใช้กับอินพุทที่มีค่ากว้าง แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่งซึ่งใช้หลักการสวิตซ์ซิ่งที่มีความถี่สูง ดังนั้นหม้อแปลง ไซค์และตัวเก็บประจุมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและราคาถูก การที่อุปกรณ์ต่างๆ มีขนาดเล็กก็จะทำให้กำลังที่สูญเสียในแต่ละตัวน้อยกว่าอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าในแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบลิเนียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสียของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง

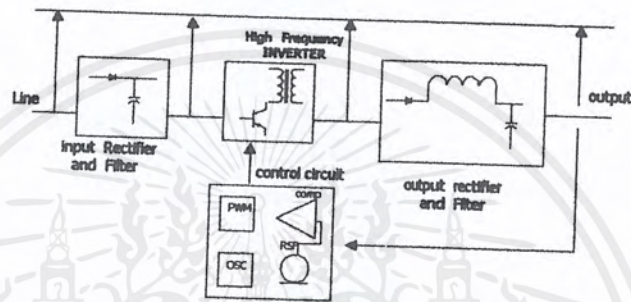
1. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง แบบ สวิตซ์ซิ่ง ซึ่งทำให้เกิดสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference (RFI) noise) ระหว่างช่วงการสวิตซ์ความเร็วสูง
2. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่งนั้น มีความซับซ้อนกว่าแหล่งจ่ายไฟแบบลิเนียร์มาก ทำให้การเข้าใจวงจรค่อนข้างยากทั้งการออกแบบและซ่อม

ตารางที่ 1 แสดงข้อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบลิเนียร์กับแบบสวิตซ์

| แบบลิเนียร์ | แบบสวิตซ์ซิ่ง |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. มีประสิทธิภาพต่ำ 2. มีการสูญเสียกำลังในรูปของความร้อน 3. วงจรไม่ซับซ้อน ออกแบบและซ่อมได้ง่าย 4. มีค่ากำลังต่อน้ำหนักต่ำ 5. มีแรงดันกระเพื่อมต่ำ 6. ให้สัญญาณรบกวน EMI/ RFI ต่ำ | <ol style="list-style-type: none"> 1. มีประสิทธิภาพสูง 2. มีกำลังสูญเสียต่ำ 3. วงจรซับซ้อนมาก 4. มีค่ากำลังต่อน้ำหนักสูง 5. มีแรงดันกระเพื่อมสูง 6. ให้สัญญาณรบกวน EMI / RFI สูง |

หลักการดำเนินงานเบื้องต้นของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ชิ่ง

แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ชิ่งในโครงการนี้ทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้ คือ วงจรขับเบสที่อยู่ในส่วนของชาแนลเวฟอินเวอร์เตอร์ 4 ชุด และอื่นๆ อีก 1 ชุดซึ่งสามารถแสดงบล็อกรายละเอียดของการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 2.10 แสดงบล็อกรายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ชิ่ง

จากรูปที่ 2.10 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ในสภาวะปกติแรงดันไฟตรงที่เข้าสู่ภาคอินเวอร์เตอร์ความถี่สูง (High frequency Inverter) จะได้มาจากภาคเรกติไฟรายและฟิลเตอร์ด้านอินพุท ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรง แต่ในสภาวะผิดปกติเช่นไฟดับหรือไฟตกถึงระดับที่ไดโอดถูกฟอร์เวิร์ดไบแอส แรงดันไฟตรงจะถูกจ่ายโดยเบคเคอเรีย จากนั้นภาคอินเวอร์เตอร์ความถี่สูงจะทำการสวิตซ์เปลี่ยนแรงดันไฟตรงเป็นพัลส์ที่ถี่สูงความถี่สูงช่วง 20 kHz - 500 kHz ซึ่งในวงจรสวิตซ์ชิ่งนี้อาจจะสร้างได้จากอุปกรณ์หลายชนิดเช่น เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ เพาเวอร์มอสเฟต เอสซีอาร์และอื่นๆ พัลส์ที่ถี่สูงแรงดันสูงจากวงจรสวิตซ์ชิ่งจะส่งเข้ามือแปลงความถี่สูงเพื่อให้ได้แรงดันเอาท์พุทตามต้องการและแยกกราวด์ไปในตัว แรงดันที่ได้นี้จะส่งเข้าภาคเรกติไฟรายและฟิลเตอร์ด้านเอาท์พุทอีกครั้ง เป็นระดับแรงดันที่ต้องการ ส่วนหนึ่งจะถูกส่งกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อคอยตรวจสอบและควบคุมแรงดันเอาท์พุทให้คงที่ไม่ว่าแรงดันไฟสลับด้านอินพุทหรือโหลดที่เอาท์พุทจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างก็ตาม

ในส่วนของวงจรควบคุมประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่เพื่อป้อนกลับแก่วงจรพัลส์วิดโม-ดูแลเตอร์ (PWM) วงจรขยายความผิดพลาด และแรงดันอ้างอิงที่เที่ยงตรง เมื่อแรงดันเอาท์พุทเปลี่ยนแปลง วงจรขยายความผิดพลาดจะทำการเปรียบเทียบแรงดันเอาท์พุทกับแรงดันอ้างอิง แล้ว

ส่งค่าความผิดพลาดนั้นไปทำการปรับความกว้างของพัลส์ของ PWM ขบวนการพัลส์ที่ได้จะส่งมาควบคุมวงจรวัดชีพัด - เปิด ปล่อยกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยไปสู่โหลดให้มีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเพื่อรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ทั้งหมดจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

ส่วนประกอบของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง

แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบสวิตซ์ซิ่ง สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

ภาคเรกติไฟรายและฟิลเตอร์ด้านอินพุต (Input rectifier and filter)

ในส่วนนี้มีหน้าที่ในการแปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรง ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ทั้งหมดได้ถูกกล่าวไว้แล้วในส่วนของภาค Rectifier ที่ผ่านไป

ภาคคอนเวอร์เตอร์

ซึ่งจะประกอบด้วย High Frequency inverter และ Output rectifier and filter

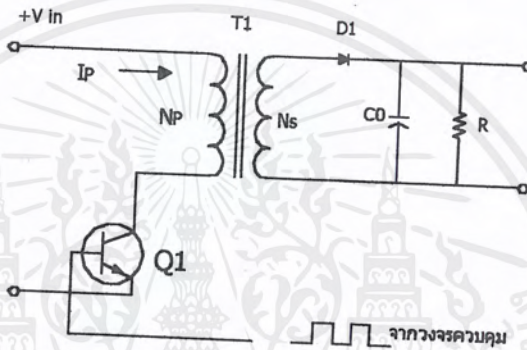
คอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์นั้นเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ซึ่งทำหน้าที่ตัดทอนสัญญาณแรงดันไฟตรงค่าสูงให้เป็นสัญญาณไฟตรงค่าต่ำ ซึ่งการตัดต่อจะเกิดจากการทำงานของเพาเวอร์ชิตเตอร์หรือเพาเวอร์ MOSFET ซึ่งถูกควบคุมช่วงนำกระแส โดยพัลส์ที่ได้จากวงจรควบคุมค่างแรงดัน วงจรคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้กันมี 5 แบบด้วยกัน

1. ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Fly back converter)
2. ฟอว์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward converter)
3. พูช - พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push - Pull converter)
4. ฮาล์ฟ - บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-bridge converter)
5. ฟูล - บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full- bridge converter)

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (FLY - BACK converter)

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ เป็นคอนเวอร์เตอร์ชนิดหนึ่งที่มีค่าใช้จ่ายในการสร้างต่ำเหมาะสำหรับสวิตซ์ซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายที่มีกำลังขาออกในช่วง 50 - 150 วัตต์ แต่คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้มีข้อเสียตรงที่แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะมีค่าแรงดันกระเพื่อม (Ripple) ค่อนข้างสูง วงจรพื้นฐานของฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์แสดงได้ดังรูป

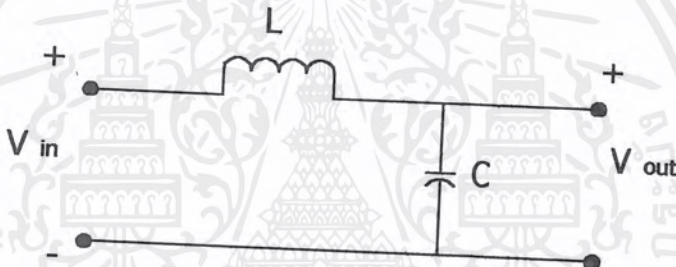


รูปที่ 2.11 แสดงวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

การทำงานของวงจรจะเป็นได้ดังนี้ มอตเฟทจะนำกระแส (on) และหยุดนำกระแส (off) สลับกันไป เมื่อ Q1 นำกระแสจะมีกระแสไหลผ่านขดลวด primary แต่เนื่องจากหม้อแปลงถูกกำหนดให้ขด primary และขด secondary พันอยู่ลักษณะกลับทิศทาง ดังนั้นขณะที่ Q1 นำกระแสอยู่นั้น ไดโอด D1 จะอยู่ในลักษณะไบอัสกลับ และไม่มีกระแสไหลผ่านโหลด R พลังงานจึงถูกสะสมที่ขด primary ของหม้อแปลง เมื่อมอสเฟทหยุดนำกระแสสนามแม่เหล็กในแกนหม้อแปลงยุบตัวนำทำให้มีการกลับขั้วของหม้อแปลงของแรงดันที่ขดลวด secondary ไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะไบอัสตรง พลังงานที่สะสมอยู่ในขดลวด primary จะถูกถ่ายเทไปยังขดลวด secondary และมีกระแสไหลผ่านไปยังโหลดและตัวเก็บประจุได้

วงจรกรองสัญญาณ(FILTER)

การเลือกค่าตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุเพื่อใช้ในวงจรกรองสัญญาณมีความจำเป็นมาก ทั้งนี้เนื่องจากค่าตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุที่เหมาะสม จะทำให้แรงดันที่ออกมาจากวงจรกรองสัญญาณมีค่าไม่สูงจนเกินไป ซึ่งถ้าหากใช้ค่าที่ไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้เกิดโอเวอร์ชhootหรือแรงดันค่าสูง อาจทำให้วงจรเกิดเสียหายได้ และนอกจากนี้ทำให้เกิดปัญหาในส่วนของการควบคุมแรงดันอีกด้วย วงจรกรองสัญญาณจะรับแรงดันที่มีลักษณะคล้ายสัญญาณสี่เหลี่ยม จากนั้นจะผ่านตัวเก็บประจุ ดังวงจรสมมูลข้างล่างและสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจะเป็นสัญญาณไซน์ ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 50 Hz



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรของ LC Filter

เพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุตที่ค่อนข้างคงที่คือ 220 โวลต์ จึงจำเป็นต้องมีส่วนของการควบคุมแรงดัน ซึ่งมีการควบคุมในลักษณะปิด คือ มีการป้อนกลับสัญญาณเมื่อที่ค่าแรงดันสุดท้ายมีค่าลดลง ก็จะไปควบคุมให้มีการเพิ่มแรงดันและเมื่อแรงดันเกินก็จะควบคุมให้มีการลดแรงดัน

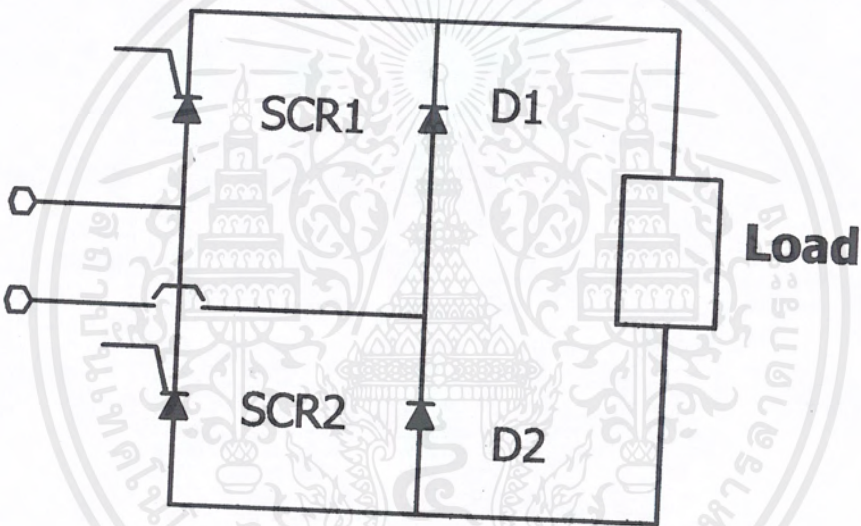
สัญญาณสี่เหลี่ยมที่ได้จากการขับไอจีบีที จะถูกกรองโดยอาศัยหลักการของวงจรที่ผ่านได้เฉพาะความถี่ต่ำ (Low filter pass) กำหนดให้มีการคัทออฟที่ความถี่ 50 Hz สัญญาณที่มีความถี่มากกว่า 50 Hz ไม่สามารถผ่านได้ เราจึงต้องเลือกค่าตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุที่สอดคล้องกับความถี่คัทออฟ 50 Hz ซึ่งสามารถหาค่าได้ดังนี้

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

เนื่องจากค่าของตัวเก็บประจุที่ใช้กับสัญญาณไฟกระแสสลับค่อนข้างจะหาได้ยากจึงกำหนดค่าจะจงลงไป ส่วนค่าของตัวเหนี่ยวนำเราสามารถหาค่าได้เองได้ตามค่าที่เราต้องการ

บทที่ 3 วงจรที่เลือกใช้

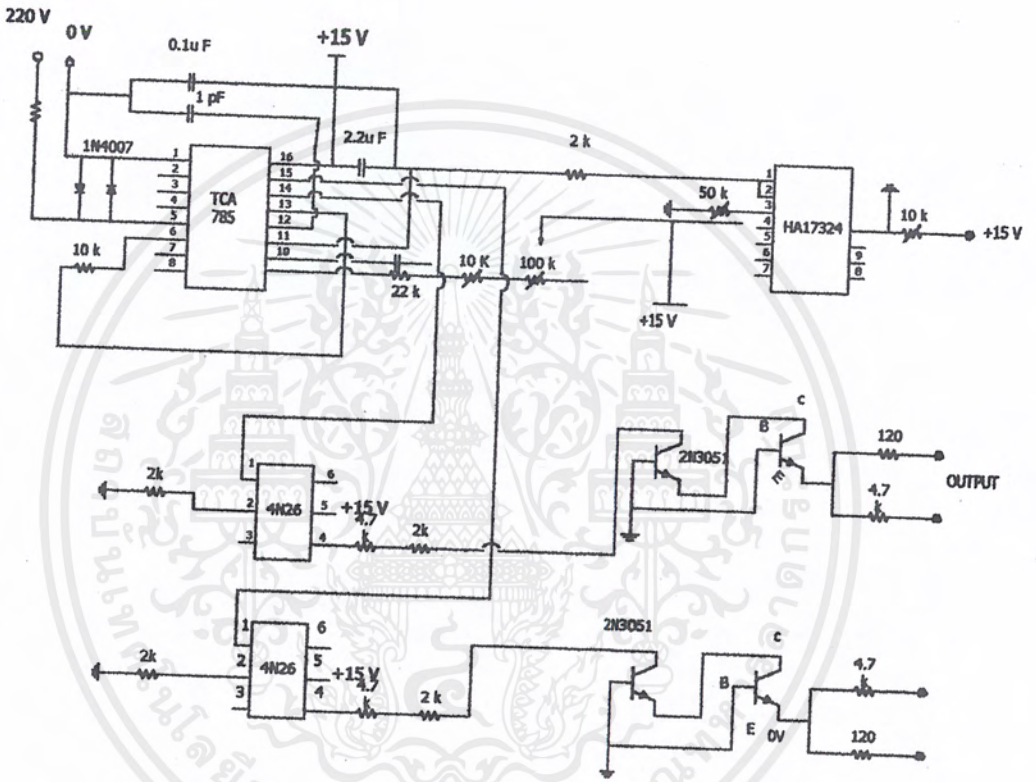
3.1 วงจรคอนเวอร์เตอร์ ชนิด Single phase half Control



รูปที่ 3.1 แสดงวงจร Single Phase Half Control

จากรูปที่ 3.1 วงจรจะทำหน้าที่ปรับแรงดันให้ได้ตามที่เรต้องการโดยใช้เอสซีอาร์ เป็นสวิตซ์ตัดต่อ โดยเราจะปรับแรงดันได้จากการปรับมุมเฟสในการทำงานของเอสซีอาร์ โดยใช้วงจร TCA 78 เป็นวงจรควบคุม

วงจรควบคุมโดยใช้ไอซีเบอร์ TCA 785



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรควบคุมโดยใช้ TCA 785

เราต้องการแรงดัน 48-52 โวลท์ เพื่อจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ดังนั้นจึงเลือกใช้วงจร TCA 785 เนื่องจากสามารถควบคุมแรงดันคิซีได้ตามที่ต้องการ

คุณสมบัติของวงจรรวม TCA 785

วงจรรวมเบอร์ TCA 785 ผลิตโดยบริษัทประเทศเยอรมัน ใช้ในงานควบคุมเฟสโดยเฉพาะ หรือใช้ได้กับวงจร Line commutated converter ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟสและ 3 เฟส สามารถปรับมุมจุดจนวนเกิดได้ตั้งแต่ 0 ถึง 180 องศา และสามารถสร้างลักษณะพัลส์ได้หลายรูปแบบ ตามลักษณะของโหลด และสามารถใช้งานได้ดีในย่านความถี่ระหว่าง 10 Hz ถึง 500 Hz ต้องการไฟเลี้ยงกระแสตรงขนาด 8 โวลต์ดีซี ถึง 18 โวลต์ดีซี ใช้งานได้ดีในย่านอุณหภูมิ -25 ถึง +85 องศาเซลเซียส กินกระแสไฟฟ้าประมาณ 4.5 มิลลิแอมป์ ถึง 10 มิลลิแอมป์ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าด้านออกของวงจรที่ขา 14 และ 15 ได้ประมาณ 250 มิลลิแอมป์ โดยที่สัญญาณด้านออกมีทั้งแบบปกติ และแบบกลับสัญญาณ มี Inhibit Function ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ และสามารถใช้งานในลักษณะ Zero crossing ได้ด้วย

การทำงานของวงจรรวม TCA 785

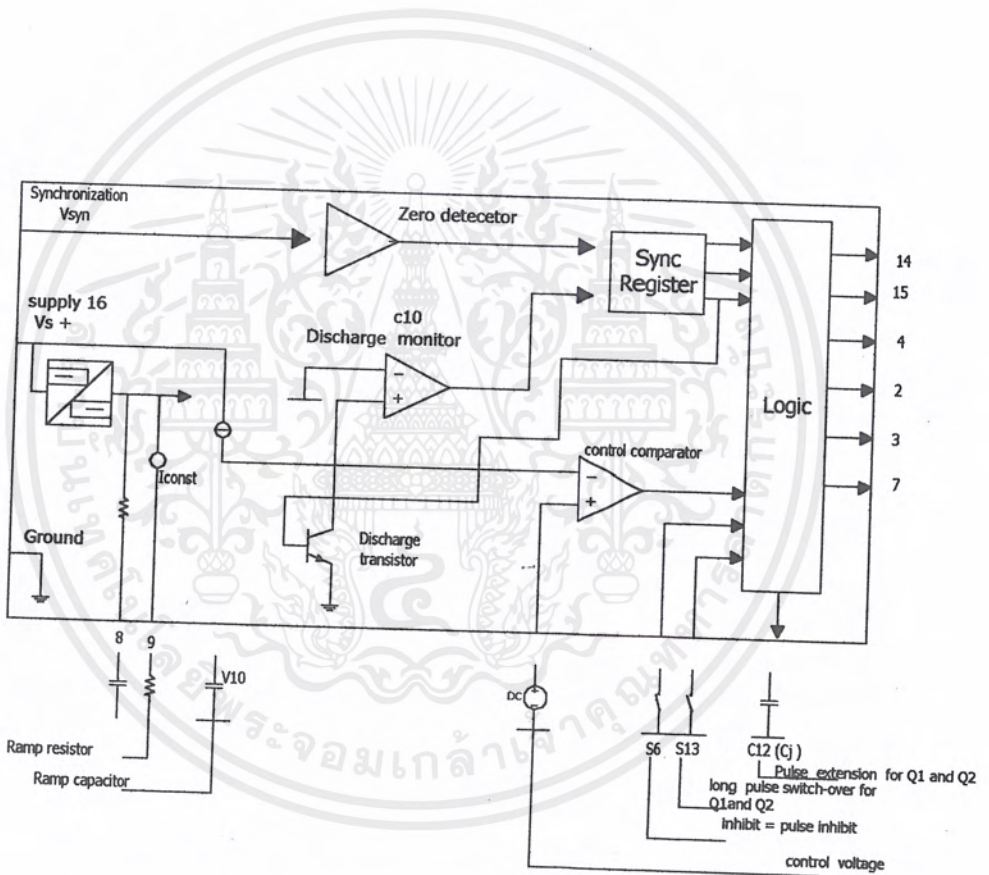
พิจารณาโครงสร้างภายในของ TCA 785 ซึ่งเป็นวงจรรวมแบบ LSI มีขา 16 ขา บรรจุด้วยตั้งถึงพลาสติก ดังรูป จะเห็นว่าขา 16 คือ $+V_s$ รับแรงดันไบแอสในย่าน +8 โวลต์ดีซี ถึง +18 โวลต์ดีซี โดยที่ขา 1 เป็นกราวด์ แรงดันควบคุมภายในเป็นแรงดันอ้างอิง คือ $V_{ref} = 3.1$ โวลต์ วัดได้ที่ขา 8 โดย C_8 ทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวน ขา 5 คือขาที่รับแรงดันเชิงโครโนซ์ ซึ่งเป็นแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟสลับที่ต่อกับวงจรภาคกำลัง โดยต่อกับนิวตรอนเข้าที่ขา 1, R_9 ตัวสร้างสัญญาณลาดเอียง และ C_{10} คือตัวเก็บประจุสัญญาณลาดเอียงต่อกับขา 9 และขา 10 ตามลำดับ ค่าของ C_{10} อยู่ในย่าน 500 pF ถึง 1 μ F และ R_9 มีค่าเหมาะสมในย่าน $3k\Omega$ ถึง $300k\Omega$

ค่า R_9 และ C_{10} จะเป็นตัวกำหนดของสัญญาณลาดเอียง (V_{10}) ถ้า R_9 และ C_{10} มีค่ามาก ความลาดเอียงของ V_{10} จะมีค่ามากตามไปด้วย ขา 11 ของ TCA 785 คือค่าที่ต่อแรงดันควบคุมเป็นแรงดันไฟตรงปรับค่าได้ แรงดันควบคุม (V_{11}) นี้จะป้อนเข้าบวกของออปแอมป์ เปรียบเทียบสัญญาณควบคุมได้ดังรูป โดยเทียบแรงดันกับ V_{10} เพื่อกำหนดมุมจุดจนวนที่ด้านออกของวงจรดังแสดงในรูป จะเห็นว่าสัญญาณด้านออกของวงจรอยู่ที่ขา 14 และ ขาที่ 15 จะทำงานช่วงเวลา $\omega t = 0^\circ$ ถึง 180° และพัลส์ที่ขา 15 จะทำงานในช่วงเวลา $\omega t = 180^\circ$ ถึง 360° ขนาดความกว้าง

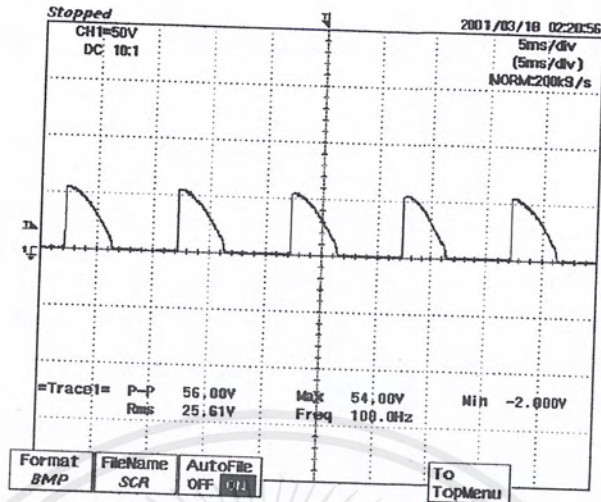
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพัลส์ด้านนอกคือ β ปกติถ้าไม่ต่อ C_{12} จะมีค่า $\beta = 30 \mu\text{s}$ แต่สามารถเปลี่ยนค่า ได้โดยใช้ค่า C_{12} ต่อเข้าที่ขา 12 ของตัว TCA 785

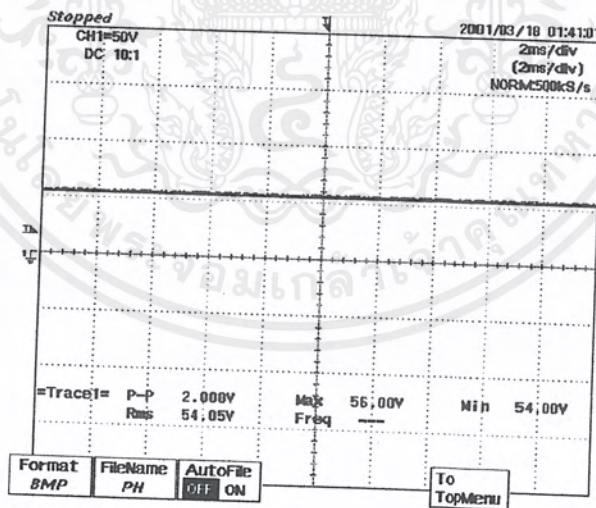
สำหรับขาที่ 2 และ 4 คือสัญญาณกลับของ V_{15} และ V_{14} สัญญาณลักษณะพัลส์เดียวที่มี $\beta = 30 \mu\text{s}$ จะเกิดได้เมื่อไม่มีการต่อ C_{12} เข้าที่ขา 12 แต่ถ้าต้องการให้พัลส์ออกมีลักษณะเป็นพัลส์แบบยาว ทำได้โดยต่อขาที่ 12 กับกราวด์ แต่ถ้าต้องการให้สัญญาณออกที่ขา 2 และ 24 เป็นพัลส์แบบยาวด้วยจะต้องต่อขา 13 เข้ากับกราวด์ด้วยดังที่แสดงในรูป 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างภายในของวงจรรวมเบอร์ TCA 785



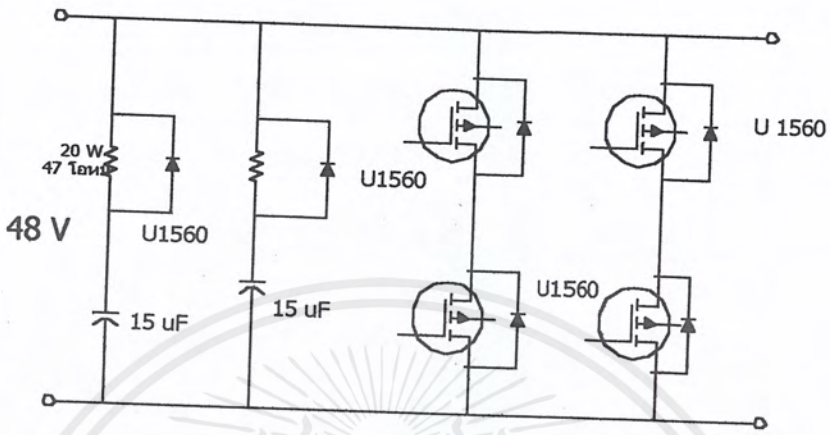
รูปที่ 3.4 แสดงผลการทดลองของวงจรภาคเรกติฟายที่ยังไม่ผ่านการกรองด้วยตัวเก็บประจุ (ควมคุมแรงดันที่ 54 โวลท์ โดยวงจรเฟสคอนโทรล) โดย volt/div= 50 volts



รูปที่ 3.5 แสดงแรงดันเอาต์พุทของวงจรภาคเรกติฟายหลังจากที่ผ่านการกรองของตัวเก็บประจุแล้ว โดย volt/div= 50 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรอินเวอร์เตอร์แบบฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์

จากรูปวงจรอินเวอร์เตอร์จะรับไฟกระแสตรง 48 โวลต์ เข้ามาเพื่อแปลงเป็นไฟกระแสสลับออกไป โดยใช้เพาเวอร์มอสเฟตเป็นอุปกรณ์ตัดต่อทางเพาเวอร์

วงจรสร้างสัญญาณคลื่นไซน์ 1 เฟส

การสร้างสัญญาณ ไซน์เพื่อทำเป็นสัญญาณอ้างอิงทำโดยการเก็บข้อมูลของรูปคลื่น ไซน์ อยู่ในรูป look up table ไว้ในหน่วยความจำแบบ EPROM โดยแต่ละข้อมูลเป็นข้อมูลแบบเลขคี่ติดต่อกัน ที่แทนค่าแอมพลิจูดของคลื่น ไซน์ ที่แทนค่าที่มุมต่างๆ ค่าความละเอียดของคลื่น ไซน์ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่เก็บไว้ ดังนั้นถ้าสมมุติว่ามีการเก็บข้อมูลรูป ไซน์ 1 ไซเคิลจำนวน 2 หรือ 256 ข้อมูล ดังนั้นข้อมูลแต่ละตำแหน่งจะอยู่ห่างกัน 1406 องศา ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำนี้เก็บในรูปของเลขฐาน 16 ซึ่งสามารถคำนวณของค่าของข้อมูลเหล่านี้จากสมการ

$$V_M \sin \omega T = \frac{V_{ref} R_0}{R_{14}} \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right) - \frac{V_{ref} R_0}{R_8}$$

เมื่อ V_m เป็นแรงดันสูงสุดของคลื่นไซน์

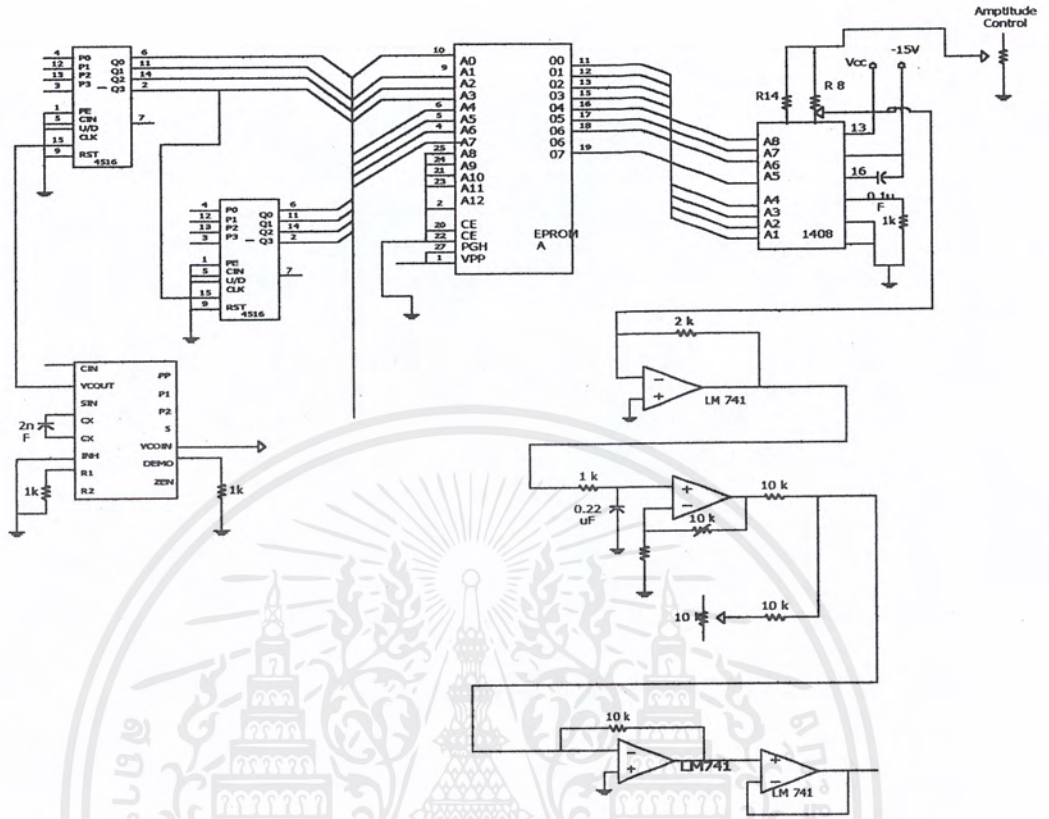
V_{ref} คือ แรงดันไฟกระแสตรงซึ่งเป็นแรงดันอ้างอิง

$A_1 - A_8$ เป็นข้อมูลที่คำนวณได้เมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2

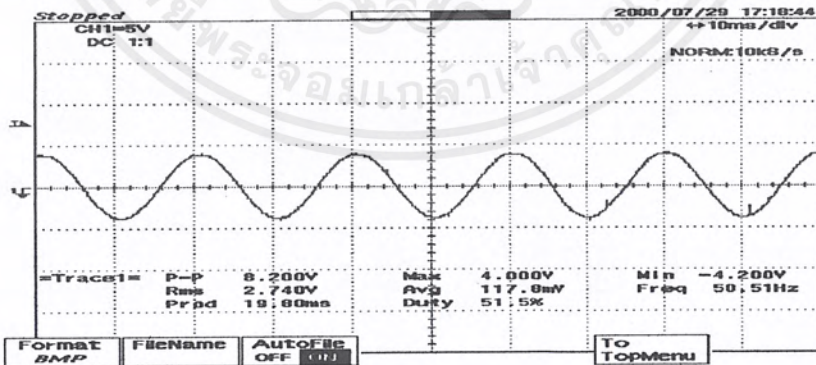
R_0, R_{14}, R_8 เป็นค่าความต้านทานโดยที่ $R_8 = 2R_{14}$

ค่าของข้อมูลทั้ง 256 ข้อมูลนี้จะถูกแสดงในตารางการสร้างข้อมูลของสัญญาณไซน์โดยเก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วใช้ในการอ้างอิงแอดเดรสเพื่อเรียกข้อมูลออกมาใช้งาน การอ้างอิงแอดเดรสจะใช้ไอซีเบอร์ 4516 ซึ่งเป็น 8 บิต up / down counter เป็นตัวนับสัญญาณนาฬิกาและใช้ไอซีเบอร์ 4516 ซึ่งเป็น 8 บิต up / down counter เป็นตัวนับสัญญาณนาฬิกา และใช้ไอซีเบอร์ 4046 เป็น VCO เป็นตัวสร้างสัญญาณนาฬิกา ในการนับนี้จะนับขึ้นจาก 0 - 255 หรือนับลงจาก 255 - 0 ซึ่งเป็นการนับคลื่นไซน์ ครบ 1 ไซเคิล ตัวนับจะมีการรีเซ็ตแล้วกลับมาเริ่มนับใหม่เพื่อสร้างคลื่นไซน์ในไซเคิลถัดไป ในการออกแบบถ้าต้องการสัญญาณไซน์มีความถี่จาก 0 - 100 Hz ดังนั้นความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจึงมีค่าระหว่าง 0 - 25.6 kHz โดยประมาณ ที่เอาท์พุทของ EPROM จะเป็นสัญญาณดิจิทัล จึงต้องเปลี่ยนเป็นสัญญาณอนาล็อกของคลื่นไซน์ โดยใช้ IC1408 ที่สามารถควบคุม Voltage command เพื่อปรับเปลี่ยนแอมพลิจูดของรูปคลื่น ไซน์ได้ และสัญญาณอนาล็อกรูป ไซน์ที่จะต้องผ่านวงจร current to voltage converter เพื่อเปลี่ยนสัญญาณ อนาล็อก ที่อยู่ในรูปกระแสให้เป็นแรงดันที่เป็นคลื่นไซน์สามารถนำไปใช้งานได้

ดังนั้นสัญญาณไซน์ที่สร้างจากวงจรนี้สามารถปรับเปลี่ยนความถี่ได้โดยปรับเปลี่ยนแรงดันไฟตรงที่แทน frequency command ที่ VCO ในขณะที่ตัวนับแอมพลิจูดของสัญญาณก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยการเปลี่ยนแรงดันกระแสตรงที่ V_{ref} ของ DAC ซึ่งก็คือ voltage command V_r ลักษณะของสัญญาณไซน์ที่สร้างขึ้นนี้จึงเป็น VVVF



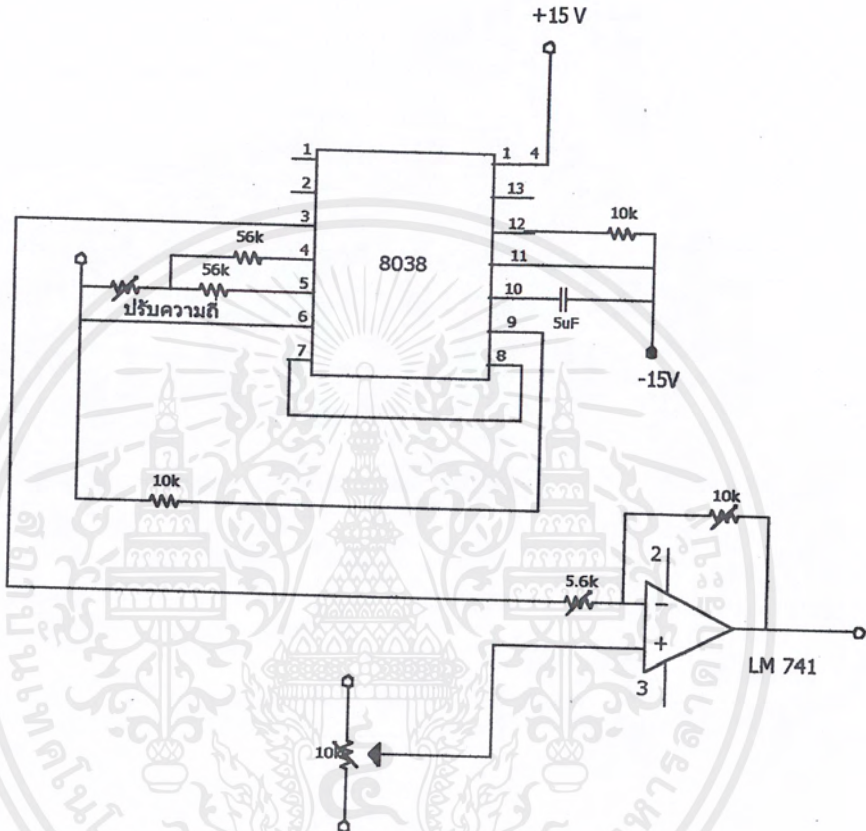
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรสร้างสัญญาณไซน์



รูปที่ 3.8 แสดงผลของสัญญาณไซน์ที่ได้จากวงจรที่เลือกใช้โดยตั้งความถี่ 50 Hz โดย volt/div= 5 volts

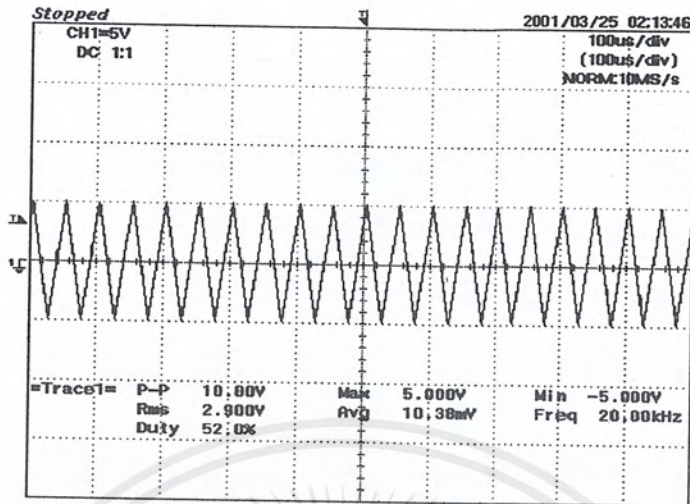
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสร้างสามเหลี่ยม



รูปที่ 3.9 วงจรสร้างรูปสามเหลี่ยม

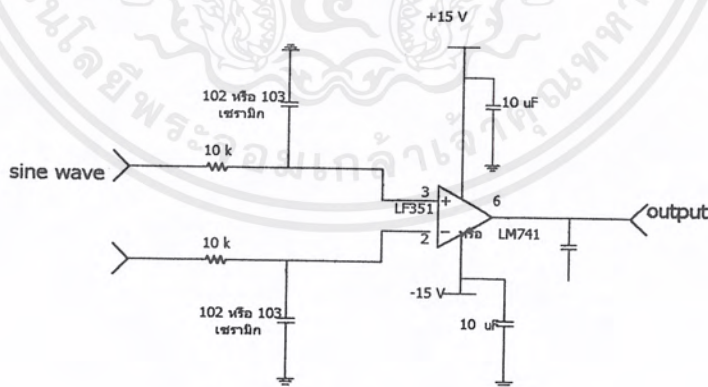
รูปในวงจรเป็นรูปแสดงวงจรที่สร้างสัญญาณสามเหลี่ยม เพื่อต้องการนำมาถอดแอมพลิจูดกับสัญญาณชานซ์ เพื่อให้ได้เป็น สัญญาณ SPWM



รูปที่ 3.10 แสดงผลของสัญญาณสามเหลี่ยมที่ได้จากวงจรที่เลือกใช้โดยตั้งค่าความถี่ 20 kHz ซึ่งวงจรนี้สามารถปรับความถี่ แอมพลิจูด ได้ตามต้องการโดยปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้ ค้างในวงจร

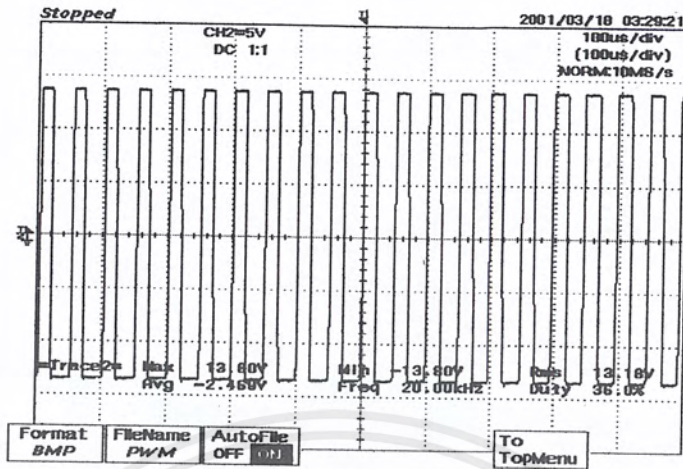
โดย volt/div= 5 volts

วงจรมอดคูเลต (Modulate)



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรมอดคูเลต

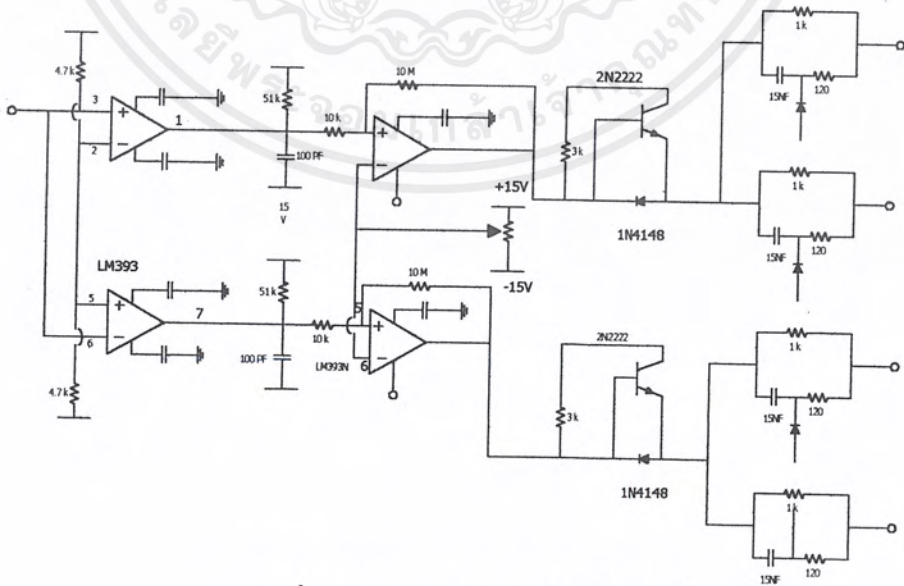
จากรูปเป็นการมอดคูเลตกันระหว่างสัญญาณไซน์กับสัญญาณสามเหลี่ยมเพื่อให้ได้สัญญาณ พีคดับบลิวเอ็ม



รูปที่ 3.12 แสดงผลจากการมอดดูเลคของสัญญาณ ไซน์ + สามเหลี่ยม เพื่อให้ได้สัญญาณ SPWM

โดย volt/div= 5 volts

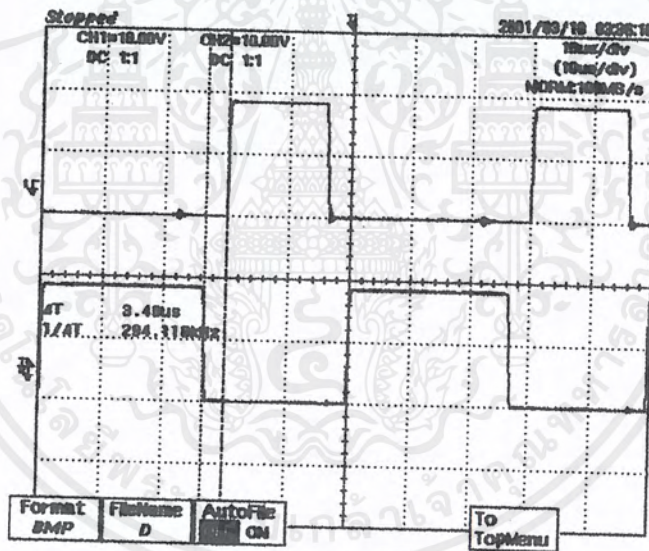
วงจรหน่วงเวลา (Dead Time)



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรเดดไทม์ที่เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ PWM ที่เข้ามาจะแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยที่ขา 3 และขา 6 ของคอมพาราเรเตอร์ (comparator) A1 (LM 393 ภายในตัวมันประกอบด้วยออปแอมป์ 2 ตัว) เมื่อล่องพิจารณาขบวน สัญญาณ PWM ที่เข้าขา 3 ก็ถูกนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณไฟ DC ที่ขา 2 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 1 มีลักษณะเป็น PWM ± 15 เมื่อผ่าน R, C สัญญาณจะถูกทำให้โค้งขึ้น จากนั้นสัญญาณนี้จะนำมาถูกเปรียบเทียบกับสัญญาณไฟตรงที่ขา 2 ของคอมพาราเรเตอร์ (comparator) A2 โดยถ้าสัญญาณที่ขา 3 มีค่ามากกว่าไฟตรงที่นำมาเปรียบเทียบกับ สัญญาณเอาต์พุตที่ขา 1 ของคอมพาราเรเตอร์ A2 จะมีสัญญาณ high และถ้าไฟตรงมีค่าสูงกว่า สัญญาณเอาต์พุตจะเป็น low ดังนั้นสัญญาณเอาต์พุตของวงจรนี้จะมีลักษณะเป็น PWM (0 - 15) และในชุดล่างและในชุดล่างสัญญาณ เอาต์พุตจะมีลักษณะตรงกันข้าม โดยมีช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกัน โดยค่าเวลาเพื่อสามารถปรับเปลี่ยนได้จากการเปลี่ยนค่า R และ C โดยวงจรเวลาเพื่อมีวงจรดังแสดงในรูป และสัญญาณที่ได้มีลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.14 ผลของการตั้งค่าเคดไทม์ เพื่อป้องกันการ Short Branch ของอุปกรณ์ตัดต่อทางเพาเวอร์

โดย volt/div= 10 volts

ตารางการชาร์จแบตเตอรี่

| เวลา (ช.ม.) | แรงดันอินพุต (AC) | แรงดันชาร์จ (DC) | กระแสชาร์จ (A) | แรงดันที่แบตเตอรี่ |
|-------------|-------------------|------------------|----------------|--------------------|
| เริ่มต้น | 220 | 48 | 0.72 | 47 |
| 0.1 | 220 | 49 | 0.58 | 48.1 |
| 0.2 | 220 | 49.1 | 0.58 | 48.2 |
| 0.3 | 220 | 49.1 | 0.6 | 48.3 |
| 0.4 | 220 | 49.2 | 0.6 | 48.4 |
| 0.5 | 220 | 49.4 | 0.62 | 48.6 |
| 1 | 220 | 49.6 | 0.62 | 48.8 |
| 1.1 | 220 | 49.7 | 0.62 | 48.9 |
| 1.2 | 220 | 49.8 | 0.59 | 49 |
| 1.3 | 220 | 49.9 | 0.59 | 49.1 |
| 1.4 | 220 | 50.1 | 0.59 | 49.3 |
| 1.5 | 220 | 50.2 | 0.59 | 49.4 |
| 2 | 220 | 50.3 | 0.59 | 49.6 |
| 2.1 | 220 | 50.5 | 0.59 | 49.7 |
| 2.2 | 220 | 50.6 | 0.58 | 49.8 |
| 2.3 | 220 | 50.7 | 0.58 | 49.9 |
| 2.4 | 220 | 50.9 | 0.58 | 50.1 |
| 2.5 | 220 | 51 | 0.58 | 50.2 |
| 3 | 220 | 51.1 | 0.58 | 50.3 |
| 3.1 | 220 | 51.2 | 0.58 | 50.4 |
| 3.2 | 220 | 51.3 | 0.58 | 50.5 |
| 3.3 | 220 | 51.4 | 0.57 | 50.6 |
| 3.4 | 220 | 51.5 | 0.58 | 50.7 |
| 3.5 | 220 | 51.6 | 0.57 | 50.8 |
| 4 | 220 | 51.7 | 0.58 | 50.9 |
| 4.1 | 220 | 51.9 | 0.58 | 51 |
| 4.2 | 220 | 52 | 0.58 | 51.1 |
| 4.3 | 220 | 52.1 | 0.58 | 51.2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

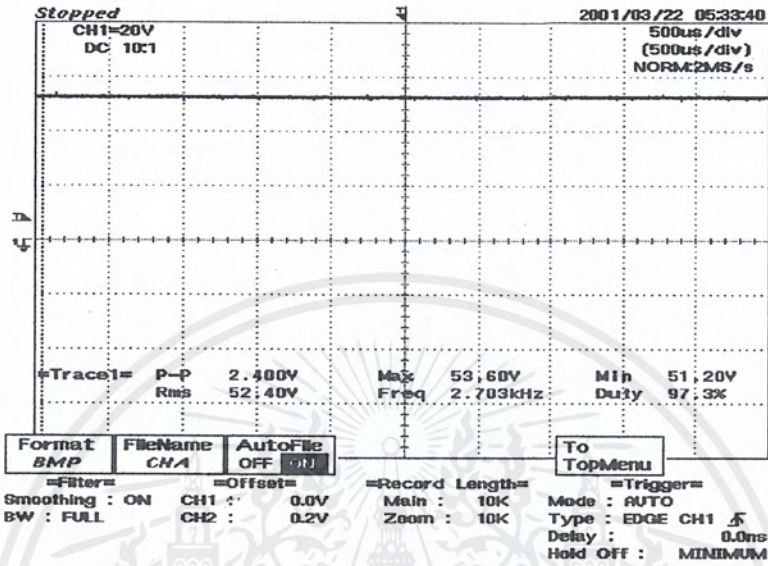
| เวลา (ช.ม.) | แรงดันอินพุต (AC) | แรงดันชาร์จ (DC) | กระแสชาร์จ (A) | แรงดันที่แบตเตอรี่ |
|-------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| 4.4 | 220 | 52.2 | 0.59 | 51.3 |
| 4.5 | 220 | 52.3 | 0.57 | 51.4 |
| 5 | 220 | 52.4 | 0.56 | 51.5 |
| 5.1 | 220 | 52.4 | 0.51 | 51.5 |
| 5.2 | 220 | 52.4 | 0.46 | 51.6 |
| 5.3 | 220 | 52.4 | 0.42 | 51.6 |
| 5.4 | 220 | 52.4 | 0.38 | 51.6 |
| 5.5 | 220 | 52.4 | 0.35 | 51.6 |
| 6 | 220 | 52.4 | 0.32 | 51.6 |
| 6.1 | 220 | 52.4 | 0.29 | 51.6 |
| 6.2 | 220 | 52.4 | 0.27 | 51.6 |
| 6.3 | 220 | 52.4 | 0.25 | 51.6 |
| 6.4 | 220 | 52.4 | 0.23 | 51.6 |
| 6.5 | 220 | 52.4 | 0.22 | 51.6 |
| 7 | 220 | 52.4 | 0.21 | 51.6 |
| 7.1 | 220 | 52.4 | 0.19 | 51.6 |
| 7.2 | 220 | 52.4 | 0.18 | 51.6 |
| 7.3 | 220 | 52.4 | 0.17 | 51.6 |
| 7.4 | 220 | 52.4 | 0.16 | 51.6 |
| 7.5 | 220 | 52.4 | 0.16 | 51.7 |
| 8 | 220 | 52.4 | 0.15 | 51.7 |
| 8.1 | 220 | 52.4 | 0.15 | 51.7 |
| 8.2 | 220 | 52.4 | 0.13 | 51.7 |
| 8.3 | 220 | 52.4 | 0.13 | 51.7 |
| 8.4 | 220 | 52.4 | 0.13 | 51.7 |
| 8.5 | 220 | 52.4 | 0.12 | 51.7 |
| 9 | 220 | 52.4 | 0.12 | 51.7 |
| 9.1 | 220 | 52.4 | 0.12 | 51.7 |
| 9.2 | 220 | 52.4 | 0.12 | 51.7 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | |
|------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| 9.3 | 220 | 52.4 | 0.11 | 51.8 |
| เวลา(ช.ม.) | แรงดันอินพุท (AC | แรงดันชาร์จ (DC) | กระแสชาร์จ (A) | แรงดันที่แบตเตอรี่ |
| 9.4 | 220 | 52.4 | 0.1 | 51.8 |
| 9.5 | 220 | 52.4 | 0.1 | 51.8 |
| 10 | 220 | 52.4 | 0.09 | 51.8 |
| 10.1 | 220 | 52.4 | 0.09 | 51.8 |
| 10.2 | 220 | 52.4 | 0.08 | 51.8 |
| 10.3 | 220 | 52.4 | 0.08 | 51.8 |

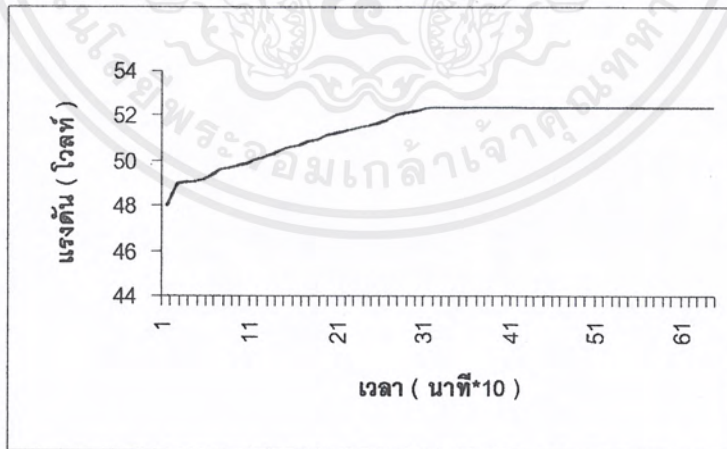


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



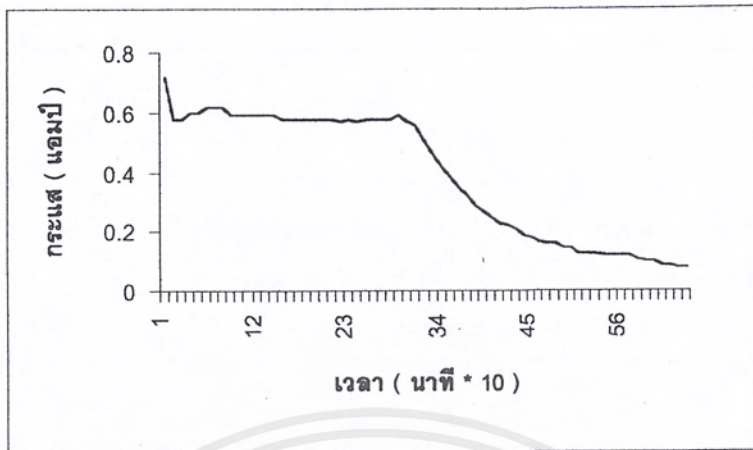
รูปที่ 3.18 ผลของแรงดันเอาต์พุตของวงจรอัดประจุขณะไม่มีโหลด ซึ่งได้มีการคงค่าแรงดันไว้ที่ 52.4 V

โดย $\text{volt/div} = 20 \text{ volts}$

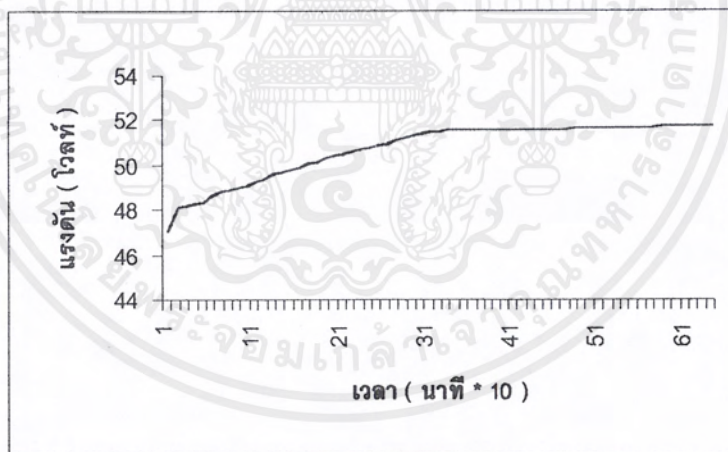


รูป 3.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของวงจรชาร์จประจุแบตเตอรี่กับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



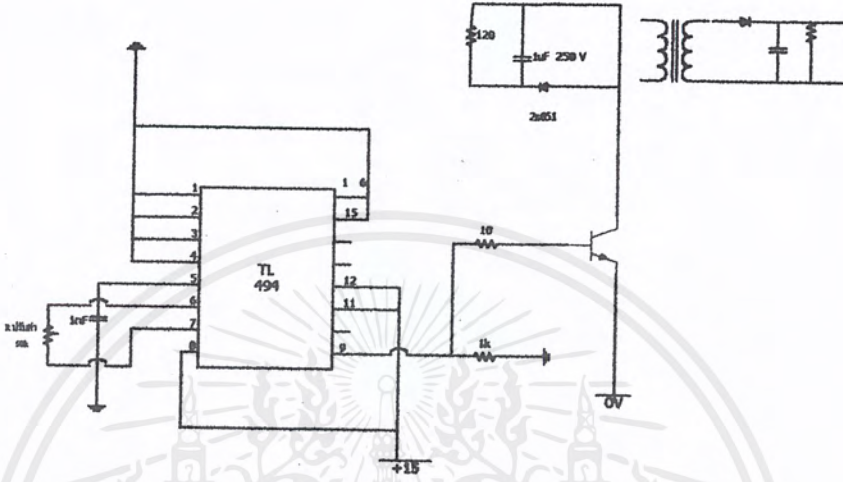
รูป 3.20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสของวงจรชาร์จประจุแบตเตอรี่กับเวลา



รูป 3.21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลา

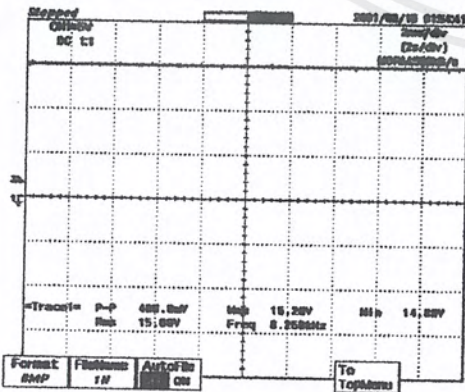
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Fly – back converter)

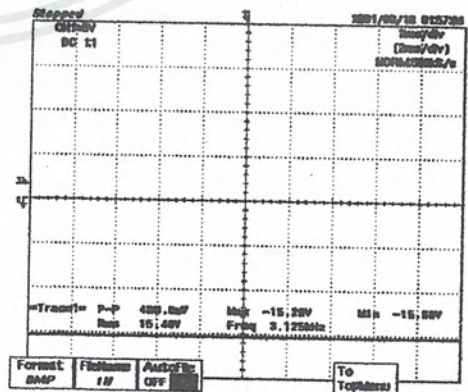


รูปที่ 3.22 แสดงวงจรฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ที่เลือกใช้

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์เป็นคอนเวอร์ชันชนิดหนึ่งที่มีค่าใช้จ่ายในการสร้างต่ำเหมาะสำหรับ สวิตซ์ริงเพอร์เวอร์ที่มีกำลังขาออกในช่วง 50 - 150 วัตต์ แต่คอนเวอร์ชันชนิดนี้มีข้อเสียตรงที่ แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะมีค่าแรงดันกระเพื่อม (Ripple) ค่อนข้างสูง

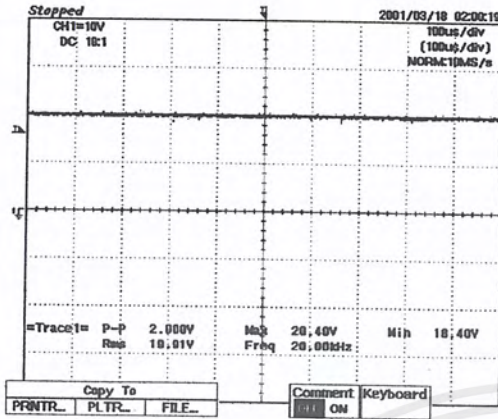


(ก)

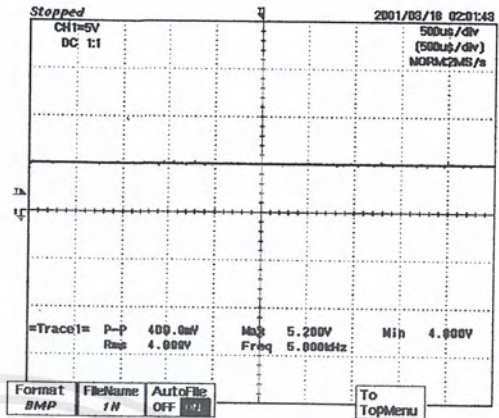


(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



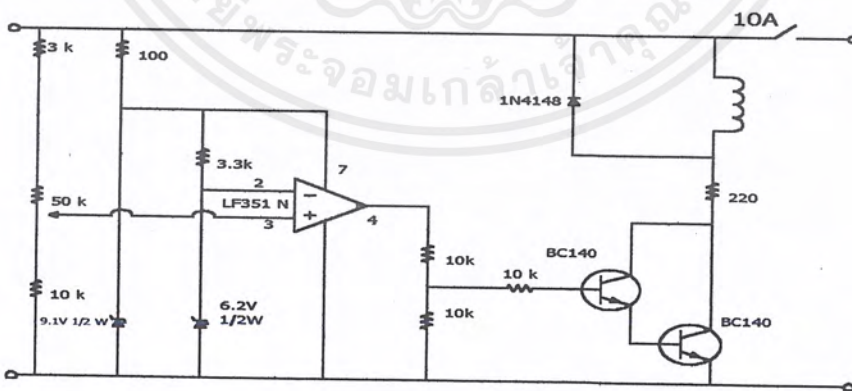
(ก)



(ง)

- รูปที่ 3.23 ก) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต +15 โวลต์ โดย $\text{volt/div} = 5 \text{ volts}$
 ข) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต -15 โวลต์ โดย $\text{volt/div} = 5 \text{ volts}$
 ค) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต 20 โวลต์ โดย $\text{volt/div} = 10 \text{ volts}$
 ง) ภาพแสดงผลจากวงจรฟลายแบคโดยมีเอาต์พุต 5 โวลต์ โดย $\text{volt/div} = 5 \text{ volts}$

วงจรป้องกันแบตเตอรี่ (Protect Battery)



รูปที่ 3.24 แสดงภาพวงจรป้องกันแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองจะมีจุดมุ่งหมายหลักคือดูการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง เมื่อแรงดันไฟที่จ่ายมาจากการไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดเหตุขัดข้องในกรณีต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น

4.1 การทดลองเมื่อระบบไม่มีการควบคุมป้อนกลับ

สมมติฐาน

เมื่อทำการจ่ายโหลด แรงดันที่ได้ จะตกลงเนื่องการ ไม่มีระบบป้อนกลับ ทำให้แรงดันที่ได้มีค่าไม่ถึงพิกัดที่ต้องการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

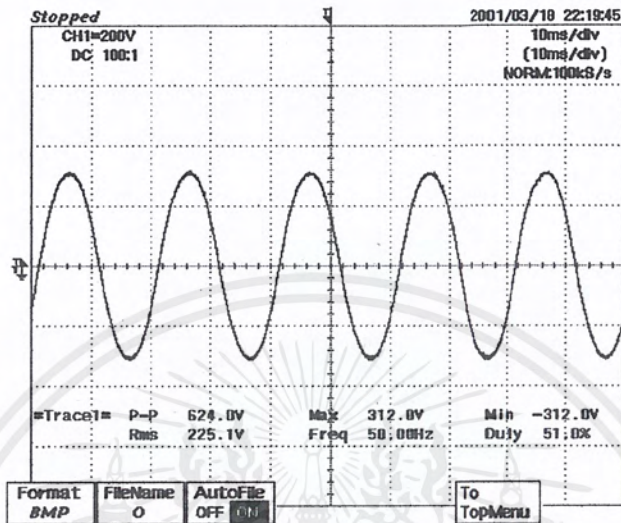
1. Storage Scope 1 เครื่อง
2. Probe*100 1 เส้น
3. โหลดหลอดไฟจำนวน 4 หลอด

ขั้นตอนการทดลอง

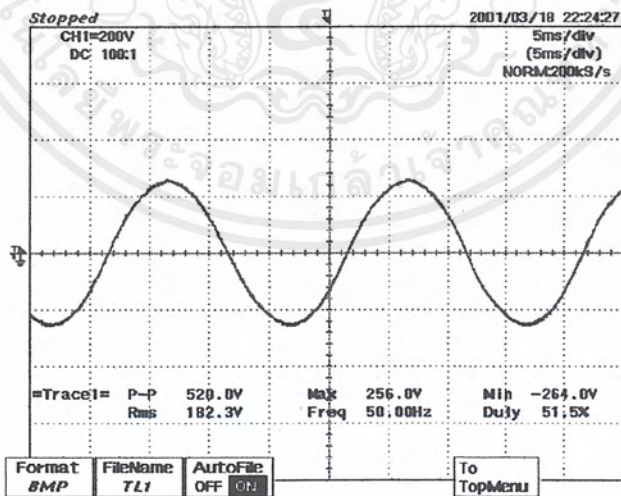
1. ตั้งค่าแรงดันที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ 220 โวลต์
2. ทำการจ่ายโหลดหลอดไฟจำนวน 1 หลอด 2 หลอด 3 หลอด และ 4 หลอด ตามลำดับและบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

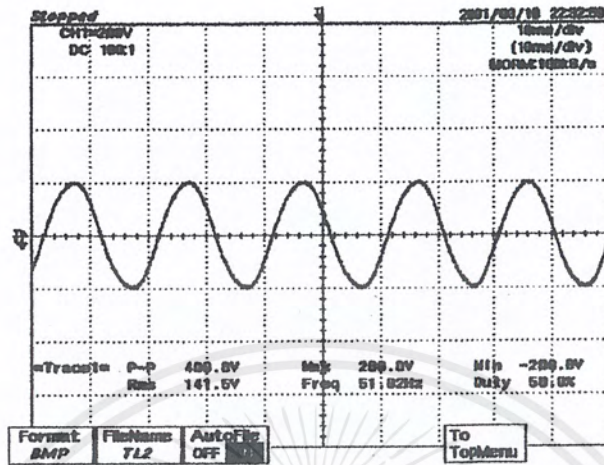


รูปที่ 4.1 แรงดันเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องขณะไม่มีโหลด โดย volt/div= 200 volts



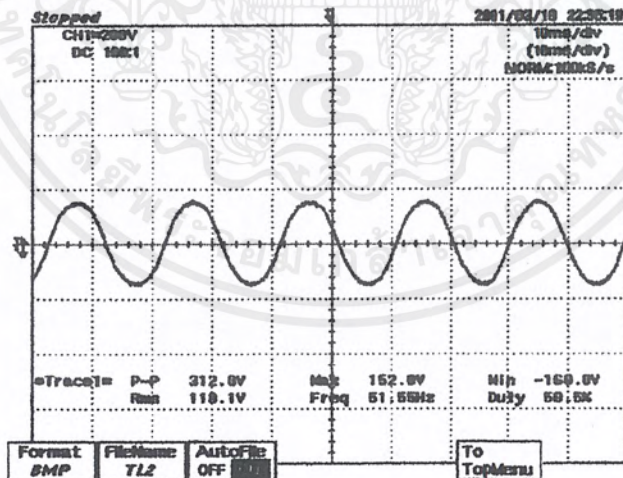
รูปที่ 4.2 แรงดันเอาต์พุต ขณะใส่โหลดโหลดไฟ 1 หลอด โดย volt/div= 200 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 2 หลอด

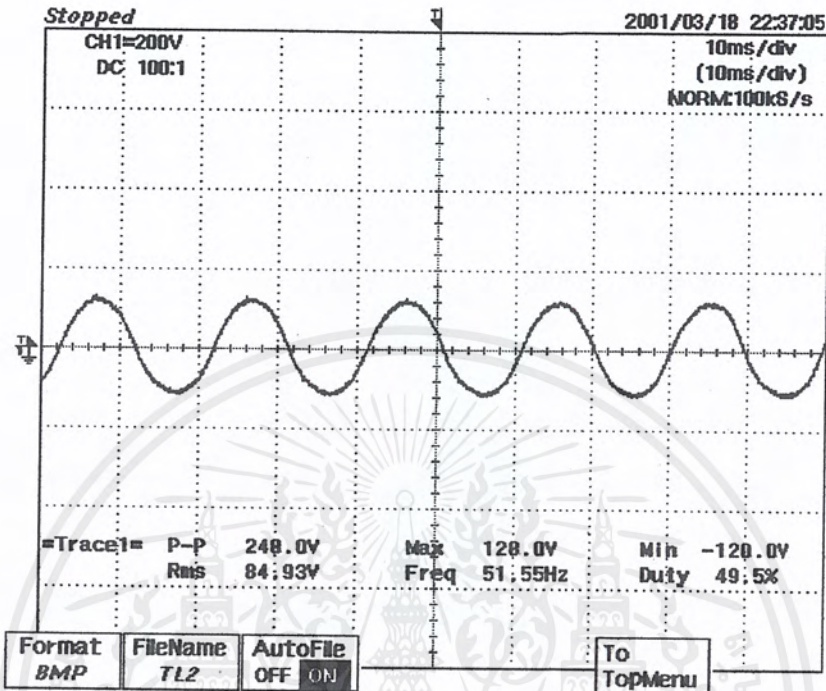
โดย volt/div= 200 volts



รูปที่ 4.4 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 3 หลอด

โดย volt/div= 200 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แรงดันเอาต์พุตขณะใส่โหลดหลอดไฟ 4 หลอด
โดย volt/div= 200 volts

สรุป

จากรูปจะเป็นได้ว่า แรงดันที่ได้ตกลงเนื่องจากไม่มีระบบควบคุมป้อนกลับ ทำให้แรงดันที่ได้มีค่าไม่ถึงพิกัดที่ต้องการ

4.2 การทดลองเมื่อระบบมีการควบคุมแบบป้อนกลับ

สมมติฐาน

เมื่อระบบมีการควบคุมแบบป้อนกลับแรงดันที่ได้จากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดที่ต้องการเมื่อทำการจ่ายโหลด

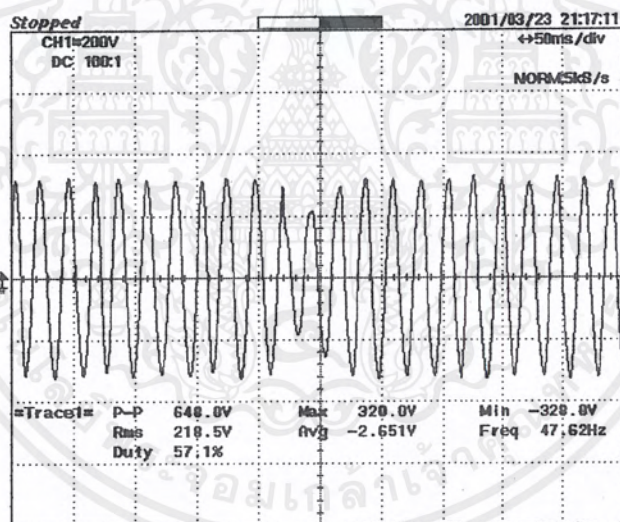
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Storage Scope 1 เครื่อง
2. Probe*100 1 เส้น
3. โหลดหลอดไฟจำนวน 2 หลอด

ขั้นตอนการทดลอง

1. ตั้งค่าแรงดันที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ 220 โวลต์
2. ทำการจ่ายโหลดหลอดไฟจำนวน 1 หลอด 2 หลอด ตามลำดับและบันทึกผลการทดลอง

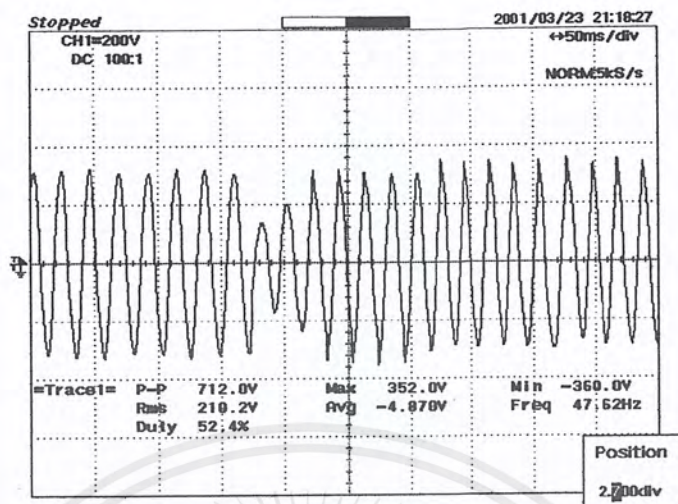
ผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอดเมื่อแหล่งจ่ายไฟมีระบบป้อนกลับ

โดย $\text{volt/div} = 200 \text{ volts}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการจ่ายโหลดตลอดไฟ 2 หลอดเมื่อแหล่งจ่ายไฟมีระบบป้อนกลับ

โดย volt/div= 200 volts

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่าผลจากการมีระบบควบคุมป้อนกลับจะทำให้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องสามารถจ่ายโหลดโดยค่าแรงดันตกลงแค่ช่วงเวลาหนึ่งและกลับมาคงค่าแรงดันได้ตามพิกัดที่เราต้องการ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการจ่ายโหลดตลอดไฟ 1 หลอดนั้นช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ตกลงจนกลับมาเท่ากับค่าพิกัดที่ต้องการนั้นจะน้อยกว่าการจ่ายโหลดตลอดไฟ 2 หลอด ซึ่งช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ค่าแรงดันพิกัดนั้นสามารถปรับให้ช้าหรือเร็วได้โดยระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งถ้าหากปรับให้เร็วมากเกินไปจะทำให้แรงดันที่ได้นั้น ไม่มีเสถียรภาพเนื่องจากว่าถ้ามีการเปลี่ยนแปลงแรงดันเพียงเล็กน้อยระบบควบคุมป้อนกลับจะทำงาน แต่ถ้าตั้งให้ค่าของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวให้ช้า ผลที่ได้ของช่วงเวลาที่แรงดันจะได้ถึงค่าพิกัดก็จะมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยในการทดลองแบบมีระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั้นจะทำการทดลองการจ่ายโหลดตลอดไฟเพียง 2 หลอดเท่านั้นเนื่องจากการจ่ายโหลดตลอดไฟ 3 และ 4 หลอดนั้น แรงดันจะตกลงไปมากดังจะเห็นได้จากผลการทดลอง 4.1 ทำให้ระบบป้อนกลับไม่สามารถปรับให้ได้ค่าตามที่พิกัดที่ต้องการ ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียของระบบ และการสูญเสียในหม้อแปลงที่ใช้แปลงแรงดันขึ้นรวมไปถึงการสูญเสียของ LC ด้วย

4.3 การทดลองเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าขาดหายหรือเกิดเหตุขัดข้อง

สมมติฐาน

แรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะจ่ายแทน ทำให้แรงดันที่จ่ายให้กับโหลดมีความต่อเนื่อง แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากแรงดันจากแบตเตอรี่(48 โวลต์)มีค่าต่ำกว่าแรงดันจากไฟการไฟฟ้าเล็กน้อยเนื่องจากการตั้งค่าไว้ (54 โวลต์) และช่วงเวลาของการขาดหายไปขณะที่ไฟจากการไฟฟ้าขาดหายไปจะมีค่าน้อยมากเนื่องจากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องเป็นระบบ ออน-ไลน์

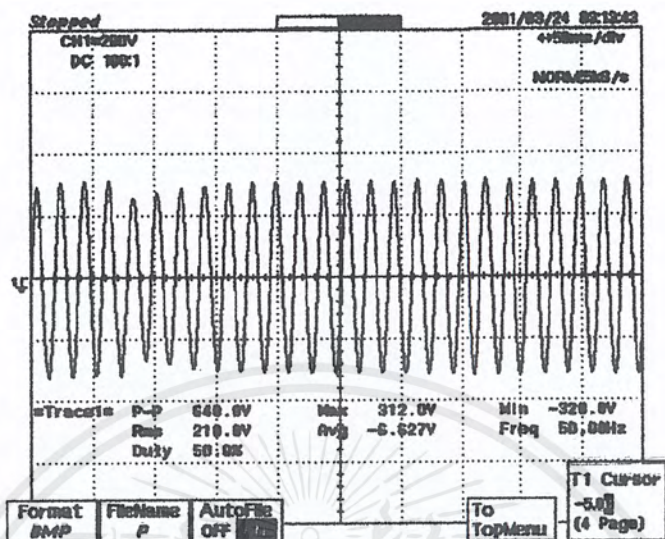
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Storage Scope 1 เครื่อง
2. Probe*100 1 เส้น
3. โหลดหลอดไฟจำนวน 2 หลอด

ขั้นตอนการทดลอง

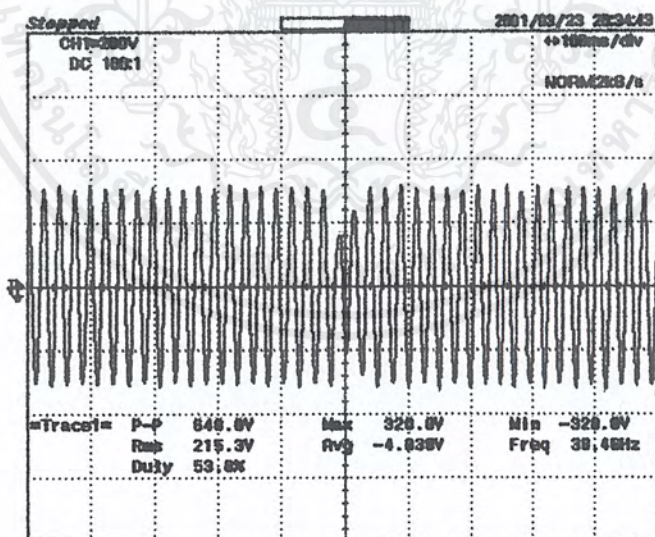
1. ปรับแรงดันไว้ที่ค่าพิกัดที่ต้องการคือ 220 โวลต์
2. ทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอด แล้วตัดไฟจากไฟการไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง แล้วบันทึกผล
3. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 อีกครั้งแต่เปลี่ยนการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอดเป็น 2 หลอด แล้วตัดไฟจากไฟการไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง แล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเมื่อเกิดสภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดหายไปของไฟจากการไฟฟ้าขณะมีการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอด

โดย volt/div= 200 volts



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองเมื่อเกิดสภาวะผิดปกติเนื่องจากการขาดหายไปของไฟจากการไฟฟ้าขณะมีการจ่ายโหลดหลอดไฟ 2 หลอด

โดย volt/div= 200 volts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นว่าช่วงเวลาที่ขาดหายไปของแรงดันที่จ่ายให้แก่โหลดมีค่าน้อยมากตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ โดยการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาในการที่ค่าแรงดันจะกลับมาถึงค่าพิกัดที่ต้องการของการจ่ายโหลดหลอดไฟ 1 หลอดจะมีค่าน้อยกว่าขณะจ่ายโหลดหลอดไฟ 2 หลอดเนื่องจากขณะที่จ่ายโหลดหลอดไฟ 2 หลอดนั้น ค่าแรงดันจะตกมากกว่าและมีการคืนกระแสมากกว่าซึ่งผลจากการขาดหายไปของไฟการไฟฟ้ารวมถึงผลจากการคืนกระแสที่มากกว่าทำให้เกิดผลดังกล่าว

4.4 การทดลองเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจ่ายมาตามปกติ

สมมติฐาน

แรงดันไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากแรงดันจากไฟการไฟฟ้า(54 โวลต์)มีค่าสูงกว่าแรงดันจากไฟจากแบตเตอรี่เล็กน้อย (48 โวลต์) และช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงที่ค่าแรงดันจะกลับไปที่พิกัดจะมีค่าน้อยเนื่องจากความต่างของแรงดันมีค่าน้อย

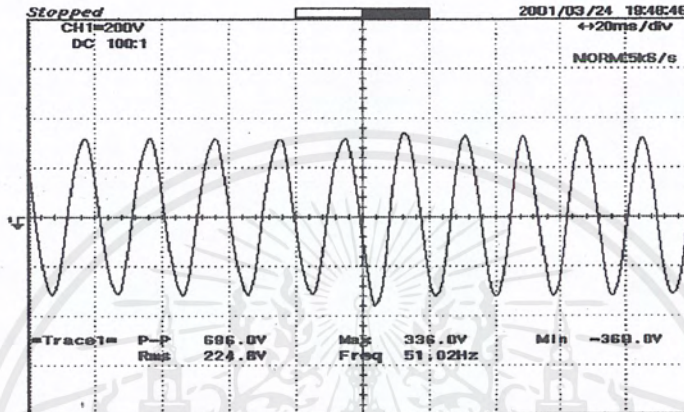
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Storage Scope 1 เครื่อง
2. Probe*100 1 เส้น
3. โหลดหลอดไฟ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการจ่ายโหลดหลอดไฟ จากแบตเตอรี่ โดยไม่มีการจ่ายไฟจากการไฟฟ้า
2. ทำการจ่ายไฟจากการไฟฟ้าให้แก่แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแล้วบันทึกผลที่ได้

ผลการทดลอง

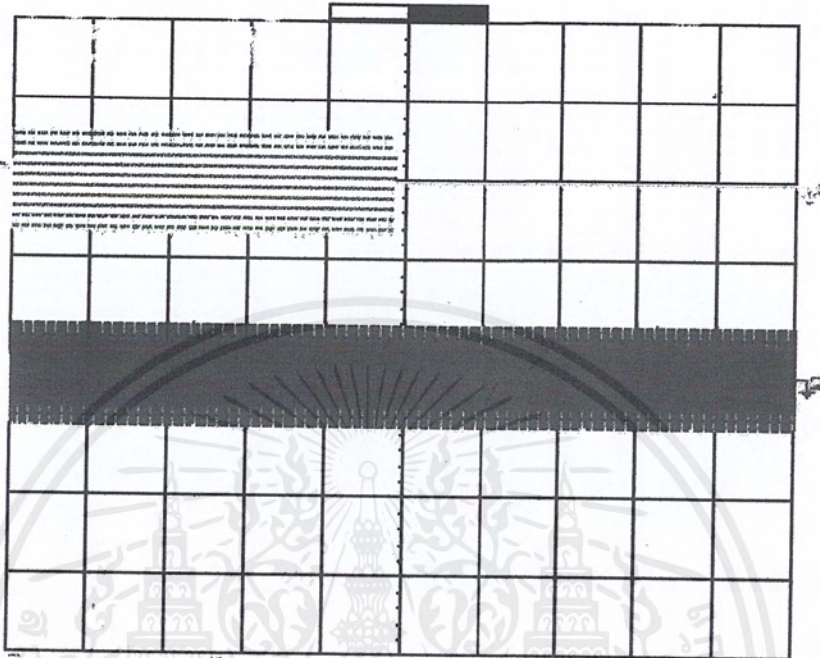


รูปที่ 4.10 รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขณะที่ แบตเตอรี่กำลังจ่ายโหลดแล้วมีแรงดันจากการไฟฟ้าเข้ามาสู่สถานะปกติ

โดย volt/div= 200 volts

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นว่าช่วงเวลาขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะผิดปกติเข้าสู่สภาวะปกตินั้นมีน้อยมากเนื่องมาจากความต่างของระดับแรงดันมีน้อยและผลจากการคั้งกระแสมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสภาวะผิดปกติในกรณีไฟดับ เนื่องจากผลจากการคั้งกระแสจากแบตเตอรี่นั้นมีความกว่า



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบผลเมื่อเกิดความผิดปกติทางสภาวะไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องยังคงรักษาระดับแรงดันได้ออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

จะเห็นได้ว่าแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องนั้น ได้ผลเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยช่วงเวลาที่ขาดหายไปขณะที่มีความผิดปกติจากแหล่งจ่ายไฟจากการไฟฟ้ามีค่าน้อยมากจนแทบจะมองไม่เห็นความเปลี่ยนแปลง ซึ่งจุดเด่นข้อนี้เป็นข้อดีของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออน-ไลน์เนื่องจากไม่มีสวิทช์ในการตัดต่อขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงจากไฟการไฟฟ้าซึ่งจะช่วยให้ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้น โดยส่วนสำคัญของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ทำให้ได้ค่าแรงดันที่กักนี้ คือส่วนของระบบควบคุมป้อนกลับเพื่อคงค่าแรงดันที่ต้องการ แต่ข้อเสียของแหล่งจ่ายไฟแบบออน-ไลน์ก็คือจะมีการสูญเสียพลังงานมากกว่า เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟจะต้องทำงานตลอดเวลา ซึ่งระบบยังต้องมีการปรับปรุงเรื่องการสูญเสียใน อินเวอร์เตอร์ หม้อแปลงแรงดัน รวมไปถึงใน LC นอกจากนี้แล้วผลจากการดึงกระแสจากแบตเตอรี่ก็มีผลต่อแรงดันเช่นกันเนื่องจากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องนี้ได้ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 7 AH ต่ออนุกรมกัน 4 ลูก ซึ่งมีขนาดความจุกระแสต่ำ ทำให้ขณะจ่ายโหลดมีผลต่อแรงดันที่ตกลง เนื่องจากอัตราส่วนของแรงดันหม้อแปลงทางด้านเอาต์พุตสูงถึง 1 ต่อ 11 ซึ่งแนวทางการแก้ไขนั้นควรเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่เพื่อให้ได้แรงดันที่สูงขึ้นทำให้อัตราส่วนหม้อแปลงมีค่าลดลง หรือเพิ่มขนาดความจุกระแสของแบตเตอรี่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

แม้ว่าแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องแบบออน-ไลน์จะมีข้อเด่นในเรื่องช่วงเวลาของการขาดหายไปหรือการเปลี่ยนแปลงอันมีผลมาจากการไฟฟ้าในกรณีต่างๆแต่ยังมีข้อเสียในเรื่องการสูญเสียที่มากกว่า ซึ่งต้องแก้ปัญหาดังกล่าวเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในการสร้างแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องนี้มีปัญหาที่เกิดขึ้นคือการใช้ค่าของการ สวิทช์สูงทำให้มีการรบกวนกันระหว่างวงจร และการออกแบบการพันหม้อแปลง การหาค่า LC Filter ไม่เป็นไปตามทฤษฎีที่คำนวณได้ ซึ่งต้องลองจากวงจรจริงทำให้เสียเวลาและสูญเสียมากกว่าที่ควร

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่สร้างขึ้นมานั้นแยกส่วนการควบคุมให้เป็นอิสระต่อกันเพื่อแยกการทำงานให้เห็นออกเป็นส่วน ซึ่งในการใช้งานจริงนั้นควรจะมีสวิทช์เพียง 1 สวิทช์เท่านั้นและให้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องทำงานเองอัตโนมัติ ซึ่งหากสนใจในการสร้างแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องหรือพัฒนา ก็ควรจะมีการปรับปรุงในส่วนนี้

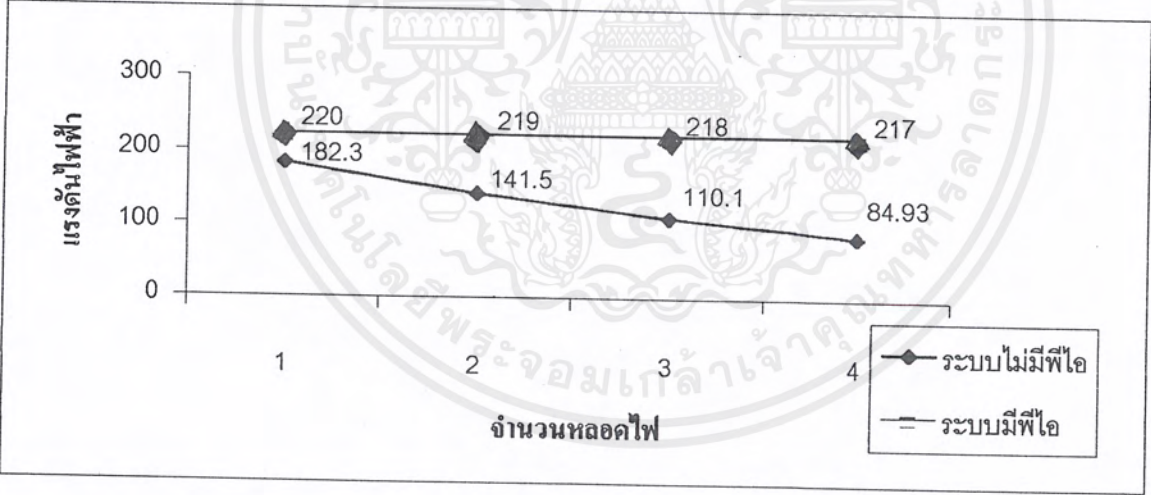
สุดท้ายคือร้านค้าที่แนะนำในการเลือกซื้อของคือ

1. ร้านรัฐพงษ์ ของเฮอะราคาถูกแต่รอของนาน
 2. ร้านโชคชัย ของเฮอะแต่น้อยกว่าร้านที่ 1 ราคาถูก ได้ของเร็ว
 3. ร้านสหพิพัฒน์ เป็นเครือเดียวกับโชคชัยเน้นขาย IC Mosfet IGBT Transistor Diode ของค่อนข้างมีคุณภาพดี
 4. ร้าน ซีกท รับกัลดแผ่นปริ้นท์ แม้ว่าจะรอนาน (5 วัน) แต่งานมีคุณภาพพอสมควร ราคาไม่แพง ไม่ถูกจนเกินไป
 5. ร้าน Electronic Source หากต้องการ Burn Eprom ให้เข้าร้านนี้ได้เลย
- ร้านค้าที่ไม่ควรเข้าหากไม่มีความจำเป็นจริงๆ
1. ร้าน EPS ทุกสาขา เพราะของราคาแพงกว่าร้านอื่นแต่บางครั้งจะมีของที่ร้านอื่นไม่มี
 2. ร้านศิริโกคา ร้านนี้ของราคาแพงมาก (เช่น Mosfet ราคาต่างถึง 3 เท่า จากร้านอื่น)

ข้อแนะนำในการทำ Project คือ ควรจะรีบแต่ ดันๆเพราะบางปัญหาอาจเกิดขึ้นได้โดยที่ไม่ได้คาดคิดเอาไว้ และที่สำคัญคือควรมีทุนหนาพอสมควรหากจะทำ Project ทางด้าน Power Electronic

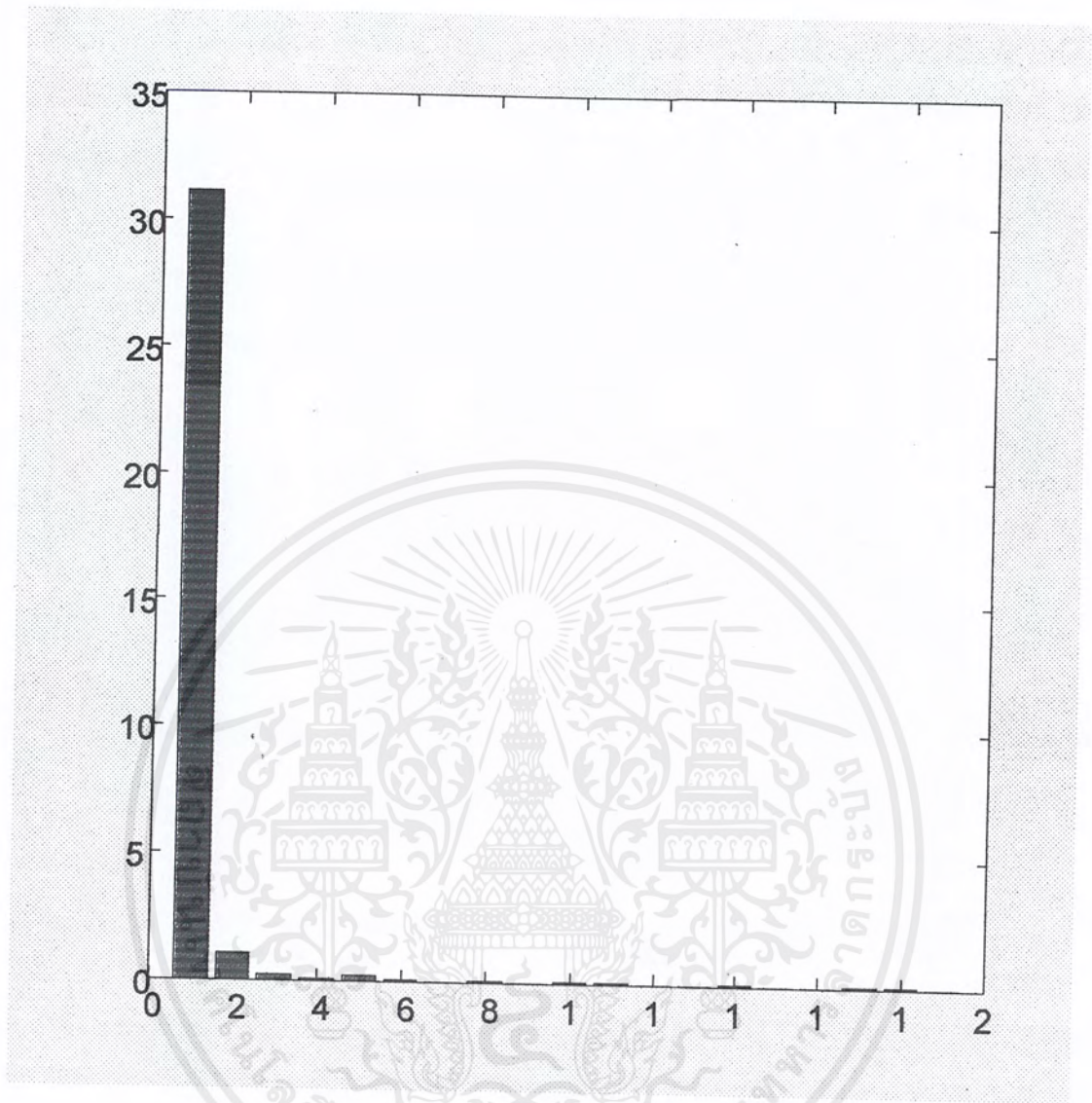
| จำนวนหลอดไฟ (หลอด) | กรณีไม่มีระบบฟิโคโนโทรล | | กรณีระบบมีฟิโคโนโทรล | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | แรงดันเอาต์พุต | ค่าเรกูเรชั่น (%) | แรงดันเอาต์พุต | ค่าเรกูเรชั่น (%) |
| 1 | 183.2 | 17.1 | 220 | 0 |
| 2 | 141.5 | 35.6 | 219 | 0.45 |
| 3 | 110.1 | 49.9 | 218 | 0.9 |
| 4 | 84.93 | 61.7 | 217 | 1.3 |

ตารางค่าเปอร์เซ็นต์โวลต์เดจเรกูเรชั่น



กราฟแสดงแรงดันของระบบเปรียบเทียบกันระหว่างมีฟิโคโนโทรล กับไม่มีฟิโคโนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



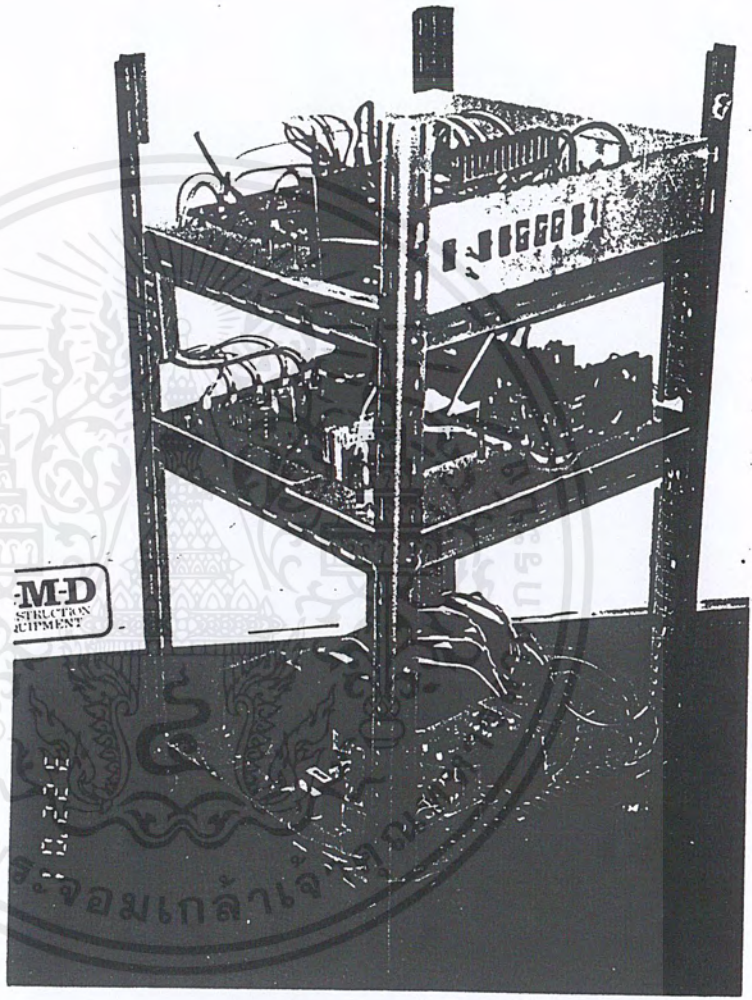
รูปที่ 4.11 แสดงค่า THD ของแรงดันที่เอาต์พุตจากแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง โดยแกน X คือ Harmonic Order และแกน Y คือค่าแรงดัน

จากผลที่ได้ใช้ Program Matlab ในการวิเคราะห์หาค่า % THD ออกมาจะได้เท่ากับ 3.56 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

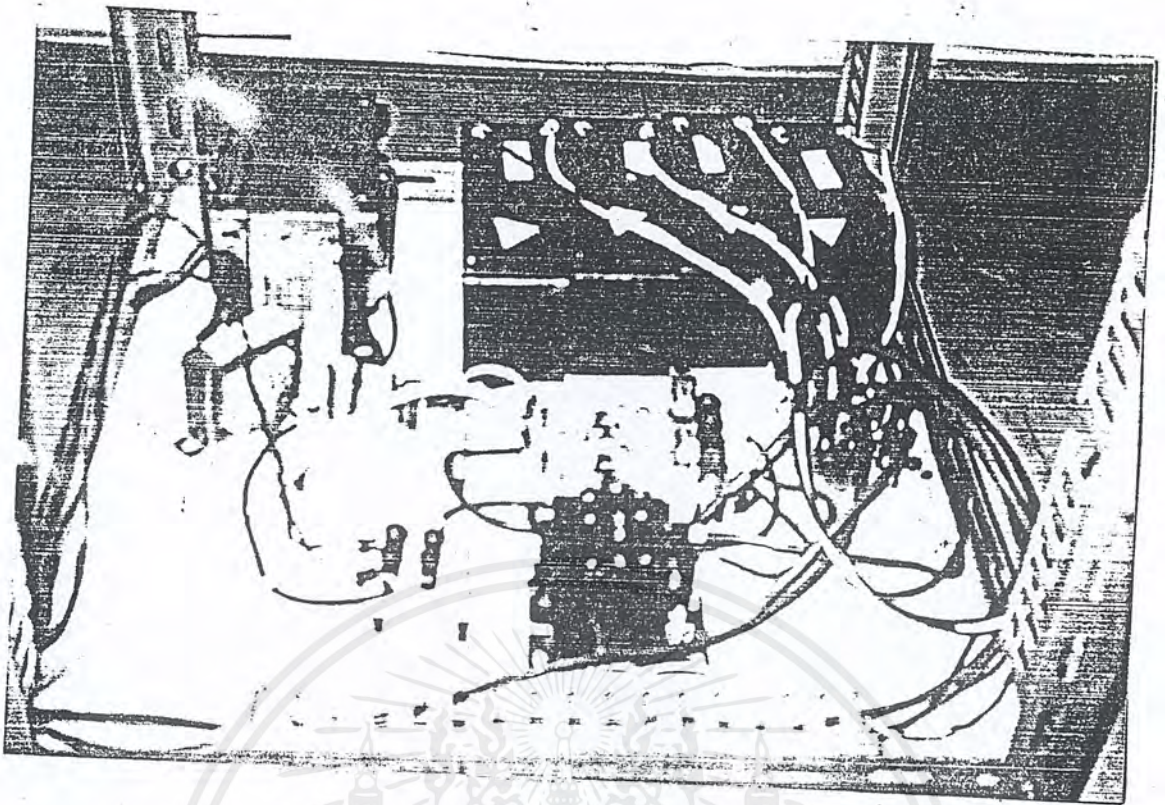


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

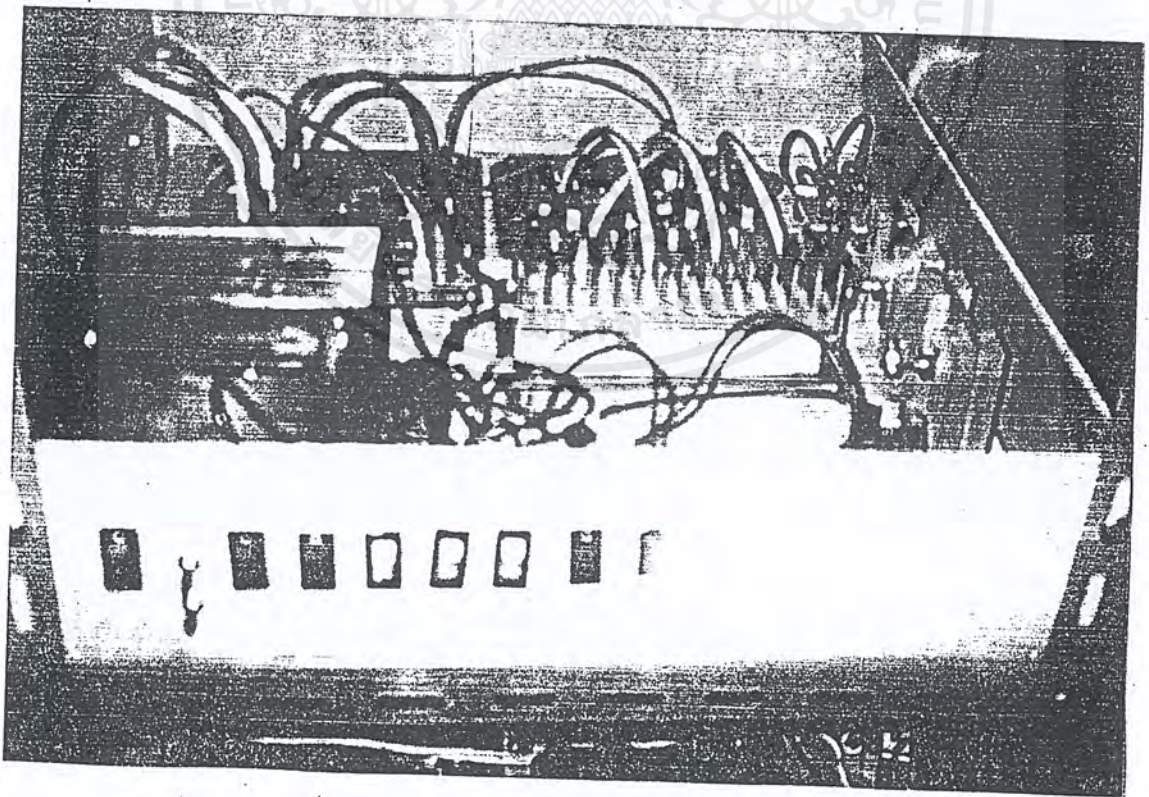


ภาพแสดงโครงสร้างชั้นงานจริงของแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงของแบตเตอรี่และวงจรป้องกันแบตเตอรี่



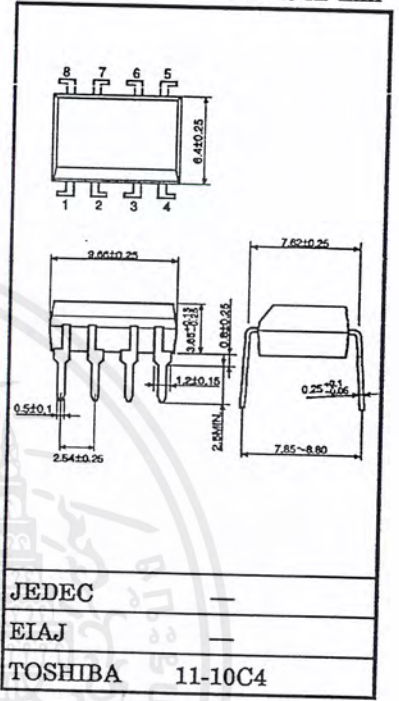
ภาพแสดงส่วนวงจรอินเวอร์เตอร์และหม้อแปลงสเต็ปอัพ ตั้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (TLP550)
 DIGITAL LOGIC ISOLATION
 LINE RECEIVER FEEDBACK CONTROL
 POWER SUPPLY CONTROL
 SWITCHING POWER SUPPLY
 TRANSISTOR INVERTOR

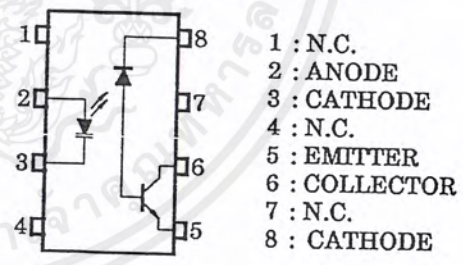
TLP550 constructs a high emitting diode and a one chip photo diode-transistor.
 TLP550 has no base connection, and is suitable for application at noisy environmental condition.
 This unit is 8-lead DIP package.

- Isolation Voltage : 2500Vrms (MIN.)
- Switching Speed : $t_{pHL}, t_{pLH} = 0.5\mu s$ (TYP.) ($R_L = 1.9k\Omega$)
- TTL Compatible
- UL Recognized : File No. E67349

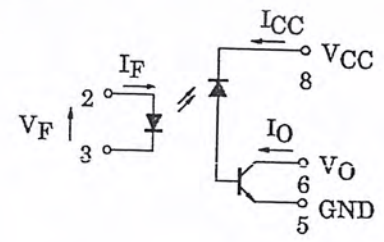
Unit in mm



PIN CONFIGURATION (TOP VIEW)



SCHEMATIC



③ The information contained herein is presented only as a guide for the applications of our products. No responsibility is assumed by TOSHIBA CORPORATION for any infringements of intellectual property or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any intellectual property or other rights of TOSHIBA CORPORATION or others.
 ④ These TOSHIBA products are intended for use in general commercial applications (office equipment, communication equipment, measuring equipment, domestic appliances, etc.). please make sure that you consult with us before you use these TOSHIBA products in equipment which requires extraordinarily high quality and/or reliability, and in equipment which may involve life threatening or critical application, including but not limited to such uses as atomic energy control, airplane or spaceship instrumentation, traffic signals, medical instrumentation, combustion control, all types of safety devices, etc. TOSHIBA cannot accept and hereby disclaims liability for any damage which may occur in case the TOSHIBA products are used in such equipment or applications without prior consultation with TOSHIBA.

TLP550 - 1
 1996 - 4 - 8
TOSHIBA CORPORATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(TLP550)

MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

| CHARACTERISTIC | | SYMBOL | RATING | UNIT |
|--|---|------------------|---------|------------------|
| LED | Forward Current (Note 1) | I _F | 25 | mA |
| | Pulse Forward Current (Note 2) | I _{FP} | 50 | mA |
| | Peak Transient Forward Current (Note 3) | I _{FPT} | 1 | A |
| | Reverse Voltage | V _R | 5 | V |
| | Diode Power Dissipation (Note 4) | P _D | 45 | mW |
| DETECTOR | Output Current | I _O | 8 | mA |
| | Peak Output Current | I _{OP} | 16 | mA |
| | Supply Voltage | V _{CC} | -0.5~15 | V |
| | Output Voltage | V _O | -0.5~15 | V |
| | Output Power Dissipation (Note 5) | P _O | 100 | mW |
| Operating Temperature Range | | T _{opr} | -55~100 | °C |
| Storage Temperature Range | | T _{stg} | -55~125 | °C |
| Lead Solder Temperature (10s) | | T _{sol} | 260 | °C |
| Isolation Voltage (AC, 1min., R.H=40~60%) (Note 6) | | BVS | 2500 | V _{rms} |

- Note 1 : Derate 0.8mA above 70°C.
 Note 2 : 50% duty cycle, 1ms pulse width.
 Derate 1.6mA/°C above 70°C.
 Note 3 : Pulse width 1μs, 300pps.
 Note 4 : Derate 0.9mW/°C above 70°C.
 Note 5 : Derate 2mW/°C above 70°C.

TLP550 - 2
 1996-4-8
TOSHIBA CORPORATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(TLP550)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

| CHARACTERISTIC | | SYMBOL | TEST CONDITION | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT | |
|---|---|---|--|---------------------------------|-------|---------------------------------------|---------------|-----------|
| LED | Forward Voltage | V_F | $I_F = 16\text{mA}$ | 1.45 | 1.65 | 1.85 | V | |
| | Forward Voltage Temperature Coefficient | $\Delta V_F / \Delta T_a$ | $I_F = 16\text{mA}$ | — | -2 | — | mV/°C | |
| | Reverse Current | I_R | $V_R = 5\text{V}$ | — | — | 10 | μA | |
| | Capacitance Between Terminal | C_T | $V_F = 0, f = 1\text{MHz}$ | — | 60 | — | pF | |
| DETECTOR | High Level Output Current | $I_{OH(1)}$ | $I_F = 0\text{mA}, V_{CC} = V_O = 5.5\text{V}$ | — | 3 | 500 | nA | |
| | | $I_{OH(2)}$ | $I_F = 0\text{mA}, V_{CC} = V_O = 15\text{V}$ | — | — | 5 | μA | |
| | | I_{OH} | $I_F = 0\text{mA}, V_{CC} = V_O = 15\text{V}$ $T_a = 70^\circ\text{C}$ | — | — | 50 | μA | |
| High Level Supply Voltage | I_{CCH} | $I_F = 0\text{mA}, V_{CC} = 15\text{V}$ | — | 0.01 | 1 | μA | | |
| COUPLED | Current Transfer Ratio | I_O / I_F | $I_F = 16\text{mA}$ $V_{CC} = 4.5\text{V}$ $V_O = 0.4\text{V}$ | $T_a = 25^\circ\text{C}$ | 10 | 30 | — | % |
| | | | | Rank : 0 | 19 | 30 | — | |
| | | | | $T_a = 0 \sim 70^\circ\text{C}$ | 5 | — | — | |
| | Low Level Output Voltage | V_{OL} | $I_F = 16\text{mA}, V_{CC} = 4.5\text{V},$ $I_O = 1.1\text{mA}$ (Rank 0 : $I_O = 2.4\text{mA}$) | — | — | 0.4 | V | |
| | | | | Isolation Resistance | R_S | R.H. = 40~60%, V = 1kV DC (Note 6) | — | 10^{12} |
| Stray Capacitance Between Input to Output | C_S | $V = 0, f = 1\text{MHz}$ | — | 0.8 | — | pF | | |

SWITCHING CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

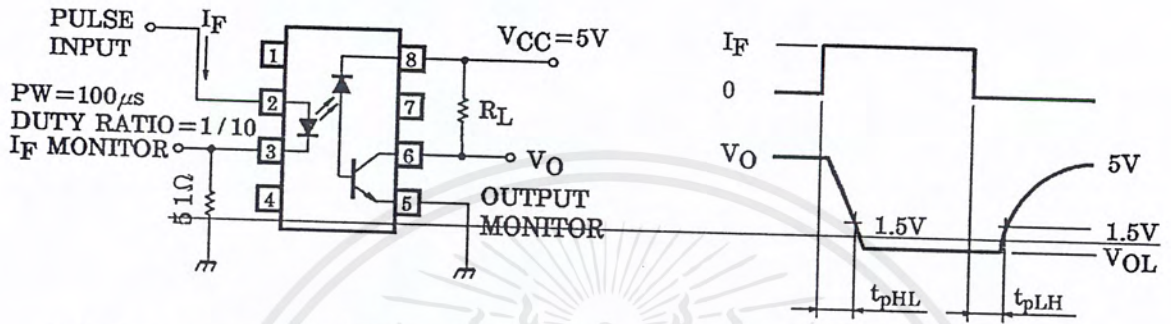
| CHARACTERISTIC | SYMBOL | TEST CONDITION | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
|---|-----------|---|------|-------|------|-------------------|
| Propagation Delay Time (H→L) | t_{pHL} | $I_F = 0 \rightarrow 16\text{mA}, V_{CC} = 5\text{V}, R_L = 4.1\text{k}\Omega$ (Note 7) | — | 0.3 | 0.8 | μs |
| | | Rank 0 : $R_L = 1.9\text{k}\Omega$ | — | 0.5 | 0.8 | |
| Propagation Delay Time (L→H) | t_{pLH} | $I_F = 16 \rightarrow 0\text{mA}, V_{CC} = 5\text{V}, R_L = 4.1\text{k}\Omega$ (Note 7) | — | 1.0 | 2.0 | μs |
| | | Rank 0 : $R_L = 1.9\text{k}\Omega$ | — | 0.6 | 1.2 | |
| Common Mode Transient Immunity at High Output Level | C_{MH} | $I_F = 0\text{mA}, V_{CM} = 200\text{Vp-p}$ $R_L = 4.1\text{k}\Omega$ (Rank 0 : $R_L = 1.9\text{k}\Omega$) (Note 8) | — | 1500 | — | V / μs |
| Common Mode Transient Immunity at Low Output Level | C_{ML} | $I_F = 16\text{mA}, V_{CM} = 200\text{Vp-p}$ $R_L = 4.1\text{k}\Omega$ (Rank 0 : $R_L = 1.9\text{k}\Omega$) (Note 8) | — | -1500 | — | V / μs |

TLP550-3
 1996-4-8
TOSHIBA CORPORATION

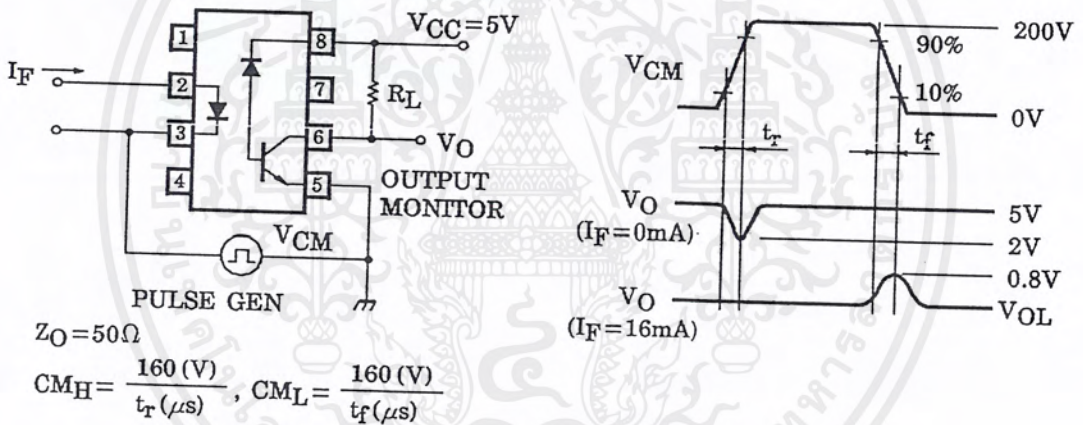
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(TLP550)

- Note 6 : Device considered a two-terminal device : Pins 1, 2, 3 and 4 shorted together and Pin 5, 6, 7 and 8 shorted together.
 Note 7 : Switching time test circuit.



- Note 8 : Common mode transient immunity test circuit.

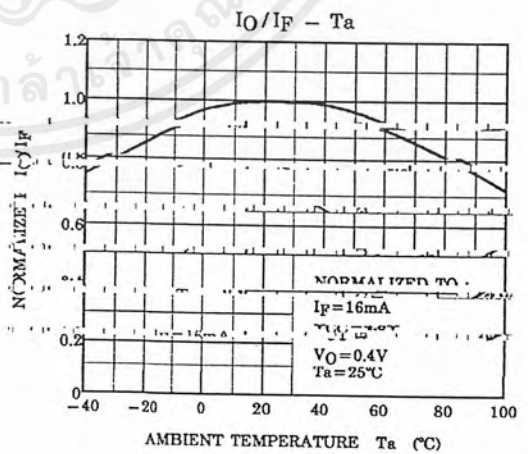
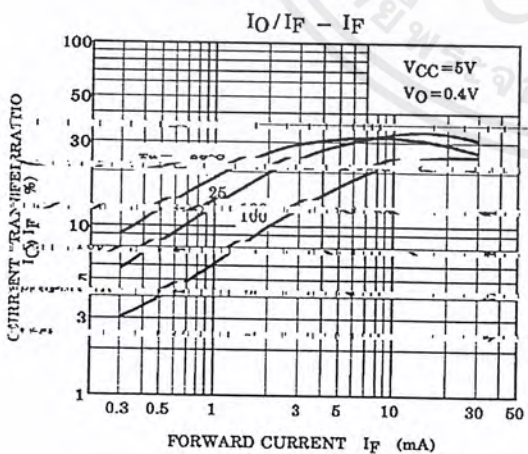
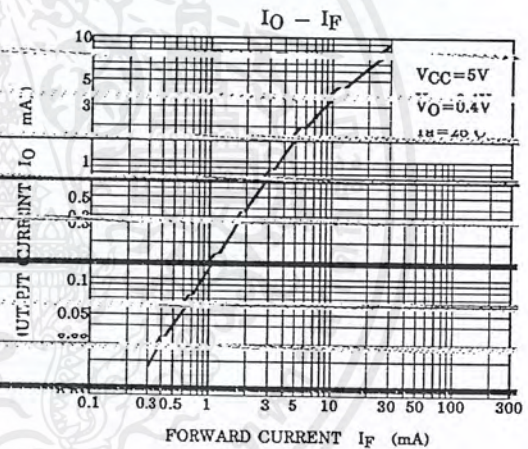
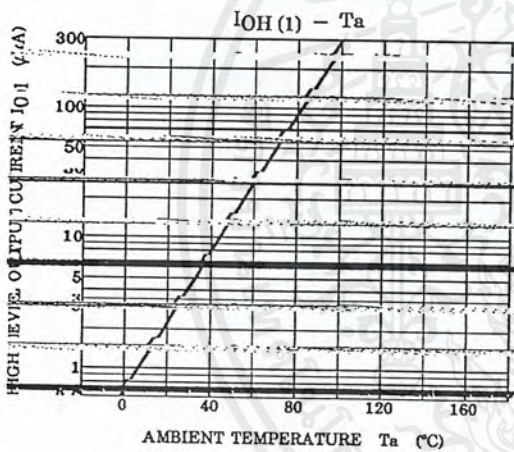
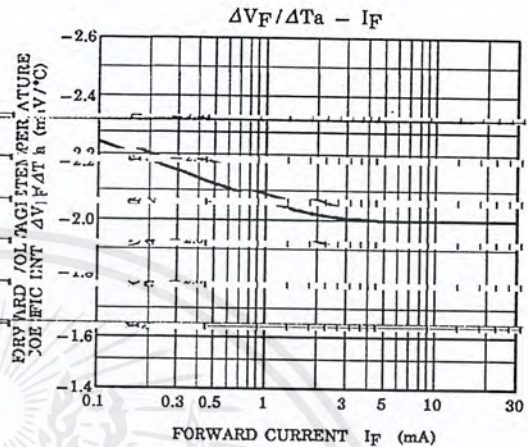
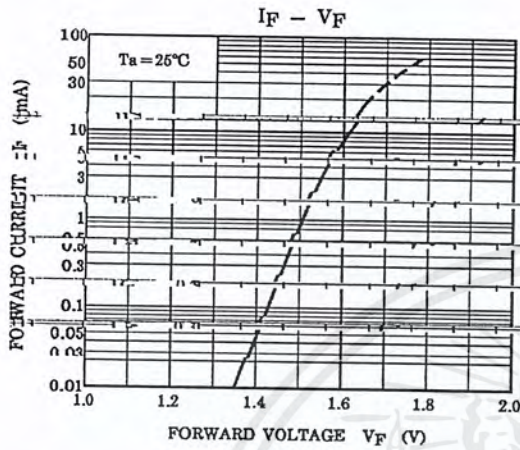


- Note 9 : Maximum electrostatic discharge voltage for any pins : 100V (C=200pF, R=0)

| |
|----------------------------|
| TLP550 - 4 |
| 1996 - 4 - 8 |
| TOSHIBA CORPORATION |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

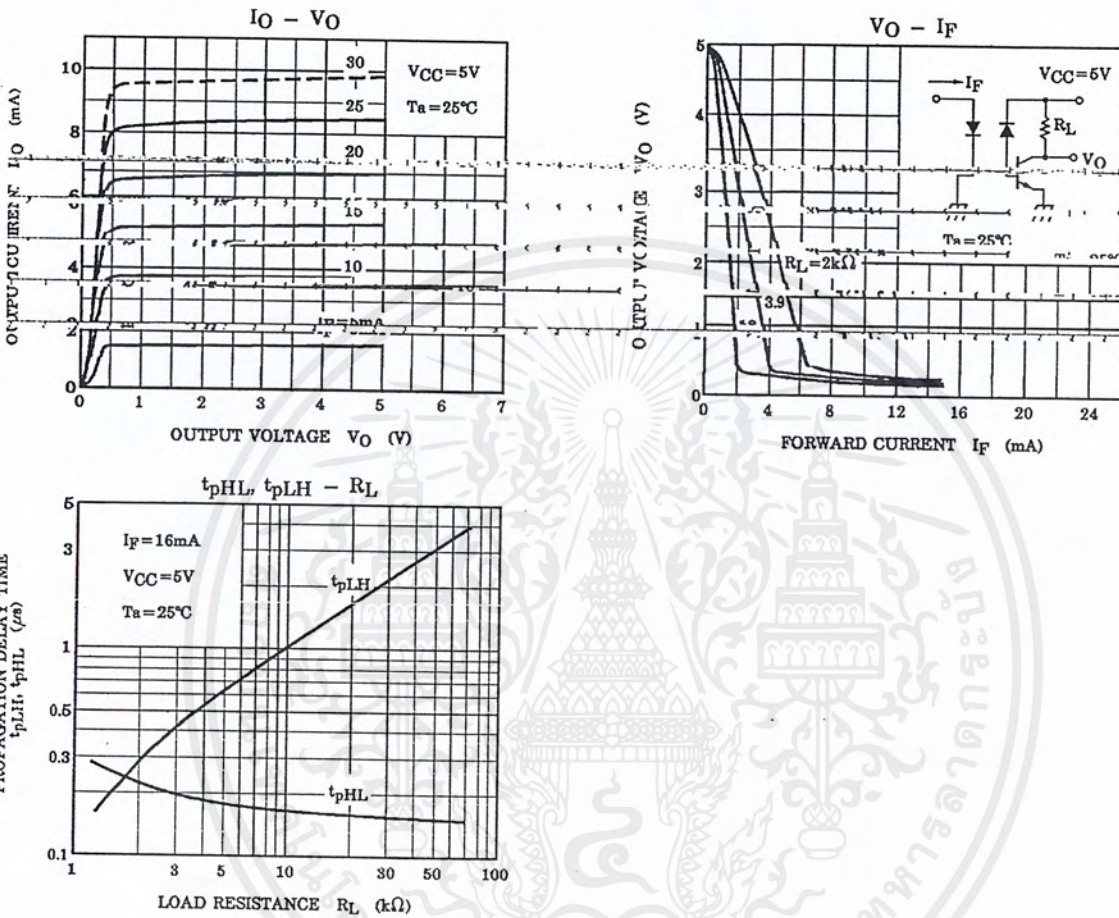
(TLP550)



TTL550-5
1996-4-8
TOSHIBA CORPORATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(TLP550)



TTL550 - 6*
 1996 - 4 - 8
TOSHIBA CORPORATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Current-mode PWM controller

UC3842

DESCRIPTION

The UC3842 is available in an 8-Pin mini-DIP the necessary features to implement off-line, fixed-frequency current-mode control schemes with a minimal external parts count. This technique results in improved line regulation, enhanced load response characteristics, and a simpler, easier to design control loop. Topological advantages include inherent pulse-by-pulse current limiting.

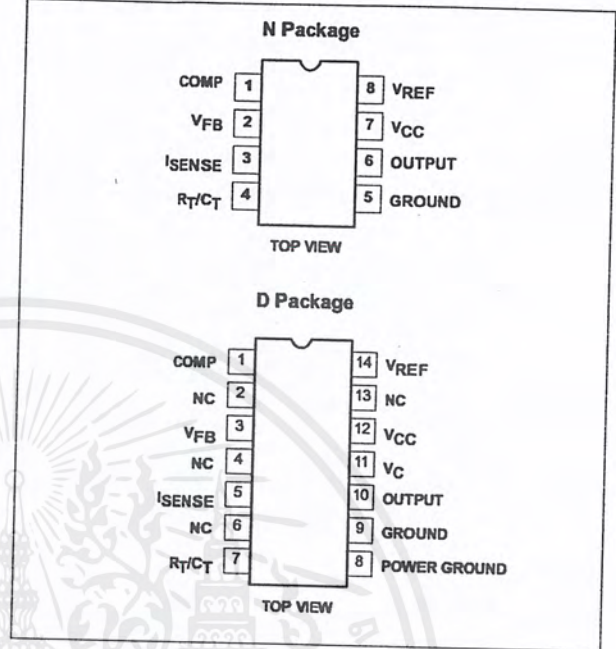
Protection circuitry includes built-in undervoltage lock-out and current limiting. Other features include fully-latched operation, a 1% trimmed bandgap reference, and start-up current less than 1mA.

These devices feature a totem-pole output designed to source and sink high peak current from a capacitive load, such as the gate of a power MOSFET. Consistent with N-channel power devices, the output is low in the OFF-state.

FEATURES

- Low start-up current ($\leq 1\text{mA}$)
- Automatic feed-forward compensation
- Pulse-by-pulse current limiting
- Enhanced load response characteristics
- Undervoltage lock-out with hysteresis
- Double pulse suppression
- High current totem-pole output
- Internally-trimmed bandgap reference
- 400kHz operation, guaranteed min

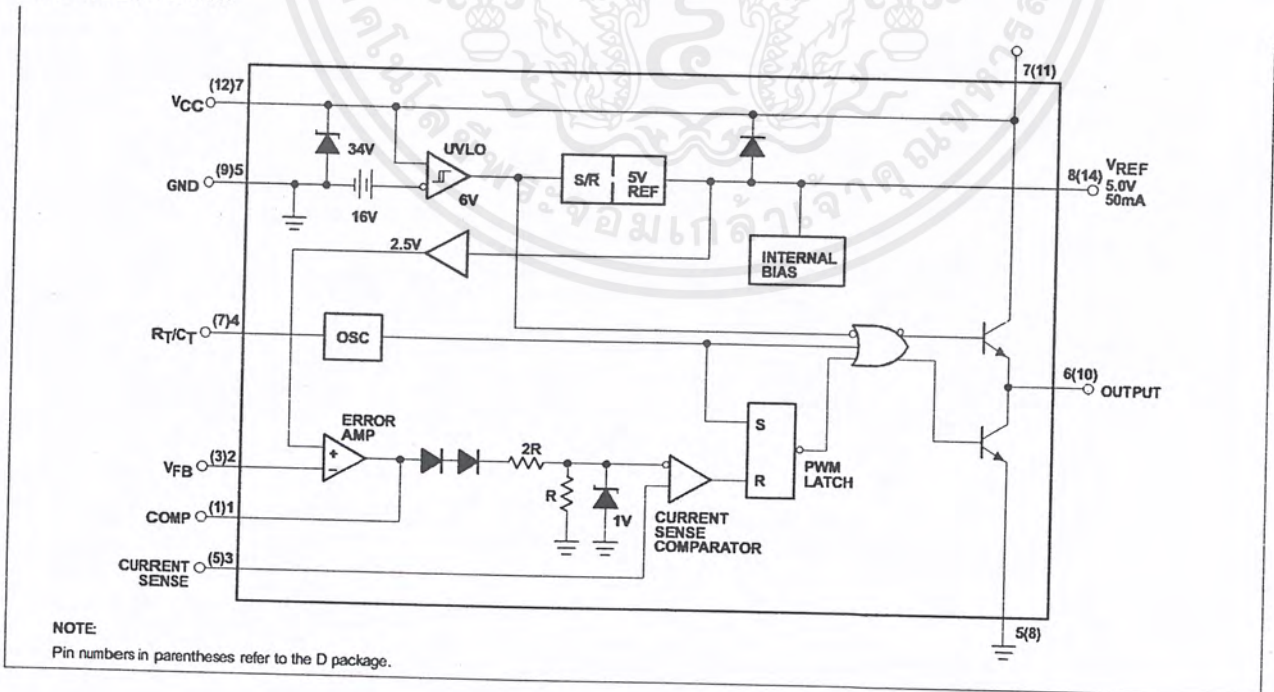
PIN CONFIGURATIONS



APPLICATIONS

- Off-line switched mode power supplies
- DC-to-DC converters UC3842

BLOCK DIAGRAM



Current-mode PWM controller

UC3842

ORDERING INFORMATION

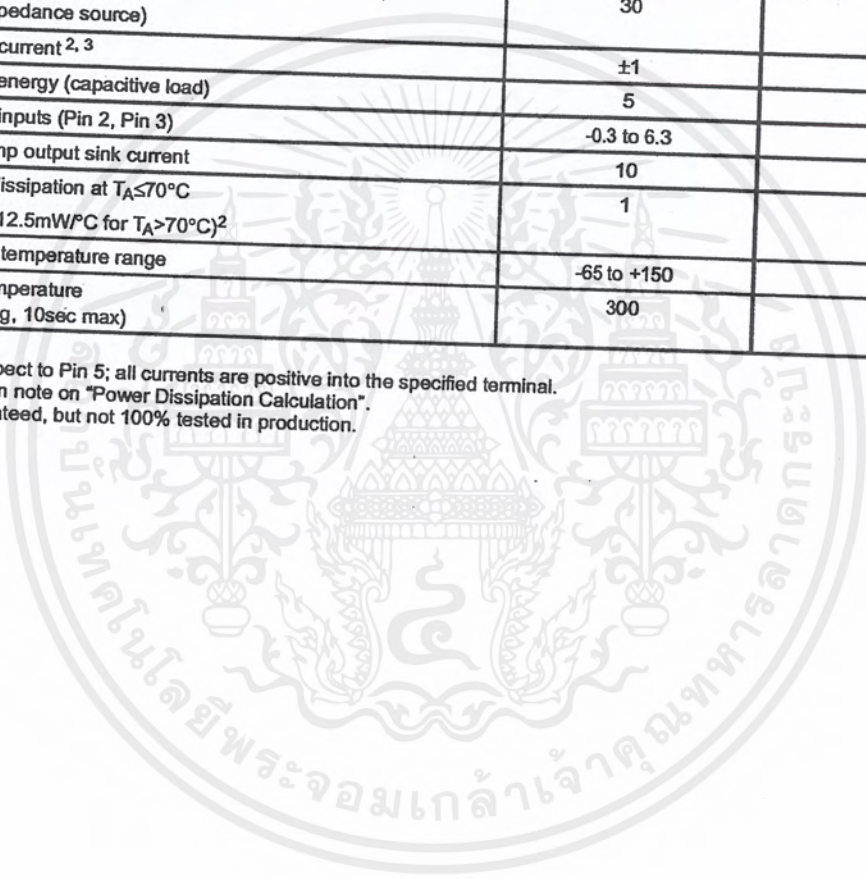
| DESCRIPTION | TEMPERATURE RANGE | ORDER CODE | DWG # |
|---|-------------------|------------|-------|
| 8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP) | 0 to +70°C | UC3842N | 0404B |
| 14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package | 0 to +70°C | UC3842D | 0405B |

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS¹

| SYMBOL | PARAMETER | RATING | UNIT |
|-------------------|--|-------------|---------------|
| V _{CC} | Supply voltage (I _{CC} <30mA) | | Self-Limiting |
| V _{CC} | Supply voltage (low impedance source) | 30 | V |
| I _{OUT} | Output current ^{2, 3} | ±1 | A |
| | Output energy (capacitive load) | 5 | μJ |
| | Analog inputs (Pin 2, Pin 3) | -0.3 to 6.3 | V |
| | Error amp output sink current | 10 | mA |
| P _D | Power dissipation at T _A ≤70°C (derate 12.5mW/°C for T _A >70°C) ² | 1 | W |
| T _{STG} | Storage temperature range | -65 to +150 | °C |
| T _{SOLD} | Lead temperature (soldering, 10sec max) | 300 | °C |

NOTES:

- All voltages are with respect to Pin 5; all currents are positive into the specified terminal.
- See section in application note on "Power Dissipation Calculation".
- This parameter is guaranteed, but not 100% tested in production.



Current-mode PWM controller

UC3842

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $0 \leq T_J \leq 70^\circ\text{C}$ for UC3842; $V_{CC}=15\text{V}$; $R_T=10\text{k}\Omega$; $C_T=3.3\text{nF}$, unless otherwise specified.

| SYMBOL | PARAMETER | TEST CONDITIONS | UC3842 | | | UNIT |
|------------------------------|---|---|--------|------|------|---------------|
| | | | Min | Typ | Max | |
| Reference section | | | | | | |
| V_{OUT} | Output voltage | $T_J=25^\circ\text{C}$, $I_O=1\text{mA}$ | 4.90 | 5.00 | 5.10 | V |
| | Line regulation | $12 \leq V_{IN} \leq 25\text{V}$ | | 6 | 20 | mV |
| | Load regulation | $1 \leq I_O \leq 20\text{mA}$ | | 6 | 25 | mV |
| | Temp. stability ¹ | | | 0.2 | 0.4 | mV/°C |
| | Total output variation ¹ | Line, load, temp. | 4.82 | | 5.18 | V |
| V_{NOISE} | Output noise voltage ¹ | $10\text{Hz} \leq f \leq 10\text{kHz}$, $T_J=25^\circ\text{C}$ | | 50 | | μV |
| | Long-term stability ¹ | $T_J=125^\circ\text{C}$, 1000 Hrs. | | 5 | 25 | mV |
| | Output short-circuit | $T_J=25$ | -30 | -100 | -130 | mA |
| | Output short-circuit | $-55 < T_J \leq 0^\circ\text{C}$ | -30 | -100 | -180 | mA |
| Oscillator section | | | | | | |
| | Initial accuracy | $T_J=25^\circ\text{C}$ | 47 | 52 | 57 | kHz |
| | Voltage stability | $12 \leq V_{CC} \leq 25\text{V}$ | | 0.2 | 1 | % |
| | Temp. stability ¹ | $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$ | | 5 | | % |
| | Amplitude | $V_{PIN 4}$ peak-to-peak | | 1.7 | | V |
| Error amp section | | | | | | |
| | Input voltage | V Pin 1=2.5V | 2.42 | 2.50 | 2.58 | V |
| I_{BIAS} | Input bias current | | | -0.3 | -2 | μA |
| A_{VOL} | | $2 \leq V_O \leq 4\text{V}$ | 65 | 90 | | dB |
| | Unity gain bandwidth ¹ | $T_J=25^\circ\text{C}$ | 0.7 | 1 | | MHz |
| | Unity gain bandwidth | $T_{MIN} < T_J < T_{MAX}$ | 0.5 | | | MHz |
| PSRR | Power supply rejection ratio | $12 \leq V_{CC} \leq 25\text{V}$ | 60 | 70 | | dB |
| I_{SINK} | Output sink current | $V_{PIN 2}=2.7\text{V}$, $V_{PIN 1}=1.1\text{V}$ | 2 | 6 | | mA |
| I_{SOURCE} | Output source current | $V_{PIN 2}=2.3\text{V}$, $V_{PIN 1}=5\text{V}$ | -0.5 | -0.8 | | mA |
| | V_{OUT} High | $V_{PIN 2}=2.3\text{V}$, $R_L=15\text{k}$ to ground | 5 | 6 | | V |
| | V_{OUT} Low | $V_{PIN 2}=2.7\text{V}$, $R_L=15\text{k}$ to Pin 8 | | 0.7 | 1.1 | V |
| Current sense section | | | | | | |
| | Gain ^{2, 3} | | 2.85 | 3 | 3.15 | V/V |
| | Maximum input signal ² | $V_{PIN 1}=5\text{V}$ | 0.9 | 1 | 1.1 | V |
| PSRR | Power supply rejection ratio ² | $12 \leq V_{CC} \leq 25\text{V}$ | | 70 | | dB |
| I_{BIAS} | Input bias current | | | -2 | -10 | μA |
| | Delay to output ¹ | | | 150 | 300 | ns |

Current-mode PWM controller

UC3842

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

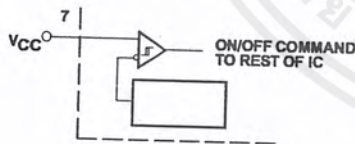
0 ≤ T_J ≤ 70°C for UC3842; V_{CC} = 15V; R_T = 10kΩ; C_T = 3.3nF, unless otherwise specified

| SYMBOL | PARAMETER | TEST CONDITIONS | UC3842 | | | UNIT |
|--|--|--|--------|------|------|------|
| | | | Min | Typ | Max | |
| Output section | | | | | | |
| V _{OL} | Output Low-Level | I _{SINK} = 20mA | | 0.1 | 0.4 | V |
| | | I _{SINK} = 200mA | | 1.5 | 2.2 | |
| V _{OH} | Output High-Level | I _{SOURCE} = 20mA | 13 | 13.5 | | V |
| | | I _{SOURCE} = 200mA | 12 | 13.5 | | |
| t _R | Rise time | C _L = 1nF | | 50 | 150 | ns |
| t _F | Fall time | C _L = 1nF | | 50 | 150 | ns |
| Undervoltage lockout section | | | | | | |
| | Start threshold | | 14.5 | 16 | 17.5 | V |
| | Min. operating voltage after turn on | | 8.5 | 10 | 11.5 | V |
| PWM section | | | | | | |
| | Maximum duty cycle | | 93 | 97 | 100 | % |
| | Minimum duty cycle | | | | 0 | |
| Total standby current | | | | | | |
| | Start-up current | | | 0.5 | 1 | mA |
| I _{CC} | Operating supply current | V _{PIN 2} = V _{PIN 3} = 0V | | 11 | 17 | mA |
| | V _{CC} zener voltage | I _{CC} = 25mA | | 34 | | V |
| Maximum operating frequency section | | | | | | |
| | Maximum operating frequency for all functions operating cycle-by-cycle | | 400 | | | kHz |

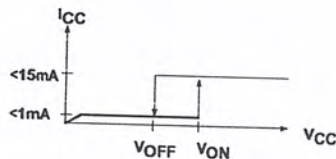
NOTES:

1. These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.
2. Parameter measured at trip point of latch with V_{PIN 2} = 0.
3. Gain defined as: $A = \frac{\Delta V_{PIN 1}}{\Delta V_{PIN 3}}$; 0 ≤ V_{PIN 3} ≤ 0.8V

UNDERVOLTAGE LOCKOUT

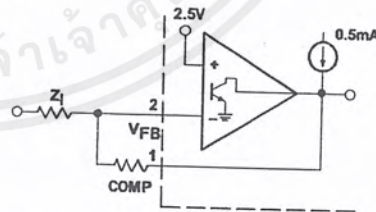


| | UC3842 |
|------------------|--------|
| V _{ON} | 16V |
| V _{OFF} | 10V |



NOTE:
During Undervoltage Lock-Out, the output driver is biased to a high impedance state. Pin 6 should be shunted to ground with a bleeder resistor to prevent activating the power switch with output leakage current.

ERROR AMP CONFIGURATION

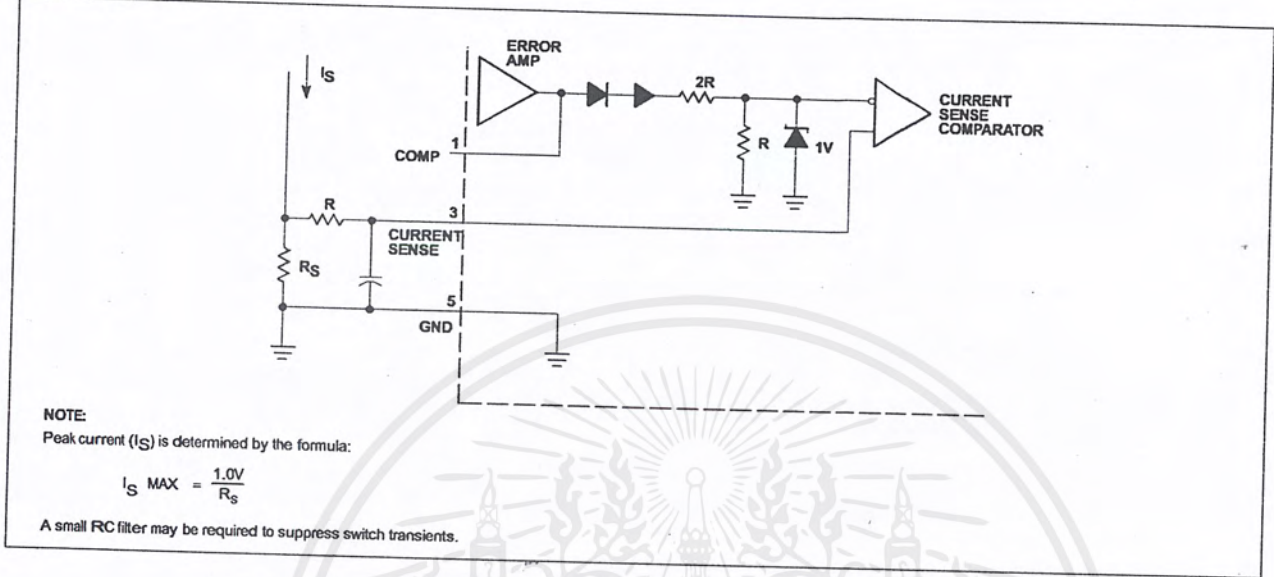


NOTE:
Error AMP can source or sink up to 0.5mA.

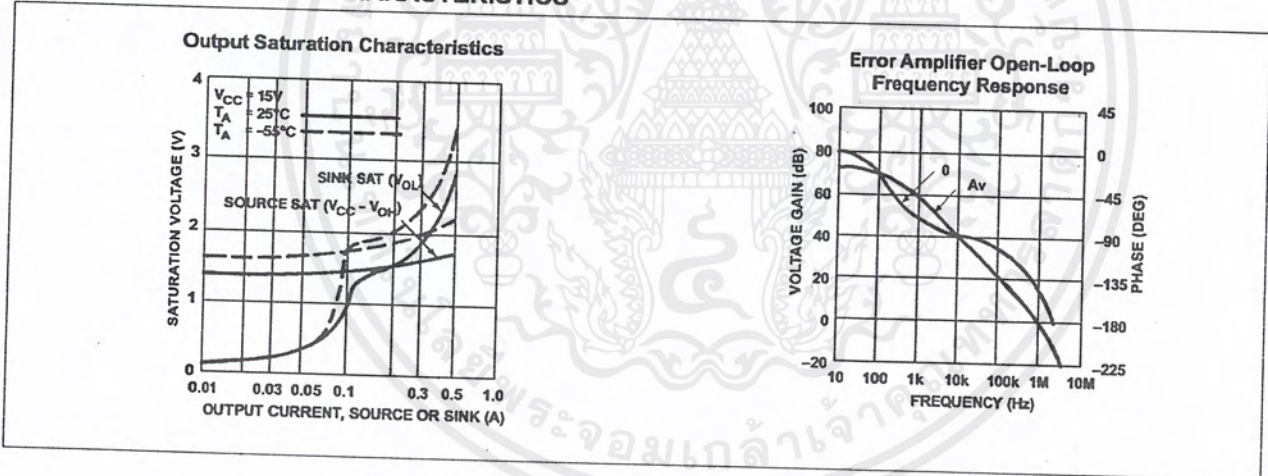
Current-mode PWM controller

UC3842

CURRENT SENSE CIRCUIT



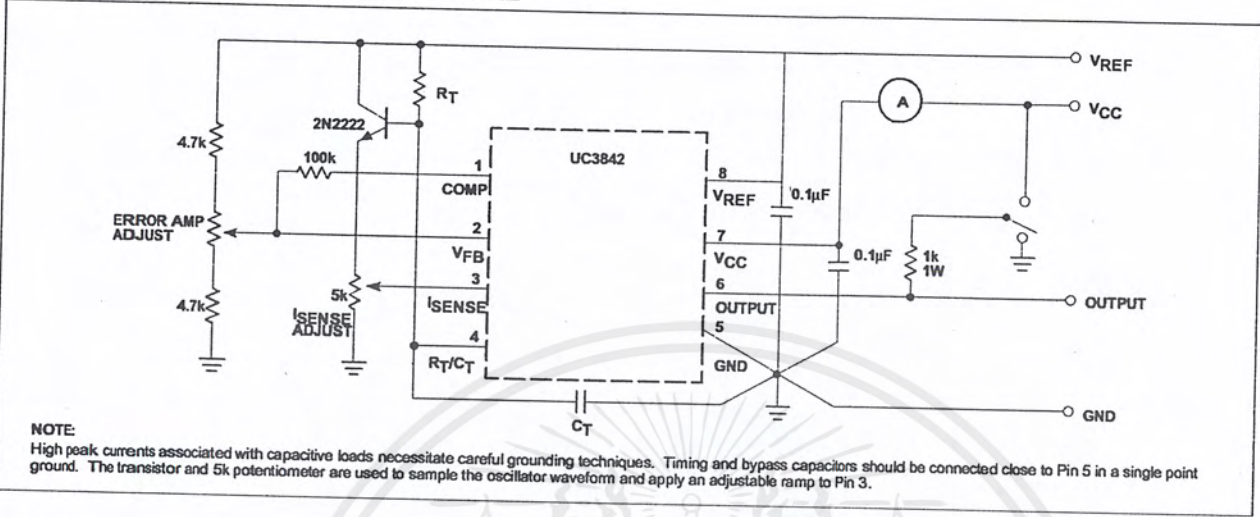
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



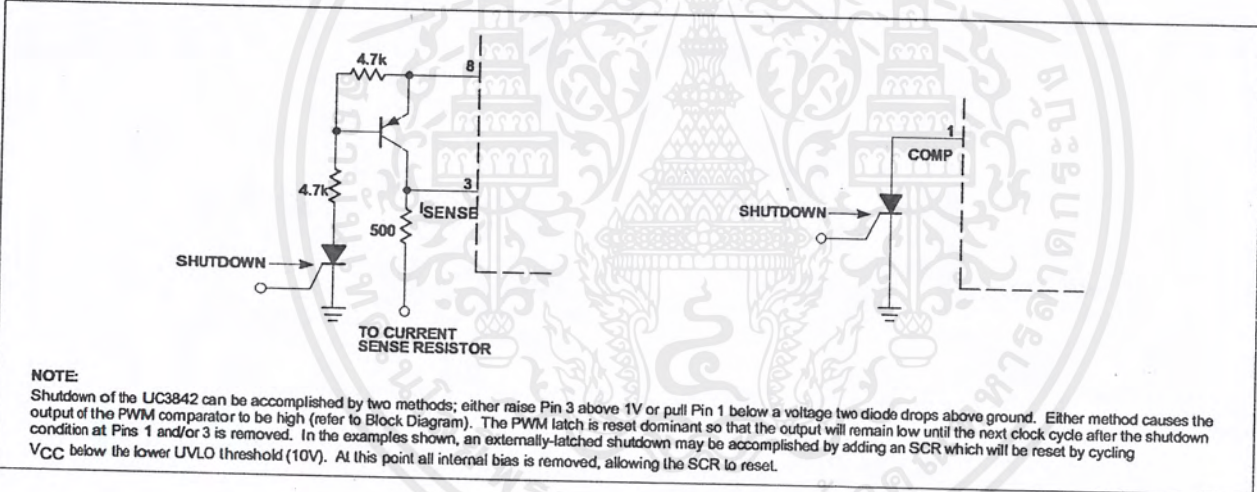
Current-mode PWM controller

UC3842

OPEN-LOOP LABORATORY TEST FIXTURE



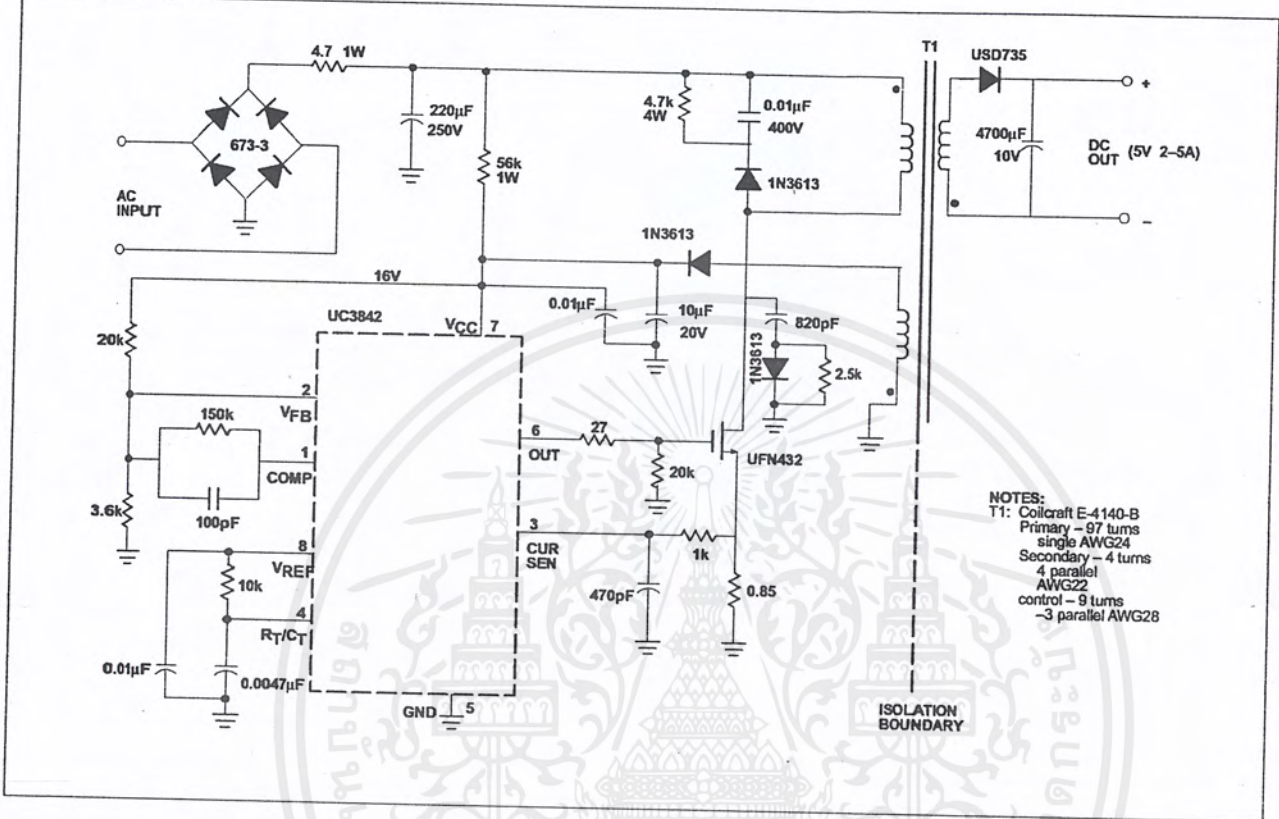
SHUTDOWN TECHNIQUES



Current-mode PWM controller

UC3842

OFF-LINE FLYBACK REGULATOR



NOTES:
 T1: Coilcraft E-4140-B
 Primary - 97 turns
 single AWG24
 Secondary - 4 turns
 4 parallel
 AWG22
 control - 9 turns
 -3 parallel AWG28

SPECIFICATIONS

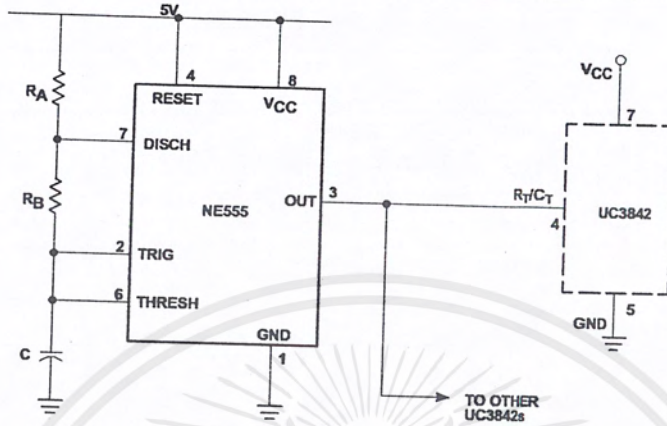
| | |
|---------------------------------------|---|
| Input line voltage: | 90V _{AC} to 130V _{AC} |
| Input frequency: | 50 or 60Hz |
| Switching frequency: | 40kHz±10% |
| Output power: | 25W maximum |
| Output voltage: | 5V±5% |
| Output current: | 2 to 5A |
| Line regulation: | 0.01%/V |
| Load regulation: | 8%/A* |
| Efficiency @ 25 W, | |
| V _{IN} =90V _{AC} : | 70% |
| V _{IN} =130V _{AC} : | 65% |
| Output short-circuit current: | 2.5A average |

NOTE:
 This circuit uses a low-cost feedback scheme in which the DC voltage developed from the primary-side control winding is sensed by the UC3842 error amplifier. Load regulation is therefore dependent on the coupling between secondary and control windings, and on transformer leakage inductance. For applications requiring better load regulation, a UC1901 Isolated Feedback Generator can be used to directly sense the output voltage.

Current-mode PWM controller

UC3842

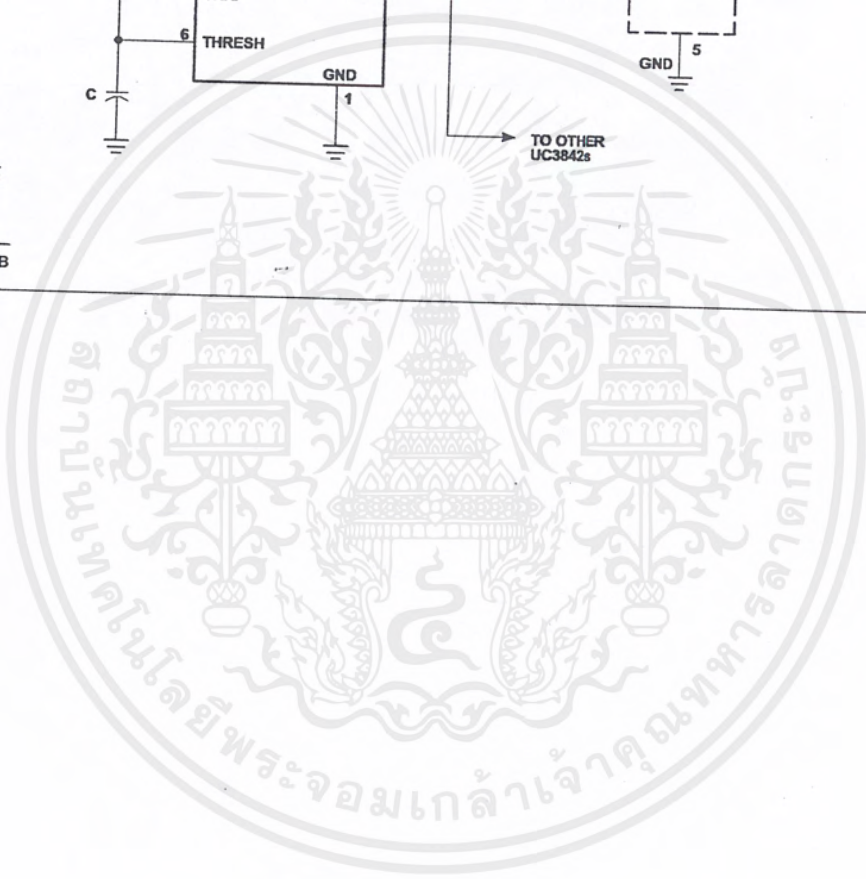
SYNCHRONIZATION AND MAXIMUM DUTY CYCLE CLAMP



NOTES:

$$f = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

$$D_{MAX} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$



ภาคผนวก

ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ EPROM เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณไชน์อ้างอิง 1 เฟส

EPROM

| Address | Data |
|---------|---|
| 0000 | 80 83 86 89 8C 8F 92 96 99 9C 9F A2 A5 A8 AB AE B1 |
| 0011 | B3 B6 B9 BC BF C1 C4 C7 C9 CC CE D1 D3 D5 D8 DA DC |
| 0022 | DE E0 E2 E4 E6 E8 EA EC ED EF F0 F2 F3 F5 F6 F7 F8 |
| 0033 | F9 FA FB FC FC FD FE FE FF FF FF FF FF FF FF FF |
| 0044 | FF FF FE FE FD FC FC FB FA F9 F8 F7 F6 F5 F3 F2 F0 |
| 0055 | EF ED EC EA E8 E6 E4 E2 E0 DE DC DA D8 D5 D3 D1 CE |
| 0066 | CC C9 C7 C4 C1 BF BC B9 B6 B3 B1 AE AB A8 A5 A2 9F |
| 0077 | 9C 99 96 92 8F 8C 89 86 83 80 7C 79 76 73 70 6D 64 |
| 0088 | 67 63 60 5D 5A 57 54 51 4F 4C 49 46 43 40 3E 3B 38 |
| 0099 | 36 33 31 2E 2C 2A 27 25 23 21 1F 1D 1B 19 17 15 |
| 00AA | 12 10 0F 0D 0C 0A 09 08 07 06 05 04 03 03 02 01 01 |
| 00BB | 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 02 03 03 04 |
| 00CC | 05 06 07 08 09 0A 0C 0D 0F 10 12 13 15 17 19 1B 1B |
| 00DD | 1F 21 23 25 27 2A 2C 2E 31 33 36 38 3B 3E 40 43 46 |
| 00EE | 49 4C 4F 51 54 57 5A 5D 60 63 67 6B 6D 70 73 76 79 |
| 00FF | 7C |

13

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์หลายๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษา คร. วิจิตร กิณเรศ และอาจารย์ สุรินทร์ คำฝอย ที่ให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการนี้เป็นอย่างมาก และ ต้องขอขอบคุณ รุ่งที่ปริญญาโท ที่ให้ความช่วยเหลือ ช่วยให้คำปรึกษา และคอยดูแลเป็นอย่างดี ดังนี้

1. นาย กำพล สิริจันทร์พงศ์
2. นาย ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล
3. นาย เฉลิมชาติ มานพ

และยังมีรุ่นพี่ที่ไม่ได้กล่าวถึงอีกหลายท่าน และยังคงขอขอบคุณทางภาควิชาที่ให้ความสนับสนุนทางการสมัครเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ ห้อง 4 B และรุ่นพี่ห้อง 3 W ที่ให้ความสนับสนุนในด้านต่างๆเป็นอย่างดี ขอขอบคุณมากๆครับ

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยขงค์ แก้วมงคล , “ อิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ”
- [2] อุดมศักดิ์ ชัยยืน , “ เพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ”
- [3] สุวัฒน์ ตัน , “ เทคนิคและการออกแบบสวิตซ์ซิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย , บริษัท แอลไทย จำกัด , กรุงเทพฯ , 2537
- [4] Katsuhiko Ogata , “ Modern control Engineering ” , vol 2 Prentice –Hall International , Inc. 1990
- [5] Ned Mohan , Tore M. Undeland , william P . Robbins , “ Power Electronics Converters Applications and Design ” , John Willy & Sons , 667 P , 1989.

