



ปีการศึกษา 2530

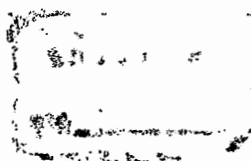
แหล่งง่าบาทหอเปล่ง



นายอภิชัย	กตธีบุตร	27-1273
นายอุทม	จงศักดิ์สวัสดิ์	27-1292
นายเอกวิทย์	พิชัยนาโรจน์	27-1299

อาจารย์ในวิทยา

ศ.ศ. ประภาพร ไกรสุวรรณา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทพนธ์ปีการศึกษา 2530

เรื่อง แห่ส่งจ่ายไฟค่อเนื่อง

ผู้จัดทำ

- 
1. นายอภิชัย ฤทธิบุตร 27-1273
 2. นายอุดม จงศักดิ์สวัสดิ์ 27-1292
 3. นายโรภาส ศิษย์คณาจารย์ 27-1299

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผ.ศ. ประภาษ ไพรสุวรรณ)

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

นายอภิชัย	ภทธีบุตร
นายอุดม	จงศักดิ์สวัสดิ์
นายโรภาส	ศิษย์วัฒนาจรจณี

ผ.ศ. ประภาส ไพรสุวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

U.P.S. (Uninterruptible power supplies) หรือแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง เป็นอุปกรณ์ป้องกันการรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power line disturbances protection equipment) ที่มีขีดความสามารถและประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการรบกวนในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power line disturbances) ได้ดีที่สุด

งานการหาประสิทธิภาพในหม้อแปลงที่มี วั้กำลัง P.W.M. inverter (Pulse - width Modulation Inverter) ในการแปลงกระแสไฟตรงเป็นกระแสไฟสลับ ซึ่งโดยปกติแล้ว อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ชนิดนี้จะให้ค่าความถี่ฮาร์โมนิกที่สูงกว่าความถี่พื้นฐาน (Fundamental) มากจึงสามารถเพิ่มอุปกรณ์กรองความถี่ที่มีขนาดเล็กในการกรองเอาความถี่ฮาร์โมนิกออก ทาาให้ P.W.M. Inverter มีประสิทธิภาพสูงกว่า อินเวอร์เตอร์ชนิดอื่น

การออกแบบในบริษัทยาในหม้อแปลงมีนี้ จะออกแบบให้ u.p.s. มีขนาด 3500 VA ความถี่ 50 Hz DC supply 48 volts และวัตต์แรงดันขาออก 100 volts. และมีส่วนป้อนกลับ (close loop)

Uninterruptible Power Supply

Mr. Apichai Riddiboot
 Mr. Udom Jongsakswat
 Mr. Opas Tiyawattanaroj

ASSOC Prof. Prapas Prisuwana
 (adviser)

Abstract

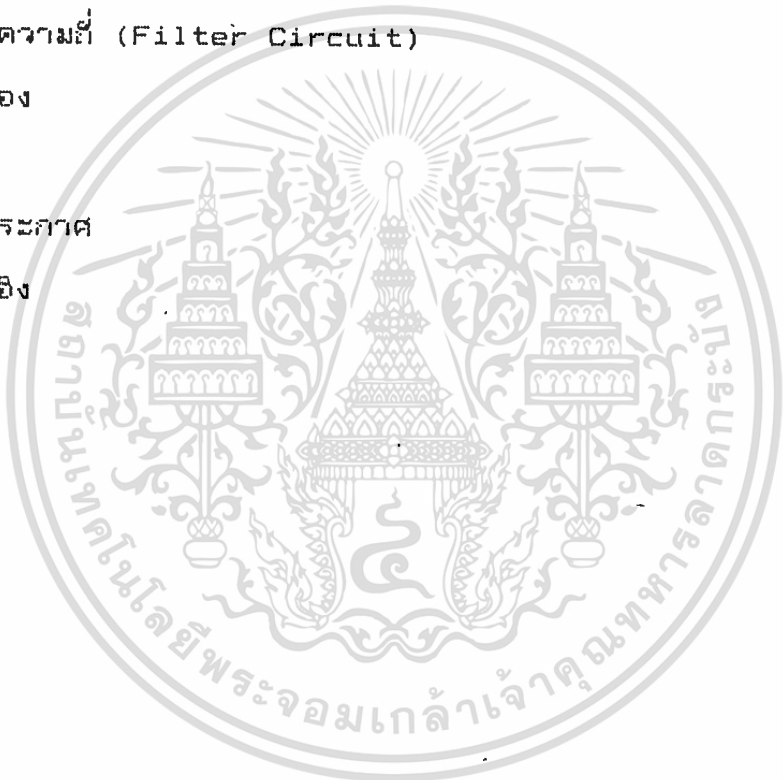
UPS. (Uninterruptible Power Supply) is power line disturbances protection equipment with hi-efficiency that is used to solve the problems of power line disturbances.

In the project, PULSE-WIDTH MODULATION INVERTER is used to change DC-current to AC-current. This kind of inverter usually gives harmonic frequency higher than fundamental frequency, so that smaller size of filter circuit is used to reduce harmonic frequency. So PWM inverter has higher efficiency than other types of inverter.

In the project, UPS. is designed to have the power rate 3.5KVA, frequency rate 50 Hz with 48 V Dc supply and 100 V output.

สารบัญ

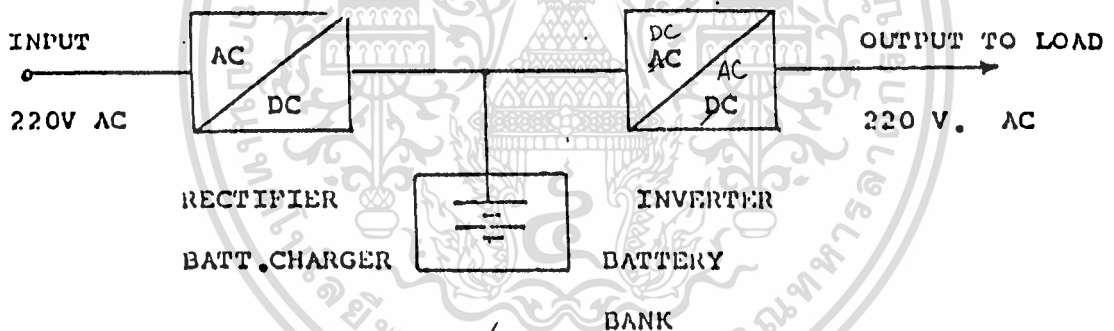
ชื่อเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทนำ	4
วงจรดีดไฟ (Rectifier)	12
แบตเตอรี่ (Battery)	20
อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	24
วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit)	45
ผลการทดลอง	48
บทสรุป	50
กิตติกรรมประกาศ	52
หนังสืออ้างอิง	53
ภาคผนวก	54



แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง

(Uninterrupted Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง (Uninterrupted Power Supply) UPS เป็นอุปกรณ์ที่หาหน้าที่ย้ำพลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอให้กับโหลดสำคัญ หรือที่เรียกว่า โหลดวิกฤต (Critical Load) ตัวอย่างเช่น ระบบคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ในห้องผ่าตัด อุปกรณ์สื่อสาร โทรคมนาคม งานในระบบการบิน อุปกรณ์เครื่องมือวัดและความคุม ฯลฯ โหลดเหล่านี้ต้องการพลังงานไฟฟ้าที่บริสุทธิ์ สม่ำเสมอและต่อเนื่องตลอดเวลา

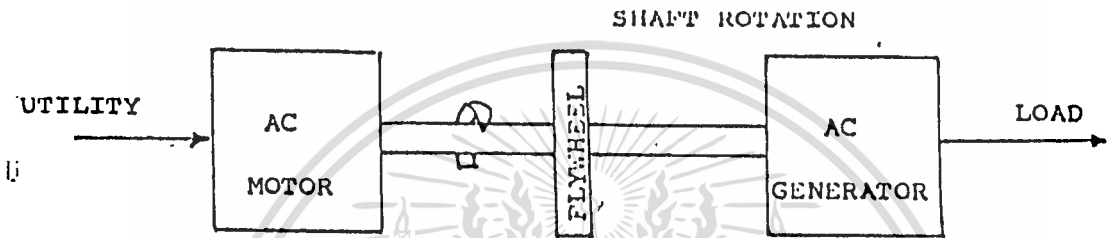


รูปที่ 1.1 ब्ल็อกการทางานอย่างง่ายของยูพีเอส (UPS)

จากรูปที่ 1.1 เมื่อไฟฟ้าจากระบบใหญ่ (Main line) 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์เข้ามาจะถูกแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยผ่านวงจรเรกติไฟเลอร์ ส่วนหนึ่งจะชาร์จเก็บไว้ในแบคเทอรี อีกส่วนจ่ายให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงเป็นกระแสสลับจ่ายให้กับโหลดต่อไป ถ้าไฟฟ้าจากระบบใหญ่ดับหรือเปลี่ยนแปลงลดลงจนทำให้ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ทางด้านให้ แบคเทอรีจะจ่ายกระแสไฟฟ้าแทน ทำให้โหลดได้พลังงานไฟฟ้าอย่าง

คือเนื่อง โดยที่จุดภาพของพลังงานไฟฟ้าขึ้นอยู่กับบางจอร์อันเวอร์เทอร์และระบบยูพีเอส (UPS)

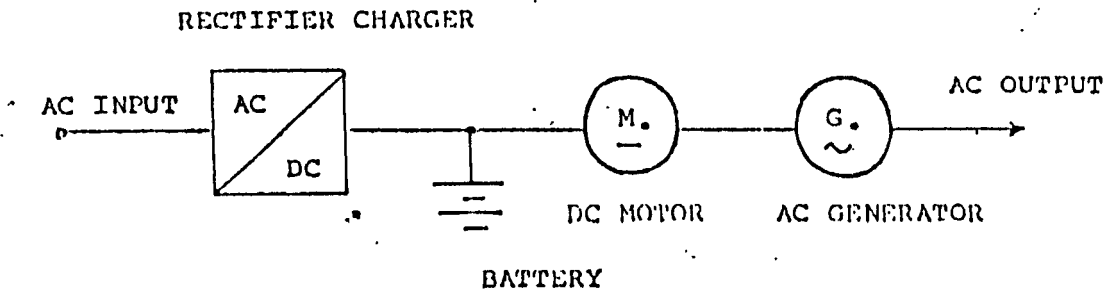
แต่เต็มยูพีเอสเป็นแบบไดนามิก (Dynamic) ซึ่งเป็นระบบที่มีชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ตลอดเวลา เป็นระบบ Fly Wheel โดยอาศัยจรมเลข (Huley) ขนาดใหญ่สร้างแรงเสียดทานหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเกิดการดีไฟคัตตัวรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงการทำงานอย่างง่ายของยูพีเอสแบบไดนามิก (Dynamic UPS)

จะเห็นว่าการทำงานในลักษณะนี้ เพียง เพื่อแก้ปัญหาให้เครื่องปั่นไฟอีกเครื่องมีเวลาพอที่จะทำการเดินเครื่องจนสามารถจ่ายไฟออกมาให้กับโหลดได้ โดยมีพลังงานไฟฟ้าที่ไหลลุดได้รับไม่มีช่วงขาดเลย ซึ่งในเวลาที่เกิดไฟฟ้าดับ เครื่องปั่นไฟอีก เครื่องจะเริ่มเดินเครื่องทำงาน จรมเลขซึ่ง เก็บพลังงานในรูปแบบแรงเฉื่อย (Inertia) จะหมุนเพลาพร้อมของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อไปในขณะที่ไฟฟ้าดับ จนกระทั่ง เครื่องปั่นไฟ (Dynamo) ที่เดินเครื่องแล้วนั้นพร้อมที่จะจ่ายไฟออกมาให้กับมอเตอร์ เซอร์กระแสสลับได้

ต่อมาได้มีการพัฒนาการ เก็บพลังงานสำรองในแบทเตอรี่ ดังรูปที่ 1.3 วัตถุประสงค์การ เปลี่ยนแปลงที่ เป็นกระแสดตรง เพื่อเก็บไว้ในแบทเตอรี่ พร้อมกับจ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรงไปขับเคลื่อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อไฟฟ้าดับลง แบทเตอรี่ที่ต่อขนานกับแหล่งจ่ายไฟจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์กระแสตรง ทำให้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่ไหลลุดมาขาดตอน



รูปที่ 1.3 แสดงยูพีเอสแบบโหนดที่ไว้รับการพัฒนาศึกษา

เนื่องจากความก้าวหน้าทางสารกึ่งตัวนำ และอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้
 กับการพัฒนาขึ้นอย่างมาก ดังนั้นการวิจัยและพัฒนายูพีเอส จึงได้ใช้เทคโนโลยี
 ของอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เพื่อทำให้ได้ยูพีเอสที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดีขึ้น ราคาย
 าวมีชิ้นส่วนของอุปกรณ์เคลื่อนที่ เราเรียกยูพีเอสแบบนี้ว่า สแตติกยูพีเอส
 (Static UPS)

ประเภทของสแตติกยูพีเอส

แบ่งออกตามลักษณะการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดได้ ดังนี้

1. ชนิดทำงานต่อเนื่อง (Continuous)

ลักษณะการจ่ายพลังงานไฟฟ้า จะต่อเนื่องตลอดเวลา โดยการ
 ผ่านต้านอินพุทของยูพีเอสเสมอ และโหลดจะรับพลังงานจาก เอาท์พุทของยูพีเอส
 ตลอดเวลา ขณะที่ไฟฟ้าดับ แบตเตอรี่ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำรองจะจ่าย
 ผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

2. ชนิดสับวงจรไปข้างหน้า (Forward Transfer)

จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด เฉพาะ เมื่อเกิดอาการผิดปกติขึ้น
 กับพลังงานไฟฟ้าจากต้นทาง เช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันมากเกินไป
 นานพอ ภาวะปกติที่โหลดจะรับพลังงานไฟฟ้าจากต้นทางโดยตรง
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชนิดสับวงจรไปข้างหลัง (Reverse Transfer)

ลักษณะการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้โหลดตรงข้ามกับชนิดสับวงจรไปข้างหน้าคือ ภาวะปกติโหลดจะได้รับพลังงานไฟฟ้าผ่านสแต็คคิยูทีเอส ส่วนแหล่งพลังงานต้นทางจะถูกสับโดยตรง ในกรณีที่ยูทีเอสผิดปกติเท่านั้น

การหางานของสแต็คคิยูทีเอส

ไม่ว่าจะเป็นสแต็คคิยูทีเอสประเภทก็ตาม การหางานของแต่ละประเภทจะมี ขั้นตอนใหญ่ ดังนี้

1. การหางานในสภาวะปกติ (Normal Operation)
2. การหางานในสภาวะฉุกเฉิน (Emergency Operation)
3. การหางาน เพื่อกลับสู่สภาวะ (Recovery Operation)

สแต็คคิยูทีเอสชนิดท่อ เป็น

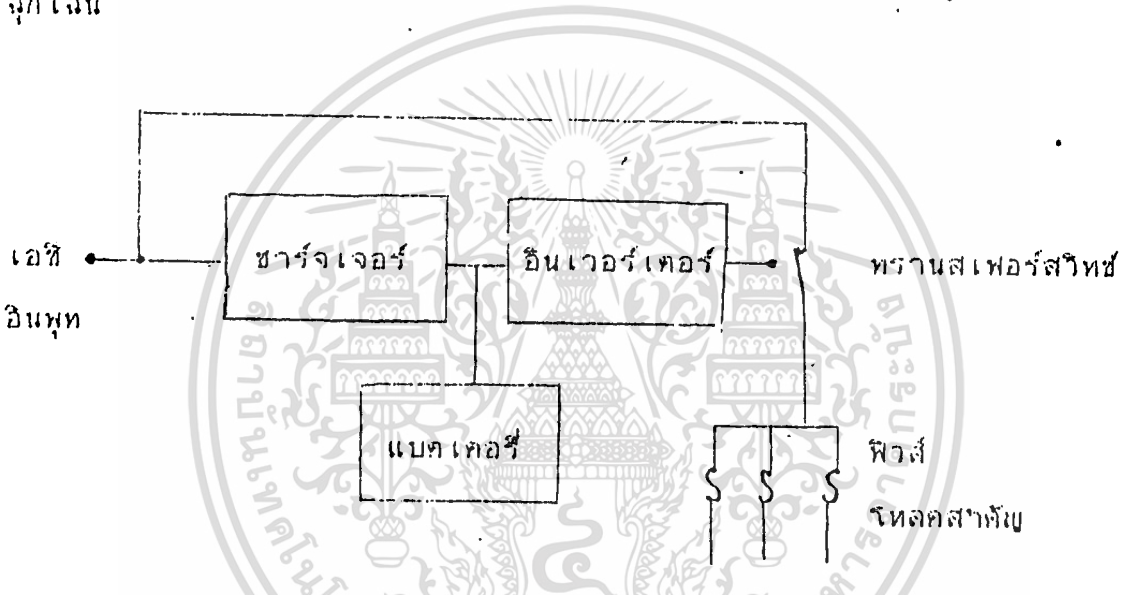
จากรูป 1.4 ที่สภาวะปกติ AC line จ่ายผ่านอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนหนึ่งจ่ายให้กับแบคเตอร์ อีกส่วนหนึ่งผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ในภาวะฉุกเฉิน เช่น กรณีไฟดับ แหล่งเกิดพลังงานสำรอง คือ แบคเตอร์จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าแทน และจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปจนกระทั่ง AC line คืนสู่สภาวะปกติ หรือหยุดจ่ายพลังงานเมื่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่แบคเตอร์ผลิตต่ำกว่าจนน้อยกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่สามารถชั้ววงจรอินเวอร์เตอร์ได้ โดยแบคเตอร์จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้อินเวอร์เตอร์ได้นานเท่าใดขึ้นอยู่กับความจุของแบคเตอร์และขนาดของโหลด

ในการหางานเพื่อกลับคืนสู่สภาวะปกตินั้น เมื่อ AC line คืนสู่ปกติจนสามารถชั้ววงจรอินเวอร์เตอร์และชาร์จแบคเตอร์ได้ โดยเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบคเตอร์เพื่อให้มีการเก็บพลังงานในระดับเดิม นั้น ขึ้นกับการจ่ายพลังงานออกจากแบคเตอร์ และขนาดกระแสที่ใช้ในการอัดแบคเตอร์ รวมทั้งค่าความแตกต่างระหว่างความต้องการของวงจรอินเวอร์เตอร์และค่ากระแสสูงสุดสม่ำเสมอ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแตทิกคิยูพีไอเอสชนิดสับวงจรบางพาดังหน้า

จากรูปที่ 1.5 ที่สภาวะปกติ แหล่งจ่ายไฟฟ้าคั่นทางจะจ่ายไฟฟ้าให้โหลด โดยผ่านทรานสเฟอ์สวิตช์โดยตรง ขณะเดียวกันวงจรเรกติไฟเออร์ ก็แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อชาร์จแบคเทอซีให้เต็มตลอดเวลา เพื่อจ่ายให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ ที่ยังไม่มีโหลดคั่น เมื่อไฟฟ้าคั่นทาง เกิดขัดข้อง หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ วงจรอิเล็กทรอนิกส์จะหาหนทางที่ตรวจสอบและสั่งการผ่านทรานสเฟอ์สวิตช์ ให้สับเปลี่ยนโหลดมาต่อกับวงจรอินเวอร์เตอร์ แทนที่ภาวะฉุกเฉิน



รูปที่ 1.5

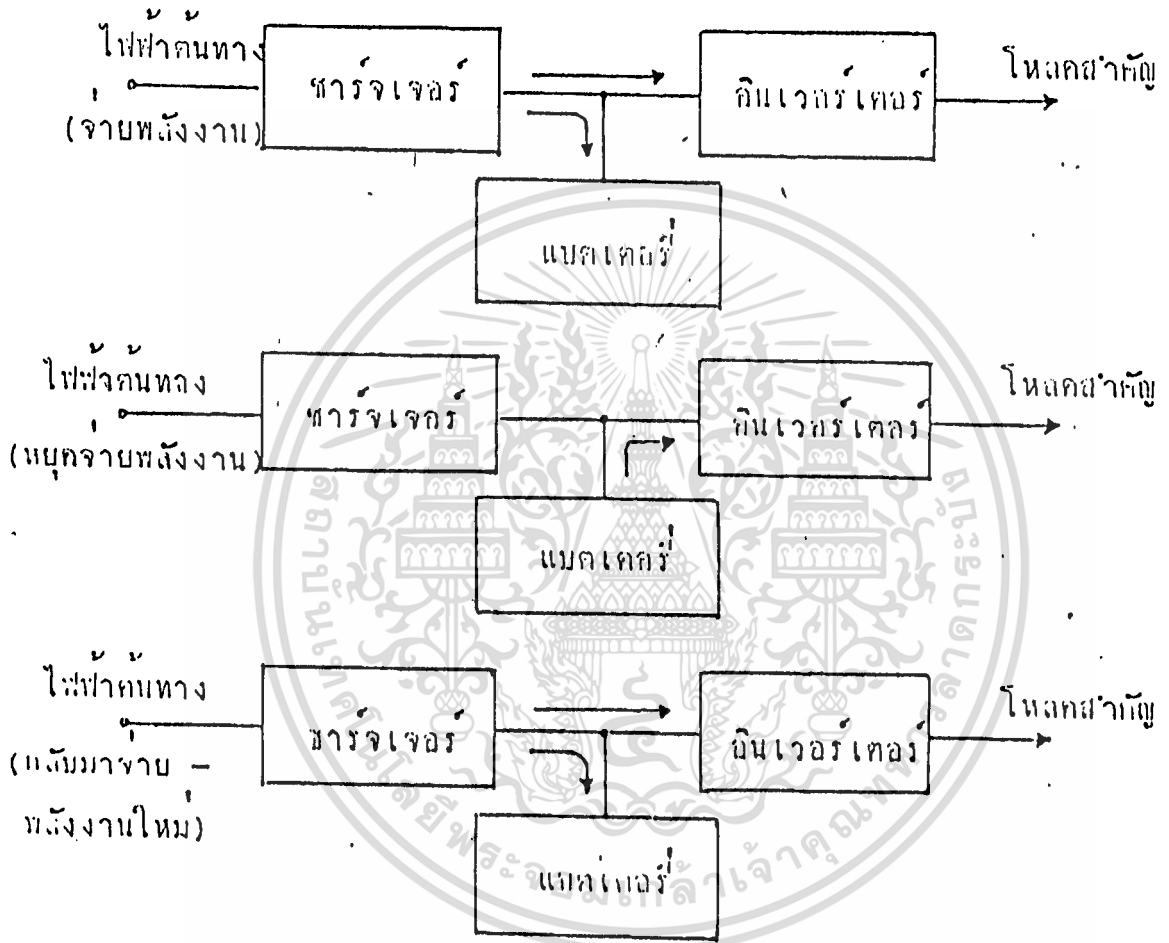
สแตทิกคิยูพีไอเอสชนิดสับวงจรบางพาดังหลัง

จากรูปที่ 1.6 ที่สภาวะปกติ ทางานเหมือนแบบคั่นเฟือง แต่จะมีทรานสเฟอ์สวิตช์คอยจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง ซึ่ง คือแหล่งไฟฟ้าคั่นทาง เมื่อยูพีไอเอสเกิดการเสียหาย หรือขัดข้อง ซึ่งเป็นข้อดีของยูพีไอเอสชนิดนี้ แต่มีข้อเสียคือ วงจรอินเวอร์เตอร์จะทำงานตลอดเวลา แต่ยูพีไอเอสชนิดนี้ก็เป็นที่ยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

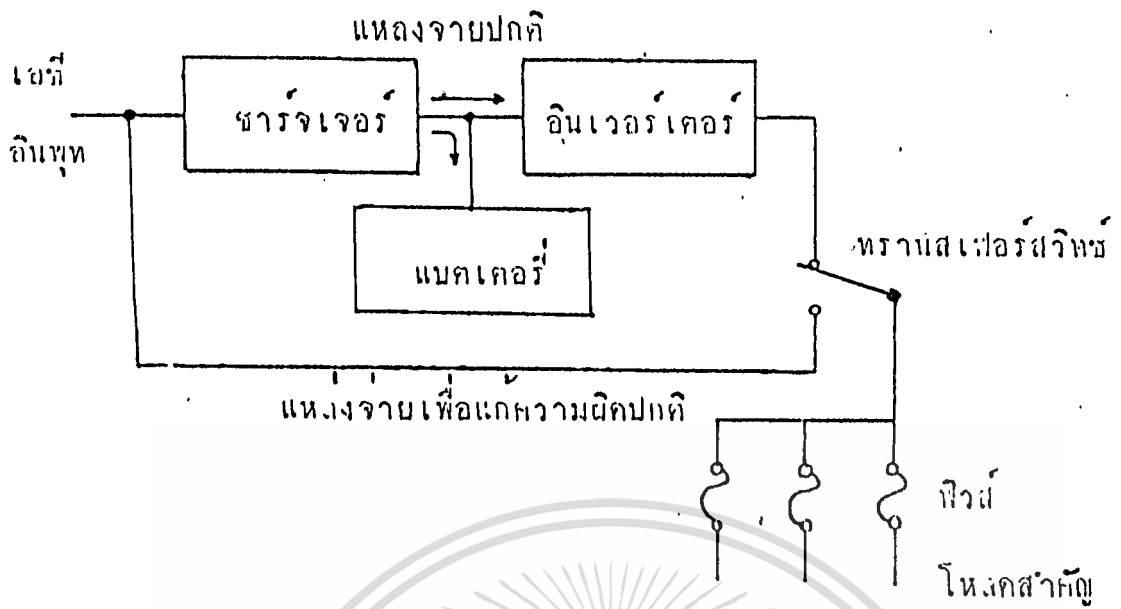


Maximum Steady State Current) ที่ตัวชาร์จเจอร์สามารถจ่ายให้ได้ ทั้งนี้ เพื่อควบคุมเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ให้อยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสม (8-24 ชั่วโมง)



รูปที่ 1.4 แสดงการทำงานในแต่ละขั้นตอนของยูทิลิตี้อิเล็กทรอนิกส์ทางานต่อเพลิง

ข้อดีของยูทิลิตี้อิเล็กทรอนิกส์นี้ ป้องกันอากาศฟ้าผ่ากระหริบ (Brown Out) และไฟดับ (Black Out) ซึ่งปัญหาเกี่ยวกับแรงดันกระชาก และค่าแรงดันสูงหรือค่าต่ำกว่าปกติ กางอากาศที่ผิดเพี้ยนที่เเกิดขึ้นกับรูปคลื่นกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 1.6 แสดงการทำงานของยูทิลิตี้เอสซีเคสซึ่งรวมข้างหน้า

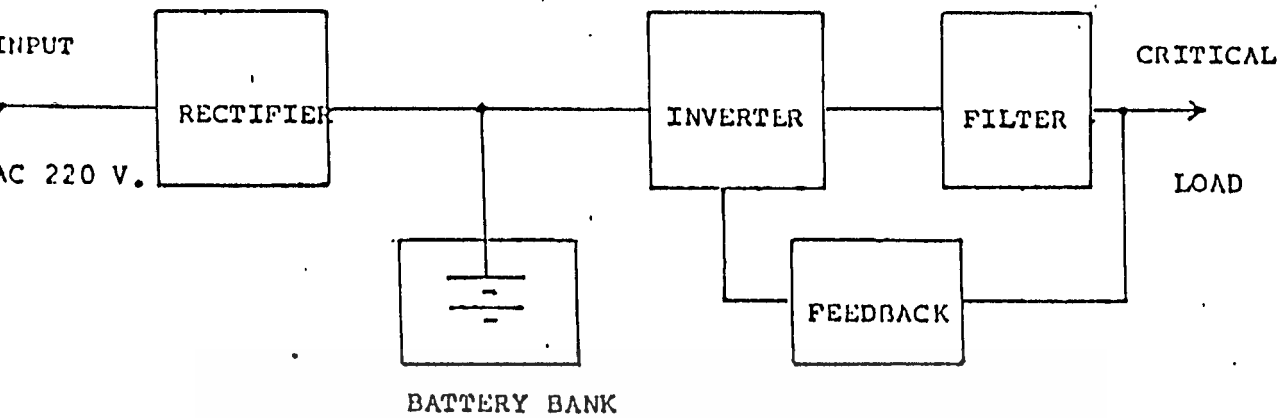
ในการพิจารณาเลือกใช้ยูทิลิตี้เอส จะใช้ประเภทที่ขึ้นกับ

1. ชนิดของโหลด เป็นอุปกรณ์ที่ก่อการความบริสุทธิ์ทางไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด
2. ช่วงการยอมรับให้ของการขาดหายไปของพลังงานไฟฟ้า
3. การขยายความถี่ของวงจรในอนาคต
4. ราคา และค่าบำรุงรักษา
5. ความทนทานของโหลด ต่อผลของฮาร์โมนิก และการเบี่ยงเบนความถี่ทางไฟฟ้า
6. ระยะเวลาการจ่ายพลังงานของแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำรอง

สำหรับโครงการนี้ สหกรณ์ยูทิลิตี้เอสซึ่งมีบล็อกการทาง แล่อย่างง่ายคือรูปที่ 1.7 เป็นยูทิลิตี้เอสแบบสแต็คยูทิลิตี้เอสชนิดทางงานต่อเนื่อง (Continuous) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขนาดกำลังงานสูงสุด	3.5 KVA.
แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	48 Volt
แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเอาต์พุต	100 Volt
ความถี่	50 Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 แสดงบล็อกการทำงานของสแตทีคยูพีเอส
ชนิดทำงานต่อเนื่องที่ใช้งานจริงงานนี้



บทที่ 2

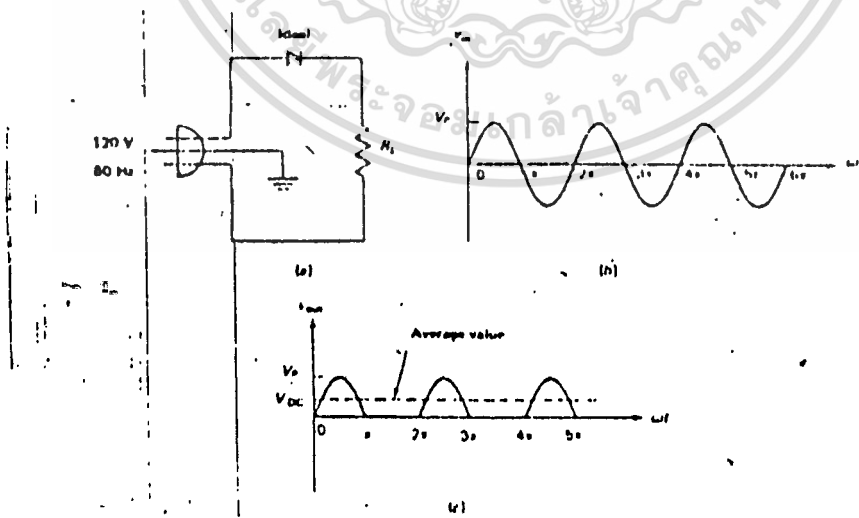
RECTIFIER

เรกติไฟเออร์ (Rectifier) คือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง หรือมีคุณสมบัติยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง แต่ความต้านทานไหลกลับกรณีที่ใช้ในวงจรที่แพร่หลายทั่วไปได้แก่ 3 ชนิด

สำหรับวงจร Single phase Rectifier ที่ใช้กันโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

1. เรกติไฟเออร์ แบบครึ่งคลื่น (Half-wave Rectifier)
2. เรกติไฟเออร์ แบบเซ็นเตอร์แท็ป (Center-tap Rectifier)
3. เรกติไฟเออร์ แบบ บริดจ์ (Bridge Rectifier)

1. วงจร เรกติไฟเออร์ แบบครึ่งคลื่น เป็นวงจรรายง่าย ๆ โดยนำเอาไดโอดมาต่ออนุกรมกับตัวต้านทานโหลด ดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1

การทำงานของรูปข้างบน เมื่อแรงดันของเครื่องสัญญาณของไฟฟ้ากระแสสลับเข้ามา ทรานซิสเตอร์จะเป็นพอร์เตอร์ไบแอส ทำให้มีกระแสไหลในวงจร เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานโหลด แต่เมื่อแรงดันของเครื่องสัญญาณลบเข้ามา ทรานซิสเตอร์จะถูกไบแอส ดังนั้น จะไม่มีกระแสไหลในวงจรจะเกิดสัญญาณแรงดันเอาต์พุต ดังรูป

จากรูปสัญญาณแรงดันเอาต์พุต ทำให้หาค่าแรงดันเอาต์พุตได้

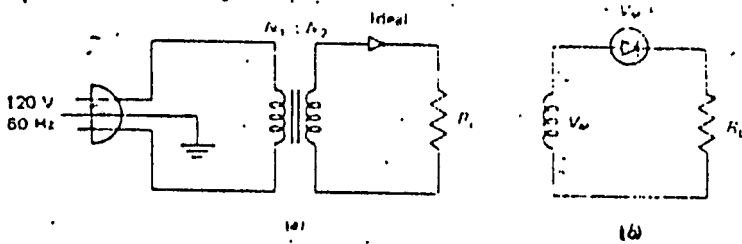
$$V_{DC} = \frac{V_P}{\pi}$$

โดย $V_P = \sqrt{2} V_{RMS}$

จากรูปจะเห็นว่า ค่าความถี่ รีบเปิด จะมีค่าเท่ากับ ความถี่ไลน์

$$F_R = F_L$$

โดยส่วนใหญ่แล้ว วงจร Rectifier จะต่อร่วมกับทรานส์ฟอร์มเมอร์ทางค่านอินพุต ทรานส์ฟอร์มเมอร์ จะทำให้เราสามารถปรับระดับของแรงดันให้สูงขึ้นต่ำลงได้ตามต้องการ ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งคือ จะแยกออกจากเพาเวอร์ไลน์ (power line) ซึ่งจะลดการรบกวนของอินพุตจากการกระตุกขึ้นของไฟฟ้า

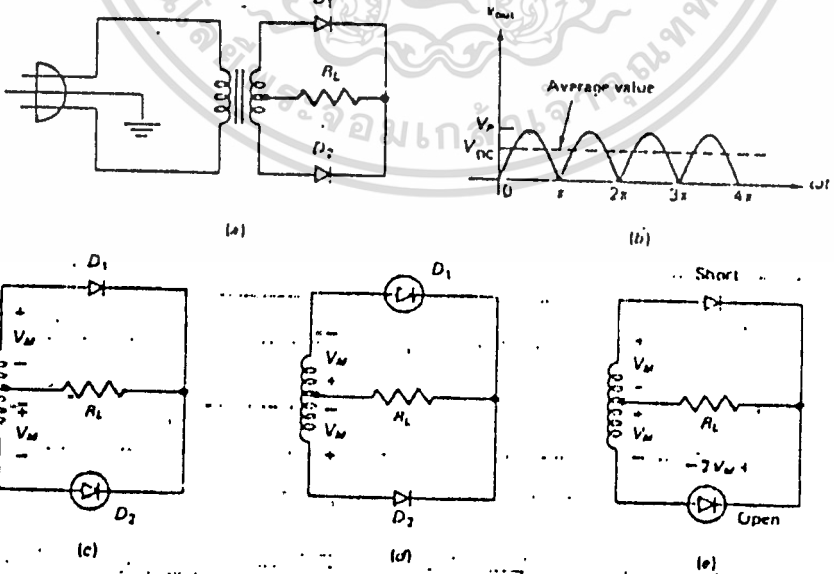


รูปที่ 2.2

จากรูปที่ 2.2 วงจร เรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น เมื่อช่วงลบของ สัญญาณของโวลเทจทุติยภูมิเข้ามาโคจรจะหยุดคนากระแส เพราะฉะนั้นจะมี โวลเทจตกคร่อมโคจรที่มีค่าแรงดันกลับทางสูงสุด (Maximum Reverse Voltage) เรียกว่า พีค อินเวอร์ส โวลเทจ (Peak Inverse Voltage) หรือ PIV

$$PIV = V_m$$

2. วงจร เรกติไฟเออร์แบบเซ็นเตอร์แท็ป จากรูป 2.3 (a) ระหว่างครึ่งรอบบวกของโวลเทจทุติยภูมิ D_1 จะเป็นฟอร์เวอร์คไบแอสและจะ ำหรับรีเวอร์สไบแอส ดังนั้นกระแสจะไหลตลอด D_1 ผ่านไปความต้านทาง โหลดและชดลวดครึ่งบน ดังรูป 2.3 C ระหว่างครึ่งรอบลบ กระแสจะไหล ผ่านตลอด D_2 ไปยังตัวต้านทานโหลดและชดลวดครึ่งล่าง ดังรูป 2.3 d จะ เห็นว่าทิศทางของกระแสไหล จะมีทิศทางของกระแสไหล จะมีทิศทางเดียวกัน ทั้งสองครึ่งรอบ ฉะนั้นสัญญาณของแรงดันโหลดแสดงได้ดังรูป 2.3 b



รูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป สัญญาณของแรงดันเอาต์พุต จะหาค่าเฉลี่ยได้เป็น

$$V_{DC} = \frac{2V_p}{\pi}$$

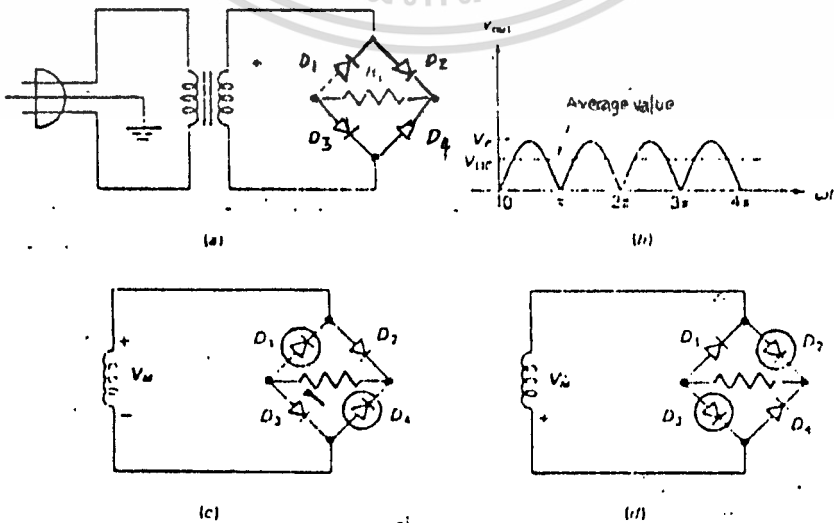
ค่าความถี่ ริปเปิล (Ripple Frequency) จะเป็น 2 เท่าของความถี่ไลน์

$$F_R = 2F_L$$

จากรูป 2.3 e แสดงวงจรที่ชั่วขณะของแรงดันทุติยภูมิ เมื่อถึงค่าสูงสุด V_m เป็นค่าแรงดันสูงสุดคร่อมครึ่งชดลวดทุติยภูมิ ดังนั้นแรงดันด้านกลับจะคร่อมไดโอดที่ไม่นำกระแสมีค่า Peak inverse Voltage เท่านั้น

$$PIV = 2V_m$$

3. วงจร เรกติฟายเออร์แบบบริดจ์ เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางที่สุด จากรูปที่ 3.4 ระหว่างครึ่งรอบบวกของแรงดันทุติยภูมิ ไดโอด D_1 และ D_3 จะได้รับไบแอสตรง ดังนั้นการไหลของกระแสไหลแสดงดังรูป 2.4 d งานแต่ละครึ่งรอบกระแสไหลจะมีทิศทางเดียวกัน นั่นคือแรงดันไหลจะเป็นสัญญาณแบบเต็มคลื่น (Fullwave Signal) ดังรูป 2.4



รูปที่ 2.4

ค่าแรงดันโหลดเฉลี่ย

$$V_{DC} = \frac{2V_P}{\pi}$$

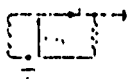

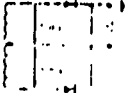

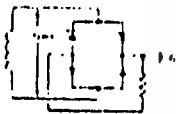



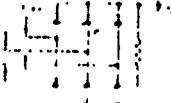
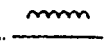
ค่าความถี่ ริปเปิล จะเป็น 2 เท่าของ ความถี่ไลน์

$$F_R = 2F_L$$

ค่า หักอินเวอร์สวอลเตจ

$$PIV = V_M$$

รูปที่ 2.5 ช่างล่างเป็นตารางแสดงลักษณะของวงจรเรกติไฟเออร์ แต่ละชนิด

CONFIGURATION	CIRCUIT	V_{in}	$V_{o(peak)}$	V_{ac}	PEAK INVERSE VOLTAGE PIV DIODE	RMS RIPPLE VOLTAGE	FUNDAMENTAL OUTPUT RIPPLE FREQUENCY	OUTPUT WAVEFORM
	SINGLE-PHASE HALF WAVE	V_{rms}	$1.41 V_{rms}$	$\frac{1}{2} V_{o(peak)} = 0.45 V_{rms}$	$1.41 V_{rms}$	$0.54 V_{rms}$	$1f_L$	
	SINGLE-PHASE CENTER TAP	V_{rms}	$1.41 V_{rms}$	$\frac{2}{\pi} V_{o(peak)} = 0.90 V_{rms}$	$2.82 V_{rms}$	$0.43 V_{rms}$	$2f_L$	
	SINGLE PHASE BRIDGE	V_{rms}	$1.41 V_{rms}$	$\frac{2}{\pi} V_{o(peak)} = 0.90 V_{rms}$	$1.41 V_{rms}$	$0.43 V_{rms}$	$2f_L$	
	THREE-PHASE WYE V_{rms} LINE TO NEUTRAL	V_{rms}	$1.41 V_{rms}$	$1.17 V_{rms}$	$2.45 V_{rms}$	$0.21 V_{rms}$	$3f_L$	
	THREE-PHASE BRIDGE V_{rms} LINE TO LINE	V_{rms}	$1.41 V_{rms}$	$1.35 V_{rms}$	$2.45 V_{rms}$	$0.057 V_{rms}$	$6f_L$	

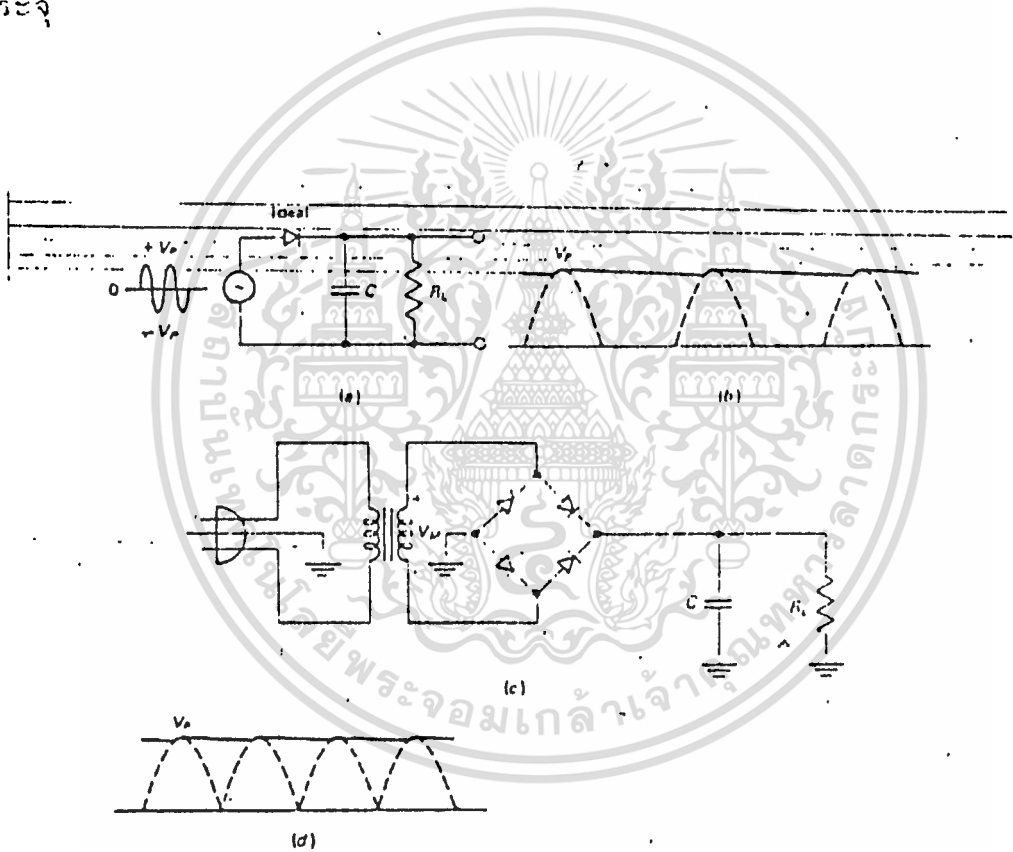
$f_L =$ LINE FREQUENCY

รูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ (Capacitor-input Filter)

ค่าแรงดันไฟตรงที่เอาต์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์ จะมีค่ากระเพื่อมไปจากค่าแรงดันไฟเฉลี่ยหรือแรงดันไฟตรง เรียกว่า ริปเปิล (Ripple) แต่เครื่องมือทางไฟฟ้าตลอดคณนวงจรส่วนใหญ่ต้องการไฟตรงที่ราบเรียบ ทั้งนี้เอาต์พุตที่ออกจากวงจรเรกติไฟเออร์จะต้องผ่านวงจรกรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ วงจรกรองแรงดันแบบง่าย ๆ ที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นวงจรกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ



รูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ (a) วงจรครึ่งคลื่น (b) เอาต์พุตของ วงจรครึ่งคลื่น (c) วงจร บริดจ์ (d) เอาต์พุตของ วงจรบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรองแรงดันแบบนี้ประกอบด้วยตัวเก็บประจุต่อเชื่อมคร่อมเอาท์พุท
 ทั่วเก็บประจุไว้จนตัวมีแรงดันที่แรงดันเอาท์พุทเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด แรงดัน
 ตกคร่อมตัวเก็บประจุจะมีค่าสูงสุดด้วย เมื่อแรงดันเอาท์พุทลดลงมาเป็นศูนย์ตัว
 เก็บประจุจะหาหน้าที่ช่วยจ่ายประจุให้โหลดทำให้แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุ
 ค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งแรงดันเอาท์พุทของ เรคตีไฟเออร์มีค่ามากกว่าก็ประจุเข้า
 ไปยังตัวเก็บประจุอีกครั้งหนึ่ง เป็นเช่นนี้เรื่อยไป

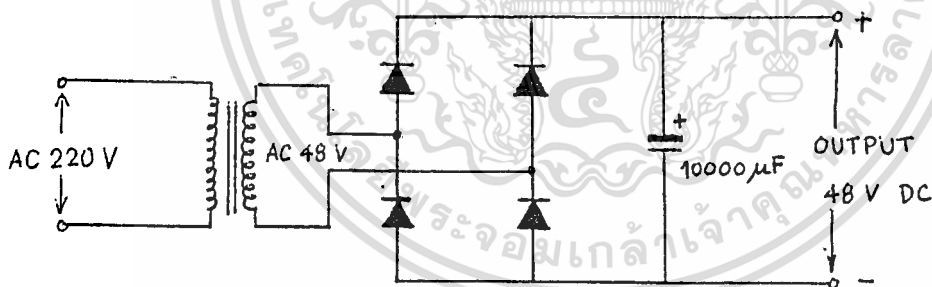
อย่างไรก็ดีอัตราการคายประจุจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นแรง
 ตักร่อมตัวเก็บประจุจึงยังไม่ลดลงมาถึงศูนย์ กระแสจาก เรคตีไฟเออร์ก็จะมา
 ประจุให้กับตัวเก็บประจุอีกครั้ง เพื่อให้การกรองแรงดันให้เรียบยิ่งขึ้น ตัวเก็บ
 ประจุจะต้องมีค่าบวก วิทยุทั่วไปจึงใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอลิติก ปกติ
 วงจรรองแรงดันแบบนี้ไม่สามารถจ่ายกระแสให้กับโหลดได้เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้
 เพราะถูกจำกัดด้วยจำนวนประจุที่ถูกสะสมไว้ที่ตัวเก็บประจุ เมื่อตัวเก็บประจุ
 ต้องจ่ายประจุให้โหลด จะทำให้แรงดันคร่อมตัวมีนลดค่าลงอย่างรวดเร็วก่อนที่มัน
 จะรับประจุอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่ารีปเปิลมีค่าสูงและแรงดันเอาท์พุทจะลดค่าลง

พิจารณาวงจร เปรียบเทียบระหว่างบริดจ์กับเซ็นเตอร์ แท็ป เรคตีไฟเออร์

ในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้ วงจรรีคตีไฟแบบเฟสเต็ม แรกสุดควร
 เลือกชนิดของวงจร เป็นชนิด บริดจ์ หรือ เซ็นเตอร์แท็ป เรคตีไฟเออร์ เนื่องจาก
 จากที่ความถี่ของเพาเวอร์ ไลน์วงจร เรคตีไฟแบบครึ่งคลื่น จะใช้แค่เพียง
 สำหรับกระแสเอาท์พุทต่าง ๆ วิทยุทั่วไปของ เรคตีไฟ แบบเต็มคลื่น เป็น
 ๕๐๐ นอกจากนั้น เรคตีไฟแบบครึ่งคลื่นยังต้องใช้ขนาดความจุของตัวเก็บประจุ
 มีขนาดเป็น 2 เท่าของ เรคตีไฟแบบเต็มคลื่น สำหรับที่แรงดันเอาท์พุทของ
 รีปเปิล เท่ากันแต่กระแสวิกิตตาม ที่ความถี่สูง ๆ หรือเอาท์พุทของ เรคตีไฟเออร์
 เป็น คลื่นแบบสี่เหลี่ยม วงจรครึ่งคลื่น จะเหมาะสมกว่าที่จะนำมาใช้เพราะ
 ประหยัดกว่า

เปรียบเทียบระหว่างวงจร บริดจ์ กับ เซ็นเตอร์แท็ป จะเห็นว่า
 วงจรใช้โคโรด 4 ตัว ขณะที่เซ็นเตอร์แท็ป ใช้ 2 ตัว และเป็นวงจร
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเตอร์แท็ป ต้องการเนื้อที่น้อยกว่า และจะประหยัดกว่าแบบวงจร Bridge แต่ที่แรงดันเอาต์พุต 1 โวลต์กระแสตรงเท่ากับ วงจรเซ็นเตอร์แท็ป ต้องการแรงดันที่มากกว่า 2V ขณะที่แบบวงจรบริดจ์ ต้องการมีค่ามากกว่า 4V พิจารณารูปของหม้อแปลงวงจร เซ็นเตอร์แท็ป จะมีขนาดใหญ่มากกว่าเนื่องจากขดลวดทางซ้ายหุ้ญญิมมีจำนวนรอบมากกว่าเป็น 2 เท่า แต่เมื่อพิจารณารูปของขดลวดทางซ้ายหุ้ญญิม วงจร บริดจ์ จะมีขนาดใหญ่มากกว่าเพราะจะมีค่ากระแสมากกว่าเป็น 2 เท่าของกระแสที่ไหลในและครึ่งขดลวด ของวงจรเซ็นเตอร์แท็ป แม้ว่า จะเกิดกระแสที่ใช้วงจร บริดจ์ ก็ยังคงมีขนาดของหม้อแปลงเล็กกว่า เพราะว่ามีจำนวนรอบเป็นครึ่งหนึ่งของวงจรเซ็นเตอร์แท็ป ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่นิยมใช้แบบวงจร เรคตีไฟเออร์แบบบริดจ์



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรเรคตีไฟเออร์ที่ใช้

บทที่ 3 แบตเตอรี่

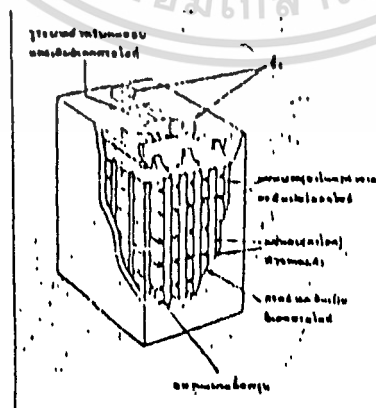
แบตเตอรี่ เป็นแหล่งสะสมพลังงานทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะจ่ายพลังงานออกมาในรูปไฟฟ้ากระแสตรง แบตเตอรี่ในความหมายทางไฟฟ้าจะห้องประกอบด้วยเซลล์ที่นำมาต่อกัน เซลล์ของแบตเตอรี่ แบ่งให้เป็น

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) เซลล์ชนิดนี้เมื่อสร้างเสร็จแล้วก็นำมาใช้เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาให้ทันที เมื่อใช้ไปแล้วพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายออกมา ก็จะหมดไป จะไม่สามารถนำเซลล์ชนิดนี้มาใช้ซ้ำอีก

2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) เมื่อสร้างขึ้นแล้วต้องนำไปทำการประจุไฟหรือชาร์จไฟเสียก่อน ซึ่งจะจ่ายกระแสไฟออกมาได้และเมื่อใช้กระแสไฟฟ้า (Discharge) ไปจนกระแสอ่อนลงแล้วก็นำไปประจุไฟใหม่ให้

จากคุณสมบัติของเซลล์ทุติยภูมิที่ว่า เมื่อเซลล์ถูกใช้หมดแล้วสามารถจะประจุกลับใหม่เพื่อจะนำใช้ต่อไป ประโยชน์อันนี้จึงนำเซลล์ของแบตเตอรี่ชนิดนี้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้กับบางจรวดอินเวอร์เตอร์

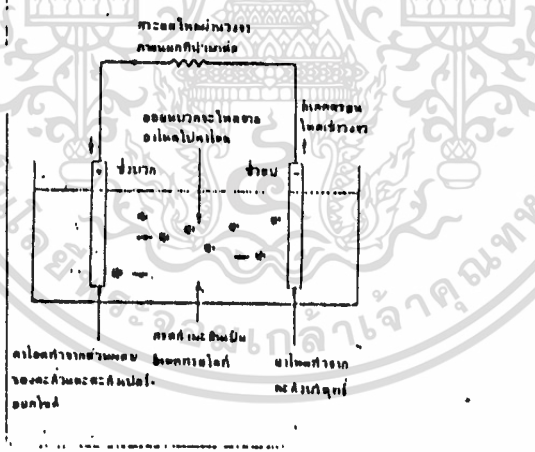
เซลล์ทุติยภูมิที่ใช้เป็นเซลล์แบบตะกั่ว-กรด (LEAD-ACID) ซึ่งใช้ทั่วไปในรถยนต์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเซลล์แบบตะกั่ว-กรด

มันประกอบไปด้วยแผ่นคาโรทและแผ่นอาร์โนควางสลับกัน จุ่มอยู่ในอีเล็คโตรไลต์ . ที่ทำจากสารละลาย กรดกำมะถัน แผ่นเพลทจะวางสลับกัน เพื่อจะให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอีเล็คโตรไลต์ให้มากที่สุด ในขณะที่รักษาปริมาณที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ การที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างแผ่นอีเล็คโตรค และแผ่นอีเล็คโตรไลต์มาก เท่าปฏิกิริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นมาก เท่านั้น นอกจากนี้ค่าความต้านทานภายในเซลล์จะยิ่งมีค่าน้อยลงด้วย ดังนั้นจะใช้แผ่นเพลทบาง ๆ คั้นด้วยฉนวนแบบมีรูพรุน

อีเล็คโตรคที่เป็นอาร์โนจะสร้างขึ้นมาจากตะกั่วบริสุทธิ์คาโรทจะสร้างจากส่วนผสมของตะกั่วและตะกั่วเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่เซลล์คายประจุหักกระแสไฟฟ้าออกมา อะตอมของตะกั่วจากแผ่นอาร์โนจะแตกตัว เป็นไอออนที่มีประจุบวก เข้าไปปฏิกิริยาในอีเล็คโตรไลต์ และดึงอีเล็คตรอนให้ไหลสู่วงจรที่นำมาต่อภายนอก ดังแสดงรูปที่ 3.2

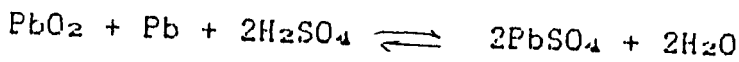


รูปที่ 3.2

ที่คาโรทตะกั่ว เปอร์ออกไซด์จะแตกตัว เป็นไอออนของตะกั่วซึ่งมีประจุบวกของไอออนสูง และ เป็นไอออนที่มีประจุลบสูง ไอออนที่มีประจุบวกสูงจะดึงเอาอีเล็คตรอนจากวงจรที่ต่ออยู่ภายใน เพื่อรวมตัวกลายเป็นฉนวนของตะกั่วที่มีประจุบวก ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่อาร์โนทำให้เกิดกระแสไหลจากคาโรทผ่านไปยังวงจรภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอออนของตะกั่วจากแผ่นฉลี่ย เลดกรดทั้งสองจะทำปฏิกิริยากับกรด
กำมะถันซึ่งเป็น อิเล็กโทรไลต์ กลายเป็นตะกั่วซัลเฟตและก๊าซไฮโดรเจน
(ซึ่งจะรวมกับไอออนของออกซิเจน จากคาร์บอกเป็นน้ำ) เราสามารถเขียนสูตร
สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ดังนี้



ซึ่งแสดง (โดยลูกศร 2 ทิศทาง) ว่าเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ดังนั้นจึง
สามารถที่จะประจุเซลล์ใหม่โดยการต่อวงจรซึ่งจะจับอิเล็กตรอนให้ไหลจากคา
โธดไปสู่อโนด

สูตรทางเคมีแสดงให้เห็นว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะเจือจางลง
โดยโมเลกุลของน้ำที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นขั้วเดียวกับเซลล์ที่เซลล์คายประจุ ทำให้เรา
สามารถทำให้เป็นวัฏจักรหาสถานะการประจุและการคายประจุของเซลล์ได้ โดย
การวัดความต่างศักย์ของอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจะบอกว่าเซลล์จะถึงสถานะ
คายประจุหมดหรือยัง เพื่อจะได้ประจุเข้าไปใหม่ โดยค่าความต่างศักย์ของ
เซลล์ที่ประจุเต็มที่จะมีค่าประมาณ 1.25 และค่าความต่างศักย์ของ เซลล์ที่คาย
ประจุหมดจะระบุค่าไว้ประมาณ 1.2 เราใช้ไฮโดรมิเตอร์ในกรณีวัดแรงดันของ
เซลล์โดยปกติมีค่าเท่ากับ 2 โวลต์

การประจุเซลล์แบบตะกั่ว-กรด โดยปกติเมื่อกระแสกลับทางเข้าไปใน
แบตเตอรี่ เพื่อถึงขั้นทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เกิดจากทางขั้วแอโนดซึ่งจะ
เปลี่ยนตะกั่วซัลเฟตกลับเป็นตะกั่วและกรดกำมะถันตามเดิม การใช้กระแส
กลับหากรวมการต่อขั้วคาร์บอก และขั้วอโนด เข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของแหล่ง
จ่ายไฟภายนอก ซึ่งจะมีแรงดันของแหล่งจ่ายไฟภายนอกจะอยู่ในช่วง 1.1 ถึง
1.25 ของแรงดันเซลล์ปกติ

กระแสที่ไหลเข้าไปเมื่อประจุไฟใหม่นั้นขึ้นอยู่กับแรงดันที่ป้อนเข้าไป
นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสถานะของ เซลล์ว่าคายประจุหรือรวม ถ้าแรงดันที่ป้อนเข้า
ประจุไฟมีค่าสูงและ เซลล์คายประจุหมดเต็มที่แล้ว ทำให้กระแสที่ไหลเข้าประจุ
เซลล์จะมีค่ามากตามไปด้วย หรือถ้าเซลล์ถูกชาร์จแบบเป็นวงวนม ตัวอย่างสถานะ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจุเต็มไปสู่สถานะหมดประจุเต็มที่แล้วจึงค่อยประจุใหม่อีกครั้ง จะใช้กระแสในการประจุมากไปด้วย แต่ถ้าเซลล์ถูกใช้งานพร้อมกับประจุไฟเข้าตลอดเวลา กระแสที่ใช้ในการประจุจะมีค่าต่ำ

วงจรที่ใช้ในการประจุแบบเคอร์แบบกะก้าว-กรณีนี้แสดงในรูปที่ 3.3 ก.



รูปที่ 3.3 ก.

รูปที่ 3.3 ข.

ซึ่งแสดงให้เห็นแหล่งจ่ายไฟที่มีแรงดันคงที่ที่เชื่อมอยู่กับแบตเตอรี่ วงจรสมมูลย์ของรูป 3.3 ก. แสดงให้เห็นใน 3.3 ข. ซึ่งเราจะเห็นว่าแบตเตอรี่จะถูกพิจารณาว่าประกอบด้วยความต้านทาน 2 ตัว โดย R_1 เป็นความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ เสมอไม่ว่าจะกำลังประจุหรือคายประจุอยู่ ส่วนตัวต้านทาน R_2 จะมีค่าเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับสถานะการหมดประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่คายประจุหมดเต็มทีค่าความต้านทานตัวนี้จะมีค่าต่ำ ดังนั้นกระแสในการประจุจึงมีค่าสูง อย่างไรก็ตามเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หรือประจุเต็มทีแล้วค่าความต้านทาน R จะมีค่าสูงขึ้น ทำให้กระแสที่ใช้ในการประจุลดลง

เราสามารถตรวจสอบสถานะการประจุของแบตเตอรี่ได้โดยสังเกตุค่าของกระแสที่ใช้ในการประจุ ซึ่งจะเข้าค้ำก็ต่อเมื่อแรงดันที่ใช้ในการประจุมีค่าคงที่

บทที่ 5

อินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ คือ วงจรที่ใช้สำหรับแปลงแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC SOURCE) ให้เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC SOURCE) อินเวอร์เตอร์มีอยู่หลายแบบด้วยกัน ภัยแต่ละแบบ จะมีข้อดี ข้อเสีย ต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้กับโหลดชนิดใด ต้องการสัญญาณเอาต์พุตแบบไหน เราสามารถแบ่งอินเวอร์เตอร์ตามลักษณะสัญญาณ เอาต์พุตได้ดังนี้

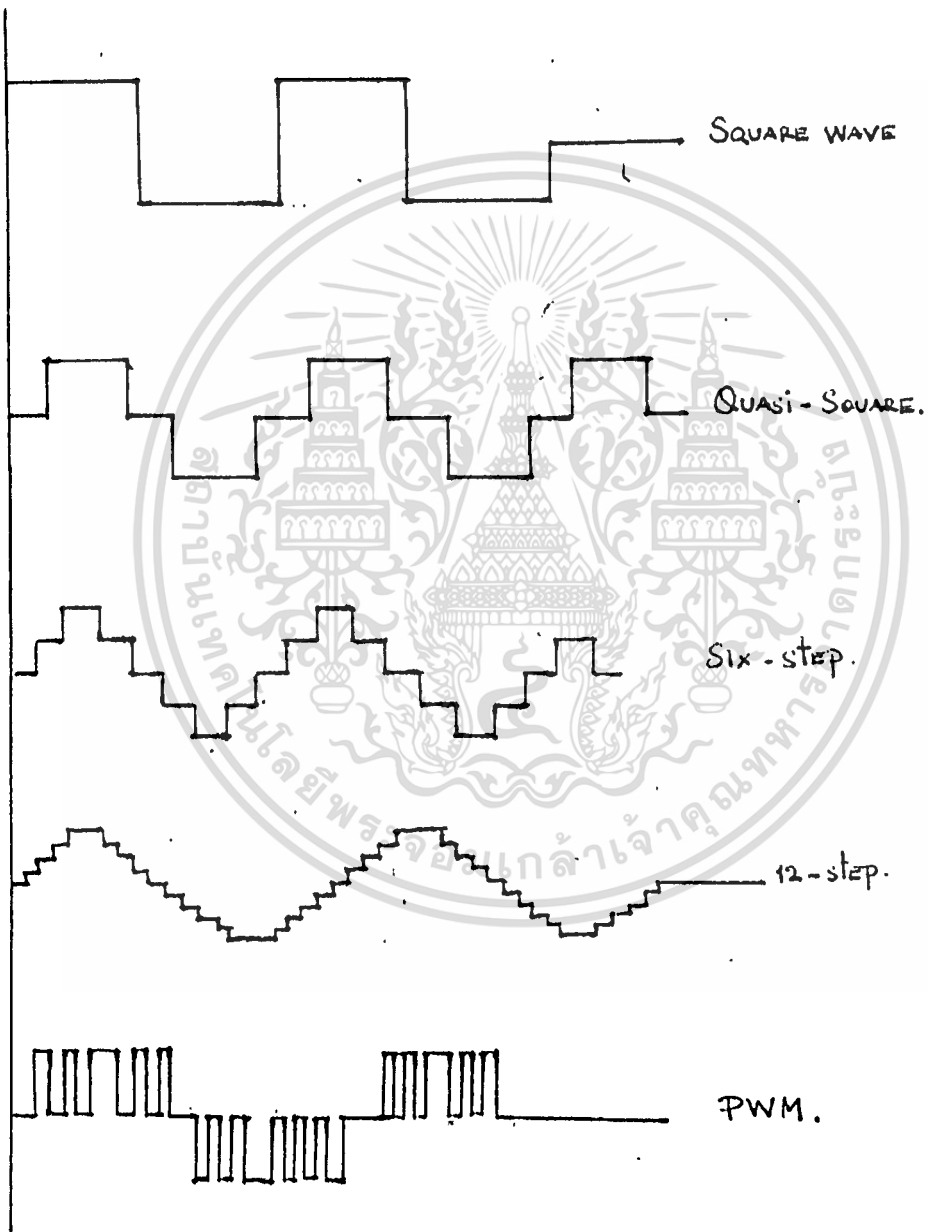
1) อินเวอร์เตอร์แบบคลื่นสี่เหลี่ยม (Square - Wave Inverter) เป็นแบบอินเวอร์เตอร์ ที่ให้สัญญาณ เอาต์พุตเป็นคลื่นสี่เหลี่ยม เป็นชนิดที่สร้างให้ไม่ยาก แต่จะทำให้เอาต์พุตเป็นคลื่นรูป ซายน์ (Sine) จะต้องใช้อุปกรณ์กรองความถี่ ขนาดใหญ่มากจึงนิยมมาใช้

2) อินเวอร์เตอร์แบบคลื่นสี่เหลี่ยมควอซี (Quasi - Square - wave - inverter) แบบนี้ ได้รับการปรับปรุงจากแบบแรก ซึ่งจะกรองเอาสัญญาณ ซายน์ ออกมาได้ง่ายขึ้น วัสดุยังนิยมมาใช้

3) อินเวอร์เตอร์แบบ 6 ขั้น และ 12 ขั้น (Six - step, Twelve - step) ทั้ง 2 ชนิดนี้ใช้สัญญาณ ควอซี มารวมกันโดยผ่านหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อให้ ลักษณะสัญญาณเอาต์พุต ใกล้เคียงกับคลื่นรูปซายน์ จึงสามารถลดขนาดของอุปกรณ์กรองความถี่ได้ เพราะฮาร์โมนิก (HARMONIC) ลดลง แต่การสร้างอินเวอร์เตอร์แบบนี้จะยุ่งยาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เพราะต้องใช้ชนิดควอซีหลาย ๆ ตัวมาต่อเข้าด้วยกัน และยังต้องใช้หม้อแปลงเพิ่มชั้นด้วย หากให้มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก

4) อินเวอร์เตอร์แบบ พัลส์ วิตช์ โมดูลเลชัน (Pulse - Width Modulation Inverter) เป็นแบบที่ให้สัญญาณเอาต์พุตใหม่เหมือนกับแบบอื่น โดยลักษณะของสัญญาณ เอาต์พุตเกิดจากการ โมดูลเลชัน ระหว่างคลื่นซายน์ กับสัญญาณ สามเหลี่ยม ซึ่งผลที่ได้จะมีฮาร์โมนิกลดค่า ๆ น้อยมาก อุปกรณ์กรองความถี่ที่ใช้จึงมีขนาดเล็ก แต่แบบนี้จะมีความยุ่งยากในการสร้าง รูปแบบ

(Pattern) การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ลักษณะคลื่นแบบต่างๆ

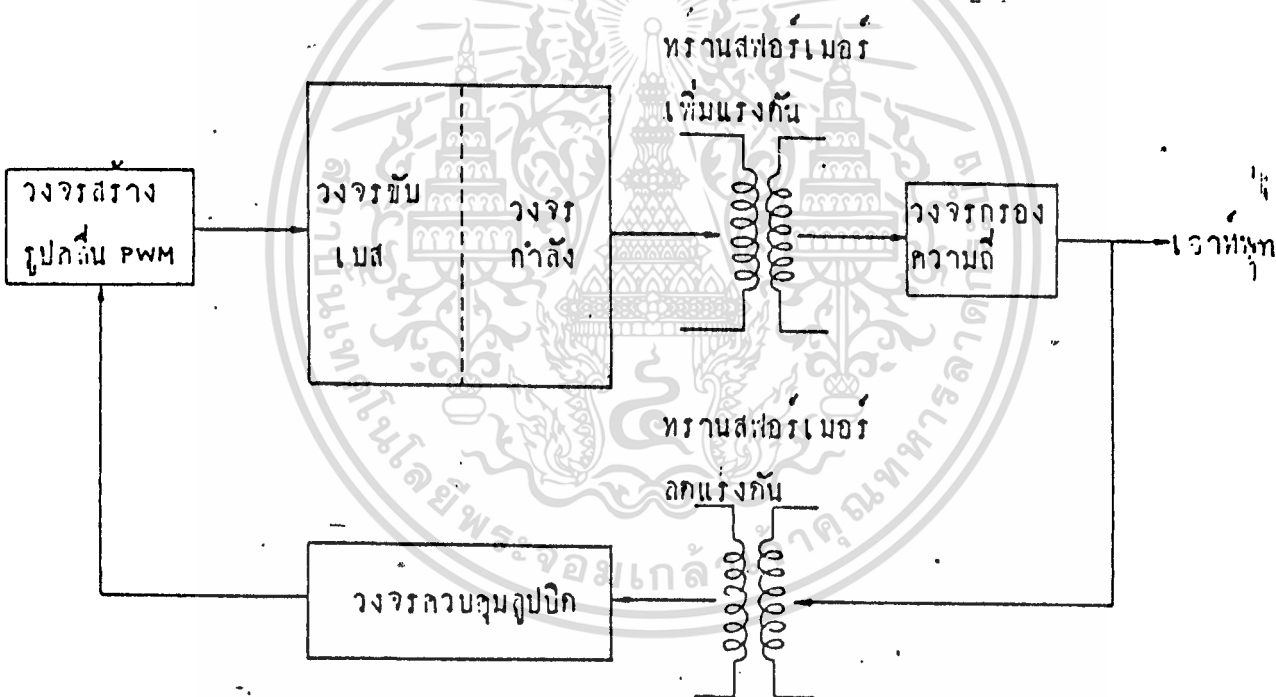
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๕) ๑๒.๖๐๓

ในโครงการนี้ ~~ได้เลือก~~ ใช้อินเวอร์เตอร์แบบพัลส์วิคท์ เพราะจะสร้างสัญญาณที่ได้รูปชายนที่บริสุทธิ์ทั้งง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพสูง

1. บล็อกไดอะแกรม (BLOCK DIAGRAM) และหลักการทงานของ PWH อินเวอร์เตอร์ :

PWH อินเวอร์เตอร์ ที่สร้างใน ~~โครงการ~~ นี้ สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูป และจะกล่าวถึงหลักการทงานเพียงคร่าว ๆ เท่านั้น ส่วนรายละเอียดจะกล่าวต่อไปภายหลัง



จาก บล็อกโคอะแกรม จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบหลักของระบบแบ่ง ออกไว้ 5 ส่วน ดังนี้

1) วงจรสร้างรูปแบบคลื่น PWM. เป็นส่วนที่สร้างสัญญาณพัลส์ เพื่อให้ใช้ในการควบคุมวงจรกำลังไว้ให้เอาต์พุตเป็นรูปคลื่น PWM.

2) วงจรขับเบส (BASE DRIVE CIRCUIT) ทำหน้าที่ขับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (POWER TRANSISTER) เพื่อให้ทำการสวิตช์ตามรูปแบบของคลื่น PWM.

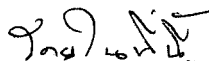
3) วงจรกำลัง (POWER STAGE) ซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์สวิตช์ ทำหน้าที่เปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟตรงให้อยู่ในรูปคลื่น PWM.

4) วงจรกรองความถี่ ทำหน้าที่ กรองความถี่ ชาร์จชนิดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นออกไป อันเนื่องจากสัญญาณที่ออกมาจากวงจรกำลัง เป็นรูปพัลส์ เพื่อให้ได้เอาต์พุตเป็นคลื่นรูปไซน์ที่ต้องการ

วงจรสร้างสัญญาณ PWM.

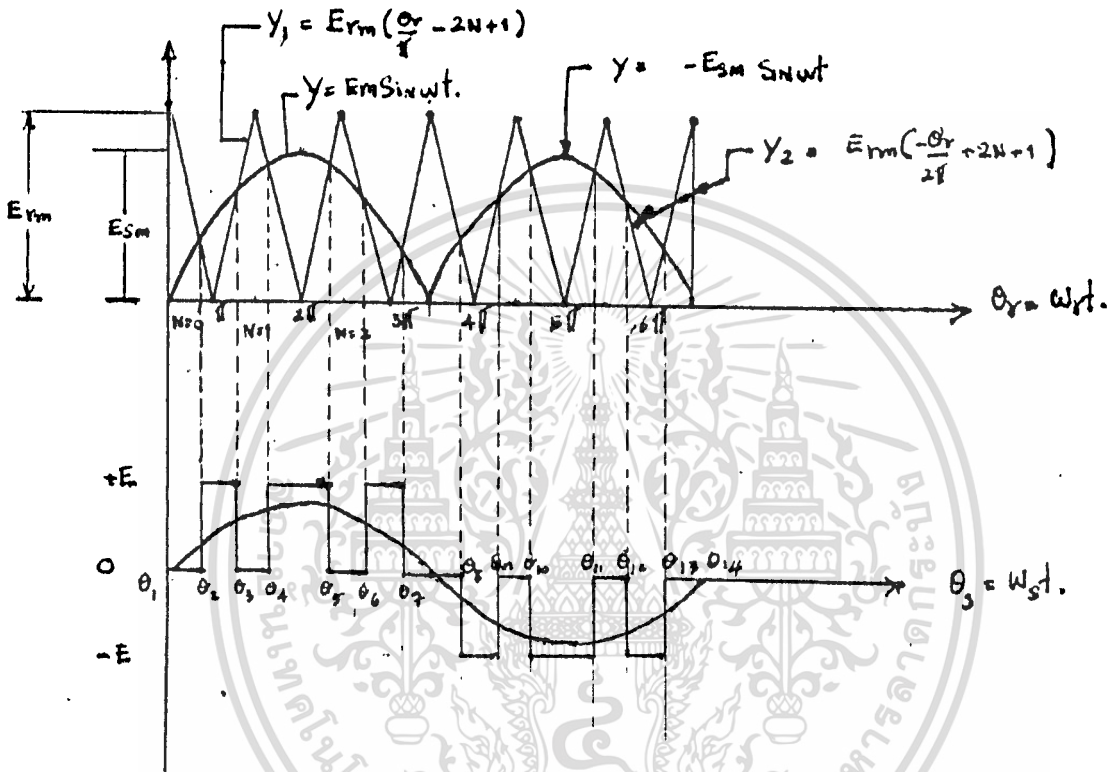
ในโครงงานนี้ สัญญาณที่ใช้ป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ในวงจรกำลังจะเป็นสัญญาณแบบ PWM. (PULSE-WIDTH MODULATION) ซึ่งเป็นสัญญาณซึ่งให้จากมอดูเลต (MODULATION) สัญญาณสามเหลี่ยมกับสัญญาณไซน์เข้าด้วยกัน โดยสัญญาณ PWM จะมีลักษณะเป็น พัลส์ (PULSE) โดยในแต่ละพัลส์จะมีความกว้างต่างกันไป ซึ่งสัญญาณ PWM นี้เมื่อผ่านวงจรกรองความถี่แล้วจะให้เป็นสัญญาณที่มีลักษณะคล้ายไซน์มาก และสามารถลดชาร์จชนิดที่ไม่ต้องการได้

ลักษณะสัญญาณ PWM.

สัญญาณ PWM. จะมีลักษณะ เป็นพัลส์  โดยในรูปของกราฟนี้สัญญาณจะมีการสวิตช์ซึ่งเป็น 3 ระดับ โดยมุมสวิตช์ซึ่งของสัญญาณจะอยู่ที่จุดคัทของสัญญาณสามเหลี่ยมและสัญญาณไซน์ใน ช่วงครึ่งวัฏจักรแรก ถ้าแรงดันของสัญญาณไซน์มากกว่าของสามเหลี่ยม สัญญาณ PWM. จะสวิตช์ขึ้นไปที่ +E โวลต์ และใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น มิใช่เอกสารที่จะนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงครึ่งไซเคิลหลังก็จะมีลักษณะตรงข้ามกับครึ่งคลื่นแรก คือ จะสลับขั้วไปที่ $-E$ จวลท์ กับ 0 จวลท์



รูปที่ 4.2 สัญญาณ PWM, ชนิด 3 ระดับ

~~4.1.2~~ การหาจุดตัดกันของสัญญาณ

จากรูป ~~4.2~~ 5.2 จุดตัดของสัญญาณสามเหลี่ยมกับสัญญาณไซน์ จะสามารถหาได้จาก การคำนวณโดยสัญญาณสามเหลี่ยมแต่ละลูกจะประกอบด้วย เส้นตรง 2 เส้น โดยเส้นหนึ่งมีความชันเป็นบวก และอีกเส้นมีความชันเป็นลบ ซึ่งแทนได้ด้วยสมการ

$$Y_1 = E_{rm} \left(\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 \right) \quad (1)$$

$$Y_2 = E_{rm} \left(-\frac{\theta_r}{\pi} + 2N + 1 \right) \quad (2)$$

$N = 0, 1, 2, \dots$ แทนจำนวนลูกคลื่นของสัญญาณสามเหลี่ยม
 ต่อสัญญาณชาย 1 คาบ และสัญญาณชายไม่มีสมการ

$$Y = E_{sm} \sin \theta_s \quad (3)$$

และในครึ่งไซเคิลหลังจะมีสมการ

$$Y = -E_{sm} \sin \theta_s \quad (4)$$

กำหนดให้ $\frac{W_r}{W_s} = \frac{\theta_r}{\theta_s} =$ อัตราส่วนของความถี่ (f)

และ $\frac{E_{sm}}{E_{rm}} =$ อัตราผ่านของแรงดัน (u)

โดยที่ $W_r > W_s$ เสมอ และ $E_{sm} \ll E_{rm}$

และจะเห็นว่าค่าที่ซ้ำกันของ N จะที่จุดคัทของคลื่นจำนวน 2 มุม พบ
 ในช่วงครึ่งไซเคิลแรก

- มุมที่ 1 - $Y_1 = Y$

$$E_{rm} \left(\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 \right) = E_{sm} \sin \theta_s$$

$$\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 = \frac{E_{sm} \sin \theta_r}{E_{rm} F}$$

$$\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 = a \sin \frac{\theta_r}{F}$$

$$\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 - a \sin \frac{\theta_r}{F} = 0 \quad (5)$$

- มุมที่ 2

$$Y_z = Y$$

$$E_{rm} \left(\frac{-\theta_r}{\pi} + 2N + 1 \right) = E_{sm} \sin \theta_s$$

$$\frac{-\theta_r}{\pi} + 2N + 1 = a \sin \frac{\theta_r}{F}$$

$$\frac{-\theta_r}{\pi} + 2N + 1 - a \sin \frac{\theta_r}{F} = 0 \quad (6)$$

และในครึ่งวงที่เหลือตั้ง

- มุมที่ 1

$$\frac{\theta_r}{\pi} - 2N + 1 + a \sin \frac{\theta_r}{F} = 0 \quad (7)$$

- มุมที่ 2

$$\frac{-\theta_r}{\pi} + 2N + 1 + a \sin \frac{\theta_r}{F} = 0 \quad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นสมการแม่เชิงเส้น igit จะประมวลหาค่าได้โดย μ COMPUTER
ตามขั้นตอนวิธี นิวตันราส์สัน และค่าที่ได้จะเป็นมุมสวิทช์ของสัญญาณ

งานตรงงานนี้จะสร้างสัญญาณ PWM โดย μ ไมโครโปรเซสเซอร์ (MICRO
PROCESSOR) Z-80 เป็นตัวสร้างสัญญาณ igit ต้องสร้างสัญญาณที่มีมุมสวิทช์ซึ่ง
ตรงกับค่าที่คำนวณได้ โดย μ โปรแกรมซึ่งจะกล่าวต่อไปในรายละเอียด สำหรับ
ค่าอัตราส่วนความถี่จะ μ เท่ากับ 20 ดังนั้นจะได้สัญญาณ PWM ที่มีจำนวนพัลส์
20 ลูกงาน 1 คาบ ซึ่งสัญญาณนี้เมื่อเข้าบริเตนที่สาร์จิมิตจะได้ว่า สาร์จิมิตที่
ต่ำกว่า 13 จะถูกลดหายไป ซึ่งสัญญาณนี้เมื่อเข้าแผงวงจรรองความถี่จะ μ สัญ
ญาณออกมาใกล้เคียงกับวงจรชายนีมาก การบริเตนที่สาร์จิมิตดูตามตารางรูปที่ 5.3

~~4.3~~

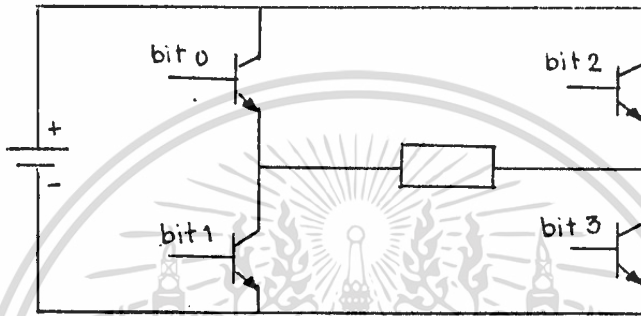
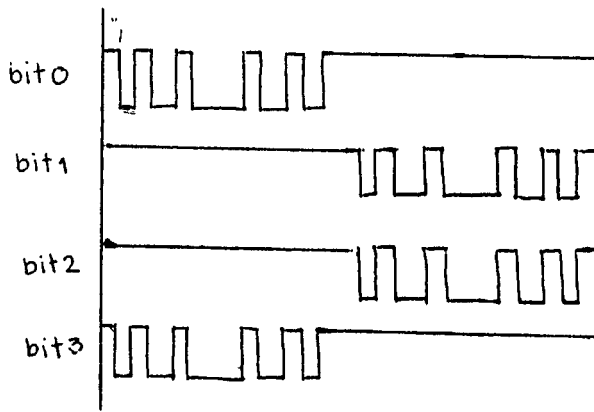
~~4.1.3~~ วงจรสัญญาณ PWM โดย μ ไมโครโปรเซสเซอร์

สัญญาณ PWM จะถูกสร้างจากไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 โดยการปร
แกรม μ ส่งค่าผ่านทาง 8255 ซึ่งถูกกำหนดให้พอร์ท A เป็นอินพุทพอร์ทและพอร์ท
B เป็นเอาต์พุทพอร์ท สัญญาณที่ออกจาก 8255 จะ μ เฉพาะบิต 0-บิต 3 เท่านั้น
เพราะ μ วงจรกำลัง μ เพาเวอร์ 4 ตัว โดยสัญญาณที่ออกจากแต่ละบิตจะมี
ค่าเป็น 0 V และ +5 V สลับกันโดยมีช่วงเวลาแสดงค่าแต่ละสถานะเป็น μ
ตามค่าที่คำนวณได้จากสมการข้างต้น สัญญาณแสดงได้ดังรูป ~~4.3~~ 5.4 โดยบิต
0 และบิต 3 จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่จะตรงข้ามกับ บิต 1 และ บิต 2 ซึ่งมี
ลักษณะเหมือนกัน เพราะถ้าทรานซิสเตอร์ที่อยู่บนแนวเดียวกันทำงานพร้อมกันจะ
เกิดการลัดวงจร

Harmonic Content of 3 Level Natural PWM Inverter
Frequency Ratio = 20

K	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Harmonic										
1	100.0	90.0	80.0	70.0	60.0	50.0	40.0	30.0	20.0	10.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	3.3	2.1	1.3	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	21.2	17.7	13.9	10.3	7.1	4.4	2.4	1.1	0.3	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	18.1	25.5	31.4	35.4	37.0	36.1	32.6	26.8	19.0	9.9
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	18.1	25.5	31.4	35.4	37.0	36.1	32.6	26.8	19.0	9.9
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	21.2	17.7	13.9	10.3	7.1	4.4	2.4	1.1	0.3	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	3.3	2.1	1.3	0.7	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.9	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	5.0	3.1	1.7	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	11.9	10.7	8.4	5.8	3.4	1.7	0.6	0.2	0.0	0.0
36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.9	6.8	11.5	13.7	13.2	10.6	7.0	3.5	1.2	0.2
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	6.8	10.5	10.5	6.4	0.8	9.1	15.7	18.5	16.3	9.5
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	6.8	10.5	10.5	6.5	0.8	9.1	15.7	18.5	16.3	9.5
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.9	6.8	11.5	13.7	13.2	10.6	7.0	3.5	1.2	0.2
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	11.9	10.7	8.4	5.8	3.4	1.7	0.6	0.2	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	5.4	3.3	1.8	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	2.7	1.3	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูป 4.3** เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ออกจากแต่ละบิตของ 8255

สัญญาณที่ออกจาก 8255 จะมีลักษณะตรงข้ามกับสัญญาณที่จะนำมาป้อนกับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ เพราะว่าถ้าเมื่อนำสัญญาณบนพ่วงวงจรรับเบสแล้วสัญญาณจะถูกอินเวอร์สกลับมาเป็นสัญญาณใช้งาน

หลังจากสัญญาณออกจาก 8255 แล้วจะผ่าน MC 14050 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์เพื่อรับแรงดันให้สม่ำเสมอ เพราะสัญญาณที่ออกจาก 8255 จะไม่สม่ำเสมอและแรงดันที่ออกอาจจะไม่ถึง 5 V เมื่อผ่านบัฟเฟอร์แล้วจะต่อกับพ่วง 7407 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์แบบ Open Collector ซึ่งสามารถเพิ่มแรงดันได้ถึง 15 V โดยต่อวงจรพูลอัพ (Pull Up) แหล่งจ่าย 15 V และขาของ 7407 จะทางให้ได้สัญญาณ PWM ที่มีแรงดัน +15 V , 0 V สลับกัน เพราะวงจรรับเบสต้องการสัญญาณ PWM เข้ามีขนาดแรงดัน 15 V เพราะมีพัลส์ทรานส์ฟอร์เมอร์เป็นเอาต์พุตซึ่งจะทางานได้ดีที่แรงดันสูง รูปที่ ~~4.5~~^{5.5} แสดงวงจรสร้างสัญญาณ PWM

4.1.4 การควบคุมลูปปิดเพื่อรักษาแรงดัน

งานการเปลี่ยนแปลงโหลดของ UPS จะมีผลทำให้ระดับแรงดันที่เอาท์พุท
 เปลี่ยนไป เพื่อให้ได้แรงดันที่เอาท์พุทคงที่จึงต้องมีการปรับความกว้างของพัลส์
 ของสัญญาณ PWM โดยถ้าแรงดันที่เอาท์พุทตกเมื่อเพิ่มโหลด จะต้องมีกาเพิ่มความ
 กว้างของพัลส์และลดความกว้างของพัลส์เมื่อแรงดันเอาท์พุทเกิน ตัวเซนเซอร์
 แรงดันจะนำสัญญาณมาส่งลดค่าแรงดันลงมาแล้วแปลงเป็น DC โดยมี C เป็นตัวกรอง
 สัญญาณให้โดยเรียบโดย C ต้องมีค่าพอเหมาะเพื่อให้แรงดัน DC นี้ตอบสนองกับ
 แรงดันเอาท์พุทอย่างรวดเร็วแล้วป้อนให้ ADC 0809 ซึ่งเป็นเอซีเปลี่ยนสัญญาณ
 อนาล็อกเป็นดิจิตอล โดยสัญญาณดิจิตอลนี้จะส่งผ่านบัฟเฟอร์ (MC 14050) แล้วส่ง
 เข้าพอร์ท A ของ 8255 เพื่อผ่านเข้า Z-80 อีกที แล้ว Z-80 จะอ่านค่าแรงดัน
 ดิจิตอลนี้ แล้วตัดสินใจเลือกแพทเทิร์นของสัญญาณโดยการอ่านข้อมูลจากความ
 จำมาป้อนให้กับโปรแกรมโดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้เป็นชุดๆสำหรับแต่ละ PATTERN
 โดยแต่ละ PATTERN จะนำสัญญาณออกมาโดยมีความกว้างของพัลส์ไม่เท่ากัน

4.1.5 โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM

โปรแกรมสร้างสัญญาณจะเป็นโปรแกรมที่ส่งให้ 8255 ส่งค่า 0 และ 1
 ออกมาสลับกันทางพิน 0 - พิน 3 โดยมีช่วงเวลาตามค่าที่คำนวณได้ตามสูตรซึ่ง
 ช่วงเวลาที่ใช้ 8255 ส่งค่าออกมานี้จะนำหลักการหนึ่งช่วงเวลาโดยให้ 8255 ส่ง
 ค่าออกมาแล้ววนลูปหนึ่งช่วงเวลาไว้ตามค่าที่ต้องการแล้วจึงส่งค่าอีกค่าออกมาโดยค่า
 หนึ่งเวลานี้จะเป็นข้อมูลที่ได้รับจากความจำแล้วถูกดึงออกมาป้อนให้โปรแกรม
 โดยค่านี้คำนวณได้จากแต่ละค่าส่งของโปรแกรมว่าแต่ละค่าส่งใช้เวลาไปมาตรงเขต
 ก็จะได้ว่ารอบหนึ่งรอบของการหนึ่งเวลาใช้เวลาเท่าไร ก็จะมาหาว่าส่งให้หนึ่ง
 เวลาที่รอบถึงจะได้ความกว้างของพัลส์ตามต้องการ ส่วนการปรับระดับแรงดันในตอน
 ต้นโปรแกรมของแต่ละรอบของ 1 คาบจะมีการอ่านค่าจาก PORTA ของ 8255 ว่า
 ระดับแรงดันมีค่าเท่าไรแล้วจึงตัดสินใจเลือก PATTERN ว่าจะให้ชุดใดแล้วจึงไปอ่าน
 ข้อมูลของ PATTERN ชุดนั้นมาป้อนให้กับโปรแกรม โปรแกรมและข้อมูลแสดงจนหน้า
 ถัดไป ข้อมูลที่ได้รับจะมีทั้งหมด 16 ชุด ซึ่งจะปรับค่าได้ 16 PATTERN ของสัญญาณ
 PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM

F000	LD A,90H ^{Control Port}	3E 90
F002	OUT (13H),A	D3 13
F004	START: IN A,(10H) ^{Port A}	DB 10
F006	LD HL,VECTOR TABLE	21 00 F1
F009	ADD A,A	87
F00A	ADD A,L	85
F00B	LD L,A	6F
F00C	LD E,(HL)	5E
F00D	INC HL	23
F00E	LD D,(HL)	56
F00F	EX DE,HL	EB
F010	LD B,02H	06 02
F012	LD C,06H	0E 06
F014	A0:PUSH BC	C5
F015	LD A,OFFH	3E FF
F017	LD B,(HL)	46
F018	INC HL	23
F019	A1: OUT (11H),A	D3 11
F01B	DJNZ A1	10 FC
F01D	LD A,OFFH	3E FF
F01F	LD B,0AH	06 0A
F021	A2: LD D,(HL)	56
F022	INC HL	23
F023	CPL	2F
F024	OR C	B1

F025	CALL A4	CD 47 FO
F02B	DJNZ A2	10 F7
F02A	LD A,00F	3E 00
F02C	LD B,0AH	06 0A
F02E	DEC HL	2B
F02F	A3:LD D, (HL)	56
F030	DEC HL	2B
F031	CPL	2F
F032	OR C	B1
F033	CALL A4	CD 47, FO
F036	DJNZ A3	10 F7
F038	LD B, (HL)	46
F039	LD A,OFFH	3E FF
F03B	A6:OUT (11H),A	D3 11
F03D	DJNZ A6	10 FC
F03F	POP BC	C1
F040	LD C,09H	0E 06
F042	DJNZ A0	10 D0
F044	JP START	C3 04 FO
F047	A4:PUSH BC	45
F048	LD C,A	4F
F049	A5:LD A,C	79
F04A	OUT (11H),A	D3 11
F04C	DEC D	15
F04D	LD A,00H	3E 00
F04F	CP D	BA
F050	JP NZ ,A5	C2 49 FO

F053	LD A,C
F054	POP BC
F055	RET

79

C1

C9

START	F004
A0	F014
A1	F019
A2	F021
A3	F02F
A4	F047
A5	F049
A6	F03B
VECTOR TABLE	F100

ข้อมูลที่ใช้สร้างสัญญาณ

F100	F0	F101	F2	F102	E0	F103	F2
F104	D0	F105	F2	F106	C0	F107	F2
F108	B0	F109	F2	F10A	A0	F10B	F2
F10C	90	F10D	F2	F10E	80	F10F	F2
F110	70	F111	F2	F112	60	F113	F2
F114	50	F115	F2	F116	40	F117	F2
F118	30	F119	F2	F11A	20	F11B	F2
F11C	10	F11D	F2	F11E	00	F11F	F2

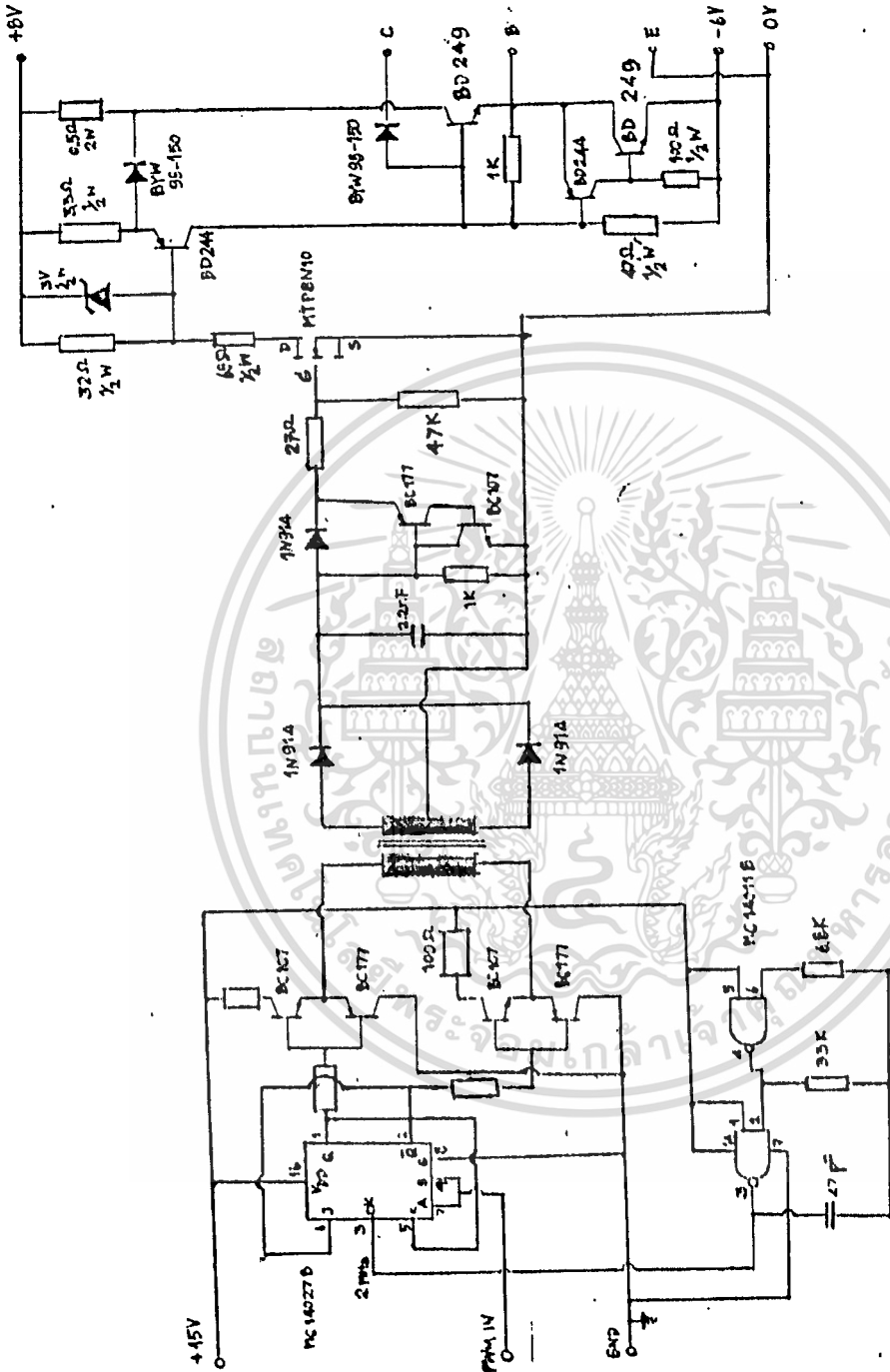
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F200	1D	F201	03	F202	1F	F203	0C
F204	17	F205	14	F206	12	F207	1A
F208	0D	F209	1D	F20A	0D		
F210	1D	F211	03	F212	21	F213	0D
F214	18	F215	15	F216	11	F217	1A
F218	0C	F219	1D	F21A	0B		
F220	1D	F221	03	F222	21	F223	0D
F224	18	F225	15	F226	10	F227	1C
F228	0C	F229	1E	F22A	0A		
F230	1D	F231	03	F232	21	F233	0D
F234	17	F235	15	F236	10	F237	1B
F238	0B	F239	1F	F23A	09		
F240	1D	F241	03	F242	21	F243	0E
F244	17	F245	16	F246	0F	F247	1C
F248	0A	F249	1F	F24A	09		
F250	1D	F251	03	F252	20	F253	0E
F254	16	F255	17	F256	0E	F257	1D
F258	09	F259	20	F25A	0B		
F260	1D	F261	04	F262	20	F263	0E
F264	16	F265	17	F266	0E	F267	1D
F268	09	F269	21	F26A	07		
F270	1D	F271	04	F272	20	F273	0F
F274	16	F275	18	F276	0D	F277	1E
F278	0B	F279	22	F27A	06		
F280	1C	F281	04	F282	20	F283	0F
F284	15	F285	18	F286	0D	F287	1F
F288	07	F289	22	F28A	05		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F290	1C	F291	04	F292	20	F293	0F
F294	15	F295	19	F296	0C	F297	20
F298	07	F299	23	F29A	05		
F2A0	1C	F2A1	04	F2A2	1F	F2A3	10
F2A4	14	F2A5	1A	F2A6	0B	F2A7	20
F2AB	06	F2A9	23	F2AA	04		
F2B0	1C	F2B1	04	F2B2	1F	F2B3	10
F2B4	14	F2B5	1A	F2B6	0A	F2B7	21
F2BB	05	F2B9	25	F2BA	03		
F2C0	1C	F2C1	04	F2C2	1F	F2C3	11
F2C4	13	F2C5	1B	F2C6	0A	F2C7	22
F2C8	04	F2C9	26	F2CA	02		
F2D0	1C	F2D1	04	F2D2	1F	F2D3	11
F2D4	13	F2D5	1B	F2D6	09	F2D7	22
F2D8	04	F2D9	26	F2DA	02		
F2E0	1C	F2E1	05	F2E2	1E	F2E3	11
F2E4	12	F2E5	1C	F2E6	09	F2E7	23
F2E8	03	F2E9	27	F2EA	01		
→ F2F0	1C	F2F1	05	F2F2	1E	F2F3	12
F2F4	12	F2F5	1C	F2F6	0B	F2F7	24
F2F8	02	F2F9	28	F2FA	C1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 วงจรขับรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUX YOU



วงจรขับเบส

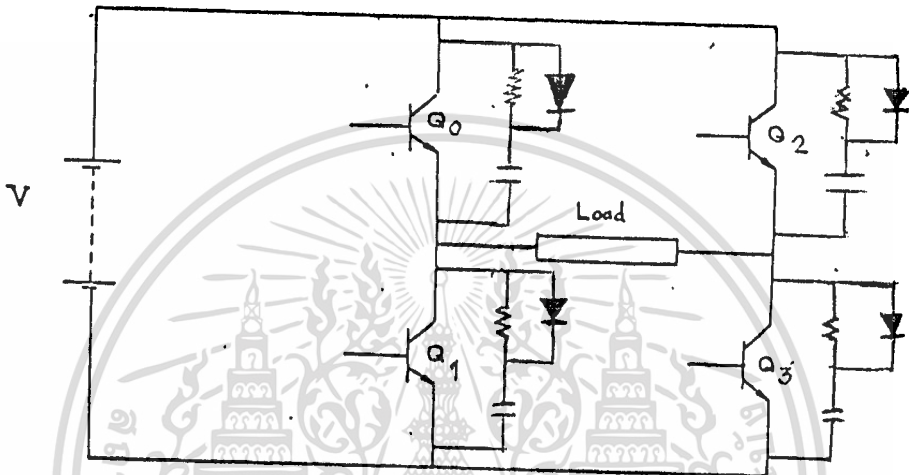
หลังจากสร้างรูปแบบพัลส์ตามที่ต้องการแล้วจะนำสัญญาณพัลส์ที่ได้มาขยายกระแสเพื่อที่จะไบซิปเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรกำลัง สิ่งสำคัญในภาคนี้คือสัญญาณที่ออกจากบับเพอร์แบบ open collector (7407) มีทั้งหมด 4 บิตจะนำมามอดูเลตกับสัญญาณคล็อกที่สร้างโดยชุดของ MC 14011B ที่ MC14027B ซึ่งเมื่อสัญญาณมีสถานะเป็น 1 เอาท์พุทที่ออกมาจากขา 1 และ 2 ของ MC14027 จะมีสถานะเป็น 0 แต่เมื่อสัญญาณมีสถานะเป็น 0 เอาท์พุทที่ออกมาจากขา 1 และ 2 จะมีสถานะเป็น 1 แต่อยู่ในลักษณะอินเวอร์สกัน ซึ่งจะทำให้สัญญาณที่เข้าสู่พัลส์ทรานส์ฟอร์มเมอร์เป็น ± 15 V ซึ่งทางด้านทุติยภูมิจะมีชุด เร็คติฟลายเออร์แบบเซ็นเตอร์แท็ปแปลงให้เป็น $+ 15$ V เพื่อทำที่ MTP8N10 ทางานซึ่งเมื่อมาถึงส่วนนี้พอที่จะสรุปได้ว่าเมื่อสัญญาณ PWM อินพุทเป็น 0 สัญญาณที่เข้า MP8N10 จะเป็น $+15$ V ซึ่งจะทำให้ MTP8N10 ทางานถ้าสัญญาณเป็น 1 สัญญาณที่เข้า MTP8N10 จะเป็น 0 ซึ่ง MTP8N10 จะไม่ทางาน

เมื่อ MTP8N10 ทางานจะทำให้ BD244 BD249 ชุดบนทางานซึ่งทรานซิสเตอร์ทั้งสองทำหน้าที่ขยายกระแสของสัญญาณ PWM ซึ่งเอาต์พุทที่ออกมาจะนำไปขับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรกำลัง ส่วน BD244 BD249 ชุดล่างทำหน้าที่ช่วยให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ฮีทเร็วขึ้นโดยดึงกระแสเบสย้อนกลับโดย BD244 BD249 ชุดล่าง เข้าสู่ขั้วหลายเพื่อป้องกันการนาคกระแส 2 ชุดบน BRANCH เดียวกัน

วงจรกำลัง

เป็นส่วนหนึ่งที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่โหลด โดยนำใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ดึงวงจรแสดวงจรถูกกำลัง เมื่อเริ่มทางาน สมมติที่ Q0 และ Q3 ทางานในครึ่งซีกลบวงจรถูกจะบ่อนกระแสเบสที่แก่ Q0 และ Q3 ทางาน กระแสจะไหลผ่าน Q0 ผ่านหม้อแปลงเพิ่มแรงดันผ่าน Q3 ซึ่งจะครบ

วงจรเมื่อไม่มีกระแสเบสจากวงจรขั้วเบส Q_0 และ Q_3 จะถูกรีเวอร์สไบอัสอย่างรวดเร็วจึงขณะเดียวกันวงจรขั้วเบสของ Q_1 และ Q_2 จะบ่อนกระแสเบสที่ Q_1 และ Q_2 ทางานมีกระแสผ่าน Q_2 ผ่านหม้อแปลง ผ่าน Q_1 ซึ่งจะเห็นว่ากระแสที่ผ่านหม้อแปลงจะกลับทิศกันเมื่อ Q_0 , Q_3 และ Q_1 , Q_2 ทางาน



ในวงจรจะเห็นว่ามียังวงจร สนับเบอส์ (snubber) ต่อคร่อมกับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ 4 ตัว วงจรสับเบอส์นี้แสดงให้คงรูป เป็นวงจรป้องกันหรือจำกัดค่า dv/dt ที่คร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์อื่นเนื่องมาจากการสวิตช์ชิ่งของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ คาปาซิเตอร์ จะจับ dv/dt ที่เกิดขึ้นเป็นกระแส ($i = dv/dt$) และไหลเข้าไปหาการประจุ (charge) ในคาปาซิเตอร์ซึ่งจะเป็นการลดค่า dv/dt หรือลดค่าสปีก (spike) นั้นเอง และเมื่อเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสคาปาซิเตอร์ก็จะคายประจุค่าให้แก่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทาให้เกิด di/dt นี้จะสามารถลดลงให้เหมาะสมได้เมื่อผ่านความต้านทาน ส่วนไดโอดจะทาให้กระแสขณะเกิด dv/dt ไหลเข้าคาปาซิเตอร์ให้โดยไม่มีห้องผ่านตัวต้านทาน ค่าของคาปาซิเตอร์และความต้านทานนั้นจะขึ้นอยู่กับแรงดันที่เต็มวงจรรและขนาดของสายบคหรือ dv/dt ที่เกิดขึ้นแต่การคำนวณหาค่าก็ให้ผลที่ไม่น่าพอใจ ค่าที่ได้ส่วนมากจะมาจากผลการทดลองโดยเลือกค่าที่เหมาะสมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

วงจรรองความถี่

วงจรรองความถี่ มีประโยชน์อย่างมากสำหรับใช้ปรับปรุงลักษณะด้าน
เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ วงจรรองความถี่ที่ใช้งานที่นำพาใช้
กับอินเวอร์เตอร์ชนิดเฟสเดียว ซึ่งแรงดันเอาต์พุต เป็นคลื่นสี่เหลี่ยม

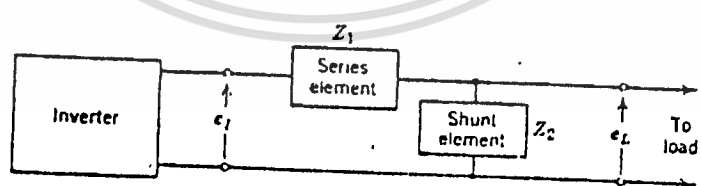
วงจรรองความถี่ เมื่อนำต่อเข้ากับ เอาต์พุต ของอินเวอร์เตอร์แล้ว
จะลดฮาร์มอนิกที่ปรากฏขึ้นที่โหลดในการพิจารณา เริ่มแรกต้องดูค่า
อิมพีแดนซ์ขาน เพื่อพิจารณากระแสฮาร์มอนิก ส่วนอิมพีแดนซ์อนุกรม จะพิจารณา
แรงดันฮาร์มอนิก ที่ปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 5.1 การลดค่า ฮาร์มอนิก ขึ้นอยู่กับอัตรา
ส่วนของค่า อิมพีแดนซ์ของ โหลด และ shunt element ที่ขนานกับ
ค่าอิมพีแดนซ์ ทั้งหมดที่ความถี่นั้น

นั่นคือ

$$\frac{e_L}{e_I} = \frac{Z_o}{Z_1 + Z_o}$$

โดยที่

$$Z_o = \frac{Z_z \cdot Z_L}{Z_z + Z_L}$$

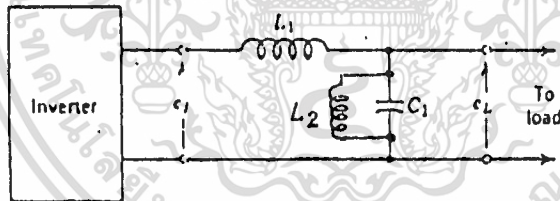


รูปที่ 5.1

ส่วนของ shunt filter เพิ่มขึ้นสู่ภาวะปกติของกระแสอินเวอร์เตอร์สแควร์เวฟทั้งหมด ส่วน Series จะมีรายละเอียดซึ่งจะกำหนดกระแสไหลที่ไหลผ่านมัน การพิจารณาขั้นพื้นฐานในการออกแบบวงจรกรองความถี่ เพื่อจะลดฮาร์มอนิก อย่างเพียงพอคือต้องหาให้

1. ค่า KVA ที่ต้องการของ อินเวอร์เตอร์ น้อยที่สุด
2. ค่าการเปลี่ยนแปลงของ แรงดันที่ไหลค น้อยที่สุดขณะที่ ไหลค ถูกแปรค่าออกนอกขอบเขต
3. วงจรกรองความถี่มีราคาถูกที่สุด
4. วงจรกรองความถี่มีขนาดและน้ำหนักน้อยที่สุด

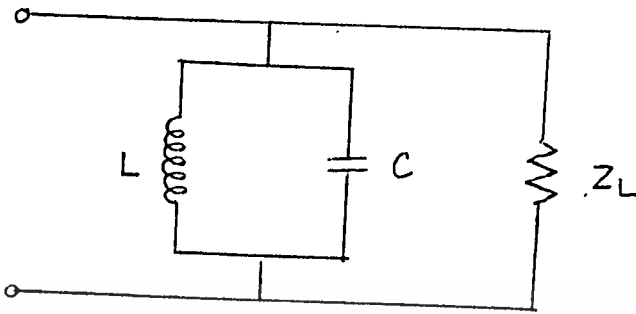
รูปแบบที่ง่ายที่สุดของวงจรกรองความถี่ เป็นแบบ Single Section L-C filter แสดงดังรูป 5.2 6.2



รูปที่ 5.2 Single L-C filter

เมื่อออกแบบค่า L , C ที่เหมาะสมแล้วจะหาให้สามารถลดค่าฮาร์มอนิกได้เพียงพอ

การออกแบบพื้นฐานสำหรับ SHUNT ELEMENT



จากวงจร

$$Y_o = G + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}$$

$$= G + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$$

ซึ่ง Z_o มีค่า = Z_L เมื่อ $\omega C - \frac{1}{\omega L} = 0$ คือ $Y_o = G$, $Z_o = Z_L$ ดังนั้นจะได้ $\omega C = \frac{1}{\omega L}$

$$LC = \frac{1}{\omega^2}$$

ดังนั้นที่จุด CUT OFF 50 Hz

$$LC = \frac{1}{2\pi \times 50^2}$$

ซึ่งเมื่อเลือกค่า L, C ที่เหมาะสมจะหา Z_o มีค่าเท่ากับ Z_L ส่วนการเลือกค่า SERVICE ELEMENT นั้นควรใช้ L ที่มีขนาดพอเหมาะเพื่อรองความถี่ฮาร์โมนิคได้ดี และลวดที่ใช้พัน L ควรมีขนาดพอเหมาะเพื่อไม่ให้ L SATURATE ซึ่งจะหา Z_o ที่มีแรงดันคร่อมที่ L มาก

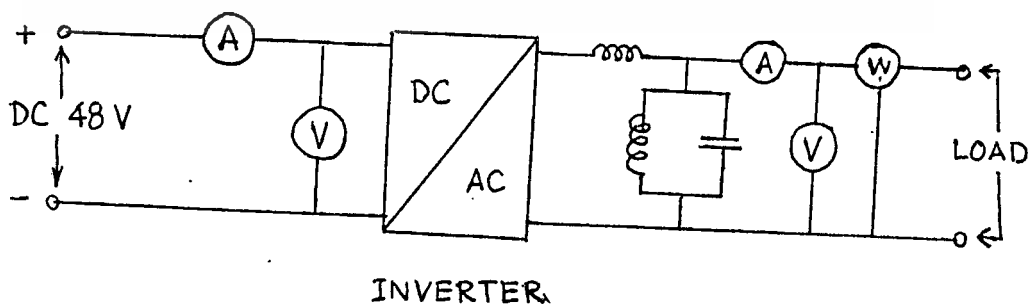
ผลการทดลอง

ใช้แหล่งจ่ายไฟ DC 48 V

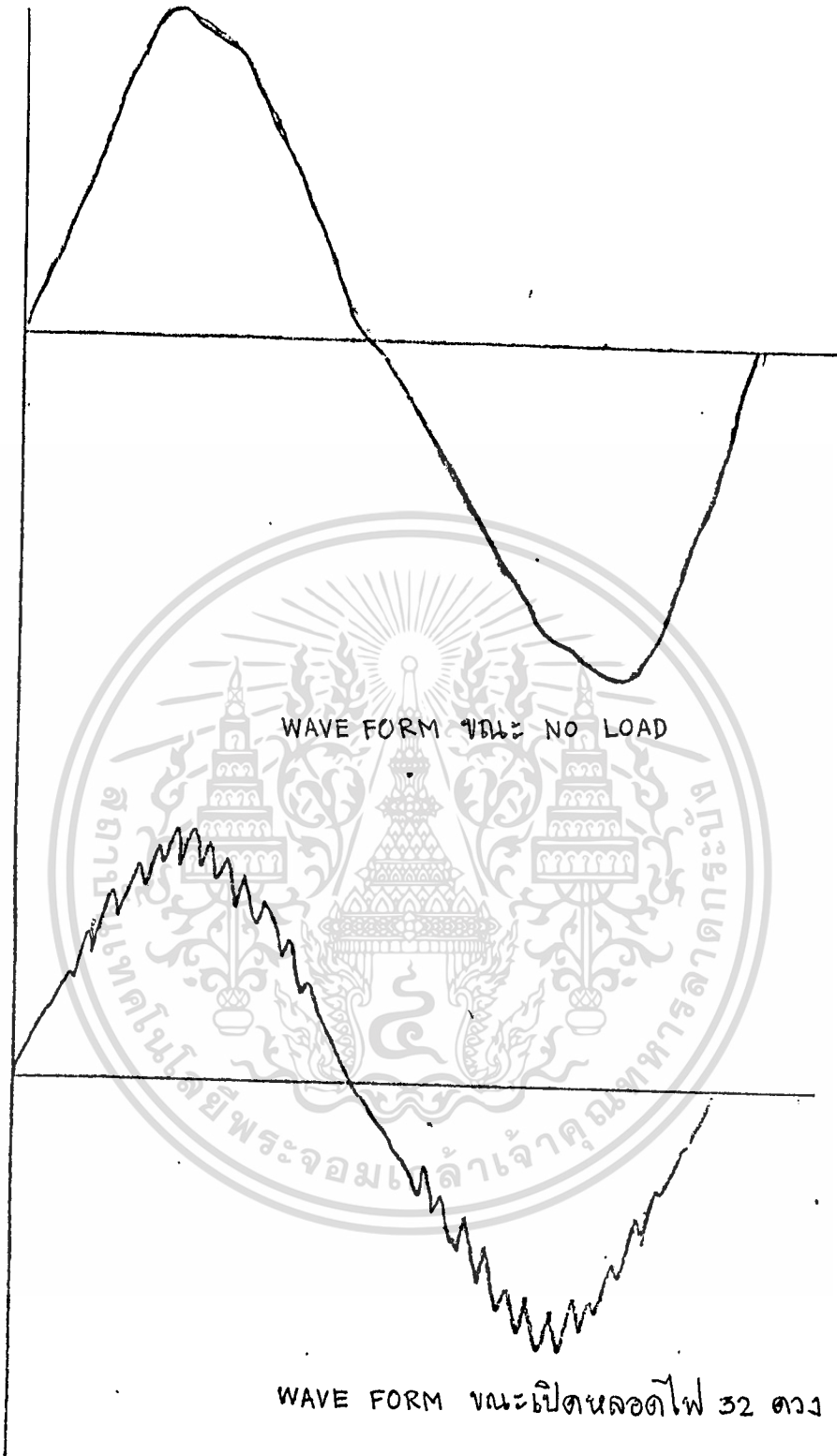
โหลดหลอดไฟขนาด 100 W 220 V

หลอดไฟ	I_{in}	W_{in}	I_L	V_L	W_L	eff(%)
0	1.5	72	0	100	0	0
2	2.7	130	0.5	98	48	37.6
4	3.4	163	0.9	94	71	43.5
6	4.3	206	1.3	91	94	45.8
8	5.1	245	1.8	88	126	51.7
12	6.7	322	2.5	84	168	52.2
16	8.0	384	3.4	80	231	60.2
20	9.0	432	4.1	75	261	60.5
26	10.6	509	5.3	69	311	61.1
32	12.0	576	6.5	65	380	66.0

รูปการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

สำหรับโครงงานนี้ จะเห็นได้ว่า แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ได้ทดลองสร้างขึ้นนี้ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากองค์ประกอบหลายประการ อาทิเช่น ส่วนแบตเตอรี่ชาร์จเจอร์นั้น เนื่องจากขาดอุปกรณ์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญคือ แบตเตอรี่ ซึ่ง แบตเตอรี่ที่ใช้นั้นจะต้องจ่ายไฟได้สูงถึงประมาณ 75A หากใช้อุปกรณ์ต่างๆในส่วนนี้มีราคาสูงมาก ซึ่งงานการทดลองของโครงงานนี้ได้แก้ไขโดยใช้เครื่องจ่ายแรงดันแบบปรับค่าได้ (Slide Regulator) ฟานเรตติไฟเออร์แบบบริดจ์และใช้ตัวเก็บประจุ เป็นตัวจำกัดริบเปิ้ลซึ่งจะได้กระแสไฟตรง คัดสายจากแบตเตอรี่ แต่เมื่อใช้เครื่องจ่ายแรงดันแบบปรับค่าได้ ก็ยังมีจุดบกพร่องคือ การจ่ายกระแสไฟแก่โหลดนั้นจะจ่ายได้จำกัดคือประมาณ 15A เท่าที่เครื่องจ่ายแรงดันแบบปรับค่าได้จ่ายได้ หากให้การคานวนหาตัวเรตจูเลชั่นไม่สามารถหาได้เพราะไม่มีแรงดันเมื่อโหลดเต็มที่ แต่จากการทดลองที่โหลดสูงสุดที่เครื่องจ่ายแรงดันแบบปรับค่าได้จ่ายได้ เรตจูเลชั่นที่จุดนั้นน่าพอใจ

ส่วนการสร้างสัญญาณ PWM ในโครงงานนี้ยังมีจุดที่น่าแก้ไขคือส่วนของ PATTERN คือเรายังสามารถเพิ่ม PATTERN ได้อีกมาก ซึ่งจะมีตัวช่วยในการเรตจูเลชั่นและการตอบสนองของการเลือก PATTERN ยังสามารถปรับปรุงให้เร็วขึ้นได้โดยการแก้ไขที่โปรแกรมและโปรแกรมทั้งหมดที่ได้ดาวน์โหลด EPROM เพราะงานโครงงานนี้ไม่ได้ใช้โปรแกรมลง EPROM ซึ่งเมื่อมีสัญญาณจากส่วนอื่นมารบกวนอาจทำให้โปรแกรมที่อยู่หน่วยความจำของ MPF-1 เปลี่ยนแปลงได้

ส่วนวงจรขับเบสงานโครงงานนี้ จากการทดลองเห็นได้ว่ารูปแบบสัญญาณอินพุทและเอาต์พุทแทบไม่แตกต่างกันเลยซึ่งได้ตรงวัตถุประสงค์มากแต่ยังไม่สมบูรณ์พร้อมคือวงจรขับเบสที่ใช้นั้นต้องการซีพหลาย +8V และ -0V เป็นตัวจ่ายกระแส ซึ่งงานความเป็นจริงแล้วในส่วนซีพหลายนี้ต้องจ่ายจากแบตเตอรี่ซึ่งไม่มีจึงต้องจ่ายไฟผ่านผ่านหม้อแปลงลดแรงดันและใช้ I.C เรตจูเลทช่วยในการปรับแรงดันให้คงที่ ซึ่งงานการทดลองได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ส่วนการองความถี่นั้นจากการทดลองสามารถให้รูปออกมามีเอกลักษณ์เพียงชายน์มากเมื่อไม่มีโหลดและเพี้ยนเล็กน้อยเมื่อเพิ่มโหลดมากกว่าซึ่งงานส่วนนี้สามารถปรับ

ได้ยึดถือยึดถือเพื่อวงจรรองความถี่แบบอื่นซึ่งอาจได้ผลที่ดีกว่างานตรงงานนี้
 ulyสรุปแล้ว ถึงแม้ตรงงานนี้ยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้จริงจึงยังไม่
 ได้แสดงถึงความถี่เป็นปกติของหลักการตั้งกลาวเบงชางาน ซึ่งเชื่อได้ว่าเมื่อรับ
 บรุงส่วนต่างๆที่กลาวมาแล้วนั้น ก็สามารถได้แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่องที่ประสิทธิภาพ
 ที่ดีได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

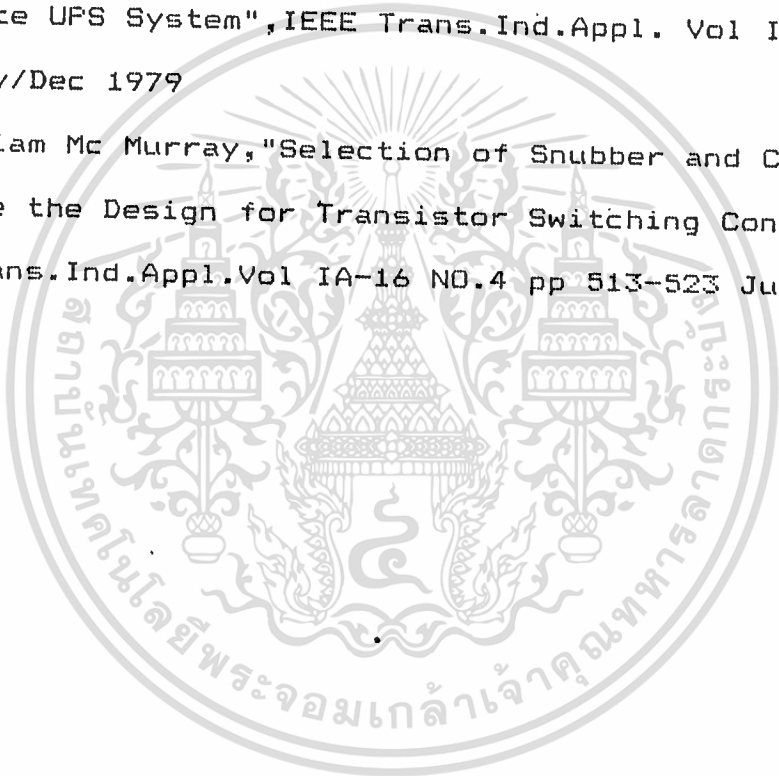
กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ภาณุ สุวรรณา อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ วรศักดิ์ จิตรภักดิ์ ที่ได้ให้ความรู้ วิทยากรศึกษา ชี้แนะแนวทางตลอดระยะเวลาการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนและรุ่นน้องที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้จัดทำ



หนังสืออ้างอิง

1. Ralph E. Tarter, "Principle of Solid-state Power Conversion", Noward W Sams & Co., Inc First Edition 1985
2. George Chryssis, "High ~~Sw~~ Frequency Switching Power Supply",
Mc Grawhill Book 1984 ^{FRE}
3. B.D. Bedford, R.G. Hoft, "Principle of Inverter Circuit", John Winly & Sons
4. S.B. DEWAN, "Optimum Filter Design for a Single-Phase Solid-State UPS System", IEEE Trans. Ind. Appl. Vol IA-15 PP164-169 Nov/Dec 1979
5. William Mc Murray, "Selection of Snubber and Ciamps to Optimize the Design for Transistor Switching Converter", IEEE Trans. Ind. Appl. Vol IA-16 NO.4 pp 513-523 July/Aug 1980



SCL4049UB Inverting
SCL4050B Non-Inverting



CMOS
HEX BUFFERS/CONVERTERS

FEATURES

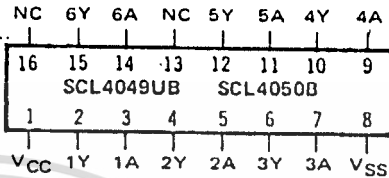
- ◆ Direct Drive of 2 TTL/DTL Loads
- ◆ Operation from Single Supply
- ◆ Pin-for-Pin Replacements for SCL4009B, SCL4010B

DESCRIPTION

The SCL4049UB and SCL4050B are Inverting and Non-Inverting Hex Buffers, respectively, and feature logic-level conversion using only one supply voltage (V_{CC}). The Input-signal high level (V_{IH}) can exceed the V_{CC} supply voltage when these devices are used for logic-level conversions. These devices are intended for use as CMOS-to-DTL/TTL converters and can drive directly two DTL/TTL Loads.

The SCL4049UB and SCL4050B are interchangeable with SCL4009UB and SCL4010B devices, respectively. In these applications the SCL4049UB and SCL4050B are pin-compatible with the SCL4009UB and SCL4010B, respectively, and can be substituted for these devices in existing as well as in new designs. Terminal No. 16 is not connected internally on the SCL4049UB or SCL4050B; therefore, connection to this terminal is of no consequence to circuit operation.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

- C 16-pin, Cerdip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

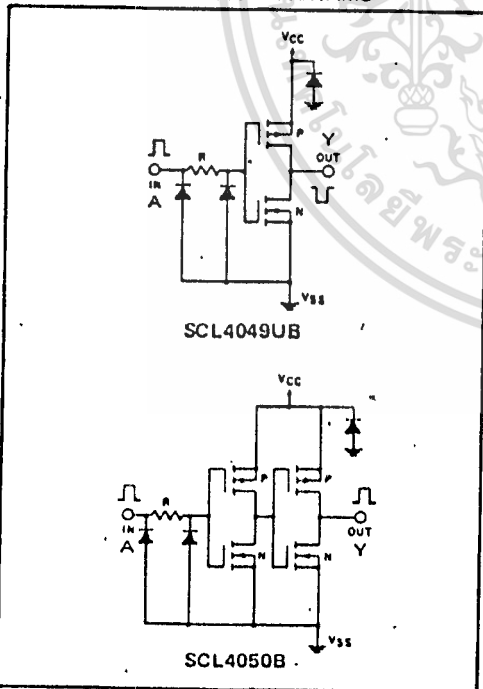
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

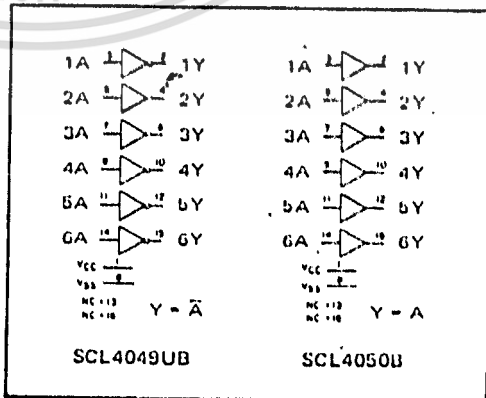
DC Supply Voltage	$V_{CC} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

Note: These devices contain input protection networks to V_{SS} only. Therefore, V_{IH} (max) may exceed V_{CC} without damage (subject to absolute maximum ratings).

SCHEMATIC DIAGRAMS



LOGIC DIAGRAMS



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS^{1,2}

PARAMETER	V _{CC} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ²		+25°C			T _{HIGH} ²		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I _{CC}	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	5	1.0	0.005	1.0	30	μA _{dc}		
			10	2.0	0.01	2.0	60			
			15	4.0	0.02	4.0	120			
MINIMUM INPUT HIGH VOLTAGE SCL4049UB	V _{IH}	V _{OL} =0.5V V _{OL} =1.0V V _{OL} =1.5V	5	4.0	2.75	4.0	4.0	Vdc		
			10	8.0	5.5	8.0	8.0			
			15	12.0	8.25	12.0	12.0			
MAXIMUM INPUT LOW VOLTAGE SCL4049UB	V _{IL}	V _{OH} =3.6V V _{OH} =7.2V V _{OH} =10.8V	5	1.0	2.25	1.0	Vdc			
			10	2.0	4.5	2.0				
			15	3.0	6.75	3.0				
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT C, D, F, H devices	I _{OL}	V _{OL} =0.4V V _{OL} =0.5V V _{OL} =1.5V V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}	5	4.0	3.2	6.4	2.4	mA _{dc}		
			10	8.0	6.4	16	5.6			
			15	24.0	24.0	40	16.8			
			5	3.8	3.2	6.4	2.6		mA _{dc}	
			10	9.6	8.0	16	6.4			
			15	28	24.0	40	19			

NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".

² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.

= -40°C for E device.

T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.

= +85°C for E device.

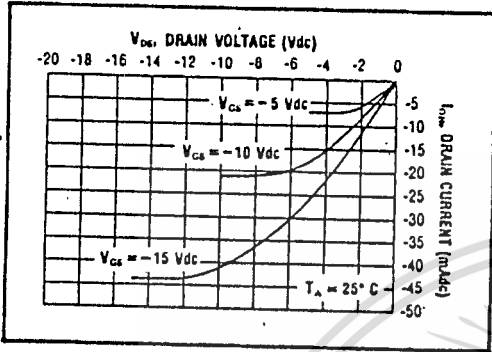
³ These devices have been designed to meet the balanced output drive current specifications for Output High (Source) Current. Consult Family Specifications.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

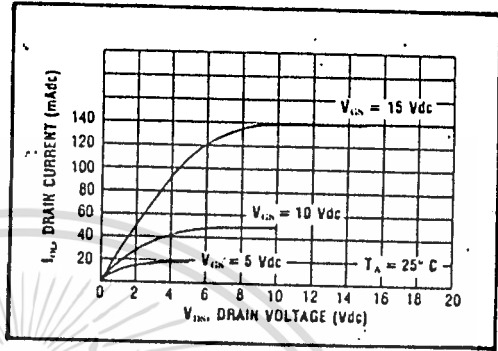
PARAMETER	V _{IN} (Vdc)	V _{CC} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units		
PROPAGATION DELAY TIME SCL4049UB	I _{PLH}	5	5	60	120	ns		
		10	10	32	65			
		15	15	25	50			
		SCL4050B	I _{PLH}	10	5	45	90	ns
				15	5	45	90	
				SCL4049UB	I _{PHL}	5	5	70
10	10					40	80	
15	15					30	60	
SCL4050B	I _{PHL}					10	5	45
		15	5			40	80	
		SCL4049UB	I _{PLH}			5	5	32
				10	10	20	40	
				15	15	15	30	
				SCL4050B	I _{PHL}	10	5	15
15	5					10	20	
SCL4049UB	I _{PHL}					5	5	55
		10	10			27	55	
		15	15			15	30	
		SCL4050B	I _{PHL}			10	5	50
				15	5	50	100	
				OUTPUT TRANSITION TIME	I _{TLH}	5	5	80
10	10					40	80	
15	15					30	60	
SCL4049UB	I _{THL}					5	5	30
		10	10			20	40	
		15	15			15	30	
		INPUT CAPACITANCE SCL4049UB	C _{IN}	5	15	22.5	pF	
				10	15	22.5		
				15	15	22.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

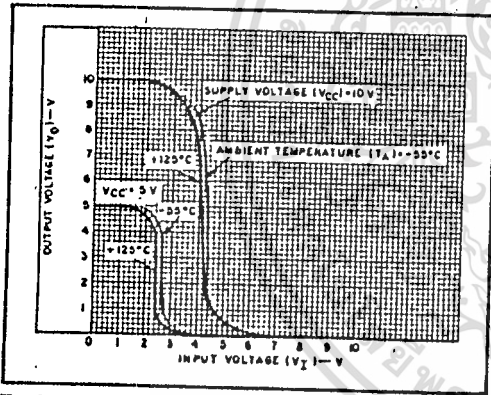
SCL4049B, SCL4050B



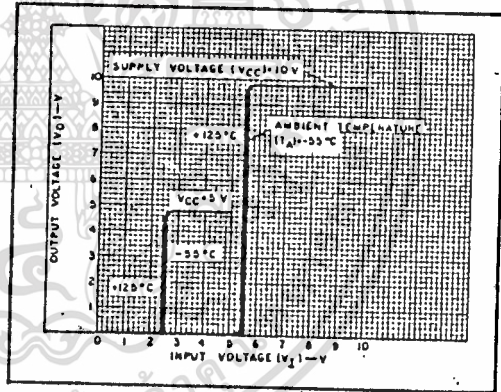
Typical P-Channel Source Current Characteristics



Typical N-Channel Sink Current Characteristics



Typical voltage transfer characteristics as a function of temperature for SCL4049UB.



Typical voltage transfer characteristics as a function of temperature for SCL4050B.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SCL4027B

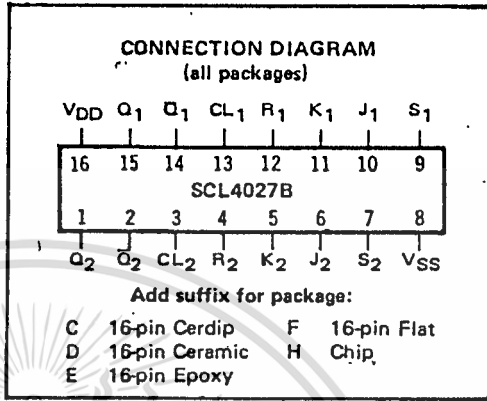
CMOS DUAL J-K FLIP-FLOP

FEATURES

- ◆ Individual Set and Reset Controls
- ◆ Fully Static Operation
- ◆ Logic Edge-Clocked Design
- ◆ 8MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4027B consists of two identical independent CMOS J-K master-slave Flip-Flops. The SCL4027B is useful in performing control, register, and toggle functions. Logic levels present at the J and K inputs along with internal self-steering control the state of each flip-flop; changes in the flip-flop state are synchronous with the positive-going transition of the Clock pulse. Set and Reset functions are independent of the Clock and are initiated when a high level signal is present at either the Set or Reset input.



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	V _{DD} - V _{SS}	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T _A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

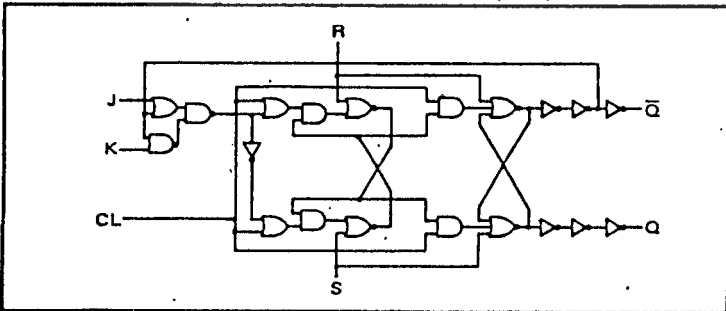
TRUTH TABLE

•t _{n-1} INPUTS						†t _n OUTPUTS	
CL▲	J	K	S	R	Q	Q	Q̄
1	X	0	0	0	0	1	0
1	X	0	0	0	1	1	0
1	0	X	0	0	0	0	1
1	X	1	0	0	1	0	1
1	X	X	0	0	X	(No Change)	
X	X	X	1	0	X	1	0
X	X	X	0	1	X	0	1
X	X	X	1	1	X	1	1

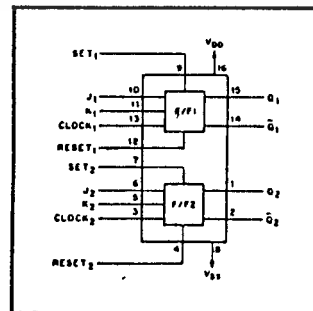
WHERE 1 = HIGH LEVEL
 0 = LOW LEVEL
 ▲ = LEVEL CHANGE
 X = DON'T CARE

• t_{n-1} REFERS TO THE INTERVAL PRIOR TO THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION
 † t_n REFERS TO THE TIME INTERVAL AFTER THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION

LOGIC DIAGRAM (one of two Flip-Flops)



BLOCK DIAGRAM



SCL4027B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ²		+25°C			T _{HIGH} ²		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I _{DD}	V _{IN} =V _{CC} or V _{DD} All valid input combinations	—	1.0	—	0.005	1.0	—	30	μA _{dc}
			—	2.0	—	0.01	2.0	—	60	
			—	4.0	—	0.02	4.0	—	120	

NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".

² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.

= -40°C for E device.

T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.

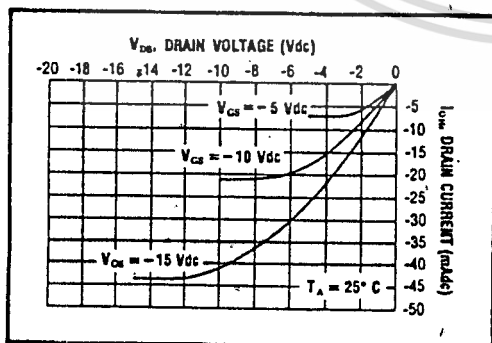
= +85°C for E device.

³ This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

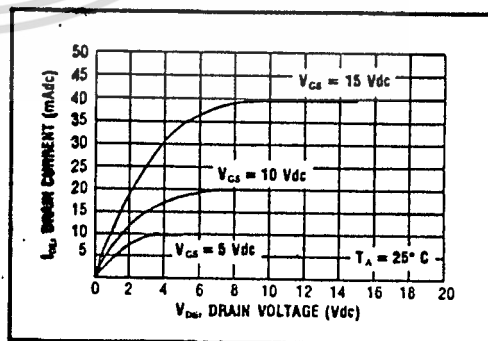
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION					
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PHL}	5	—	175	350
		10	—	80	160
		15	—	60	120
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH} , t _{THL}	5	—	100	200
		10	—	50	100
		15	—	40	80
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW _{CL}	5	—	165	330
		10	—	60	120
		15	—	50	100
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f _{CL}	5	1.5	3.0	—
		10	4.0	8.0	—
		15	5.0	10	—
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME ¹	t _{rCL} , t _{fCL}	5	15	—	—
		10	5	—	—
		15	3	—	—
MINIMUM SETUP TIME	t _{setup}	5	—	100	200
		10	—	50	100
		15	—	40	80
MINIMUM HOLD TIME	t _{hold}	5	—	-25	0
		10	—	-10	0
		15	—	-5	0
SET AND RESET OPERATION					
PROPAGATION DELAY TIME S to Q, R to Q	t _{PLH}	5	—	150	300
		10	—	70	140
		15	—	55	110
MINIMUM SET AND RESET PULSE WIDTH	PW _S , PW _R	5	—	100	200
		10	—	50	100
		15	—	40	80
SET AND RESET REMOVAL TIME	t _{rem}	5	—	0	25
		10	—	0	10
		15	—	0	5

¹ When units are cascaded, the maximum rise and fall times of the clock input should be equal to or less than the transition times of the data outputs driving data inputs, plus the propagation delay of the output driving stage for the output capacitive load.



Typical P-Channel
Source Current Characteristics



Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4011B, SCL4012B, SCL4023B, SCL4068B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

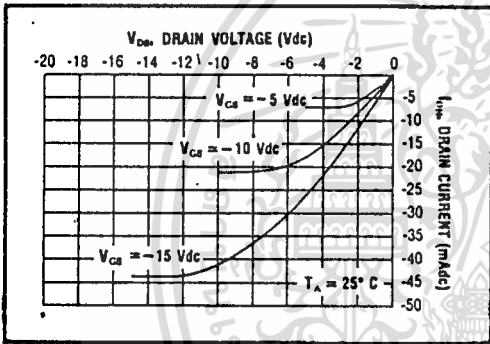
STATIC CHARACTERISTICS

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ¹		+25°C			T _{HIGH} ²		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I _{DD}	V _{IN} = V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μA/c
			-	0.10	-	0.001	0.10	-	3.0	
			-	0.20	-	0.002	0.20	-	6.0	

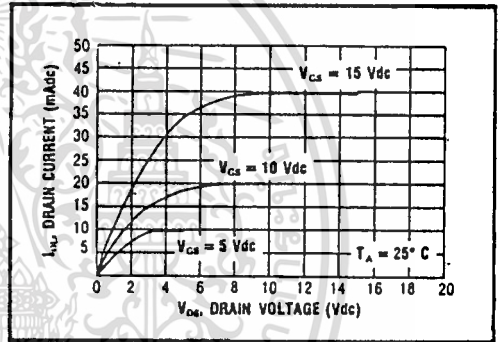
NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
 = -40°C for E device.
 T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
 = +85°C for E device.
³ These devices have been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PHL}	5	-	125	250	ns
		10	-	60	120	
		15	-	45	90	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{FLH} , t _{FHL}	5	-	100	200	ns
		10	-	50	100	
		15	-	40	80	

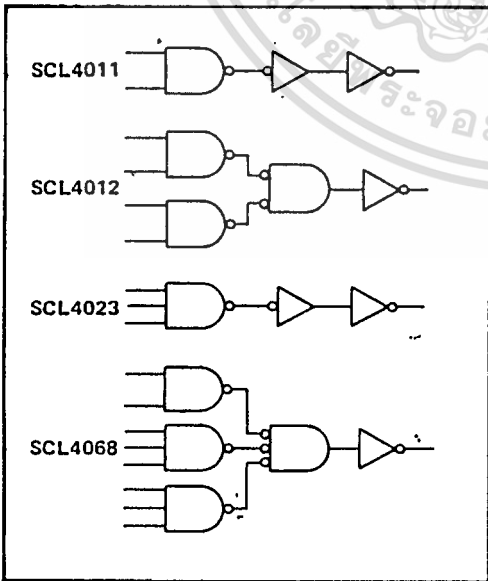


Typical P-Channel Source Current Characteristics

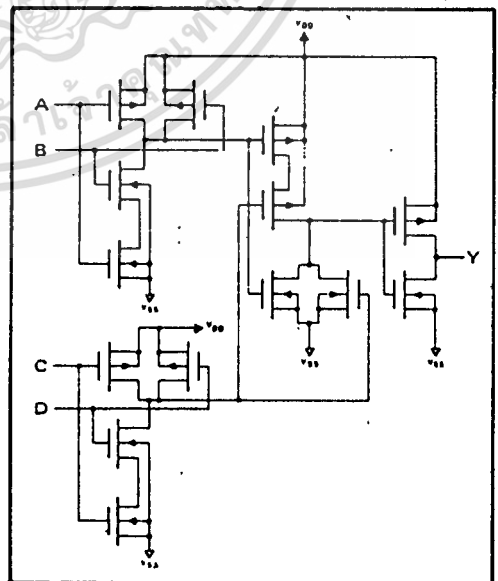


Typical N-Channel Sink Current Characteristics

LOGIC DIAGRAMS



SCHEMATIC DIAGRAM SCL4012B (1 of 2 gates)



54138/74138 3-Line-to-8-Line Decoder

	Schottky TTL			High-Speed TTL			Low-Power Schottky TTL			Standard TTL			Low-Power TTL			
	Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		Device Type	Package		
		C	P	M	C	P	M	C	P	M	C	P	M	C	P	M
T.I.	SN54S138	J	Q	WD				SN54LS138	J	Q	WD					
	SN74S138	J	Q	ND				SN74LS138	J	Q	ND					
FAIRCHILD	/FMS138	ND						FMS138/FMLS138	ND							
	FD45138/FDLS138	ND						FD45138/FDLS138	ND	PD						
MOTOROLA																
N.S.C.								SN74LS138	PD							
	DM74S138		Q					DM74LS138	Q							
								DM54LS138	Q							
PHILIPS																
	N74S138		Q					N74LS138	Q							
SIGNETICS	SS4S138	F	Q	BD	WG											
	N74S138	F	Q	BD				N74LS138	A	Q						
SIEMENS																
FUJITSU								74LS138	M	Q						
HTACH								HD74LS138	P	Q						
MTSUBISHI																
	M74S138		P	Q				M74LS138	P	Q						
NEC								74LS138	C	Q						
TOSHIBA																

Electrical Characteristics SN54LS138/SN74LS138

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	7V	temperature range	SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		-65°C to 150°C

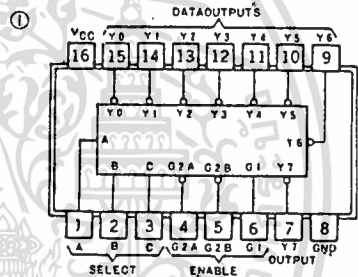
recommended operating conditions

	SN54LS138			SN74LS138			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			400			400	mA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT		
V _{IH}	High-level input voltage		2		V		
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V		
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -18mA		1.5	V		
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OH} = 400mA	2.5	3.4	V		
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{IL} = 0.8V, I _{OL} = 8mA	0.35	0.5	V		
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V		0.1	µA		
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 2.7V		20	µA		
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _I = 0.4V		0.4	mA		
I _{OS}	Short-circuit output current	V _{CC} = MAX	-20	-100	mA		
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = MAX, Outputs enabled and open	6.3	10	mA		
t _{PLH}	from Binary select to Any output	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 15pF, R _L = 2kΩ	levels of delay	2	13	20	ns
t _{PHL}				3	18	27	ns
t _{PLH}				2	12	18	ns
t _{PHL}	from Enable to Any output			2	21	32	ns
t _{PHL}				3	17	26	ns
t _{PHL}				25	38	ns	

Pin Assignment (Top View)



positive logic: see function table

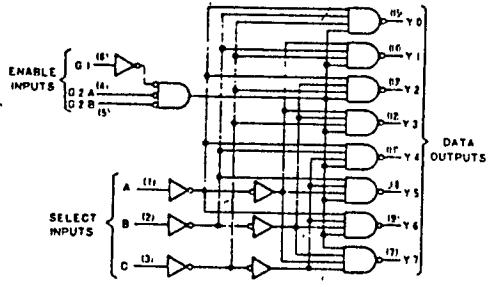
Function Table

*S138 *LS138

ENABLE		INPUTS			OUTPUTS							
G1	G2	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	H	H	L	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H

* G2 = G2A + G2B
H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



*S138 *LS138 DECODER/DEMULTIPLXER

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.
■ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
■ t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5407 / 7407 Hex Buffer/Driver with Open-Collector High-Voltage Output

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL				
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	
T.I.													SN5407	J							
FAIRCHILD													SN7407	J							
MOTOROLA													FM5407/FM9N07	D				F3D			
N.S.C.													FC7407/FC9N07	D							
PHILIPS													SN7407	P							
SIGNETICS													DM5407	J				WT			
SIEMENS													DM7407	J							
FUJITSU													SS407	F				WT			
HITACHI													N7407	F							
MITSUBISHI													FLH491								
NEC													HD7407	P							
TOSHIBA													M7407	P							
													TD7407	P							

Electrical Characteristics SN5407/SN7407

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V _{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN5407	-55°C to 125°C
Input voltage	5.5V	temperature range	SN7407	0°C to 70°C
Off-state (high-level) voltage applied to an open-collector outputs	30V	Storage temperature range		-65°C to 150°C

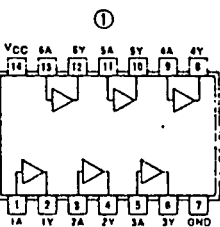
recommended operating conditions

	SN5407			SN7407			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage - V _{OH}			30			30	V
Low-level output current, I _{OL}			30			40	mA
Operating free-air temperature, T _A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

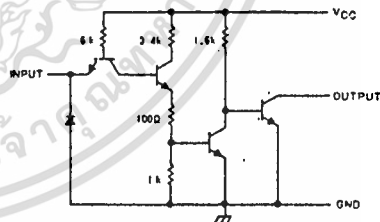
PARAMETER	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT	
V _{IH}	High-level input voltage		2		V	
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V	
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -12mA		-1.5	V	
I _{OH}	High-level output current	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, V _{OH} = MAX		250	µA	
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = V _{IH} max, I _{OL} = 16mA		0.4	V	
I _{OL}	Low-level output current	V _{CC} = MIN, V _{IH} = V _{IH} max, I _{OL} = MAX		0.7	A	
I _{IS}	current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 5.5V		1	mA	
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.4V		40	µA	
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.4V		-1.6	mA	
I _{PS}	Supply current	V _{CC} = MAX	29	41	mA	
I _{PLH}	Supply current	V _{CC} = MAX	21	30	mA	
I _{PLH}	Supply current	V _{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		4.17	mA
t _{PHL}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V _{CC} = 5V, T _A = 25°C, C _L = 15pF, R _L = 110Ω	6	10	ns	
t _{PLH}	Propagation delay time, high-to-low-level output		20	30	ns	

Pin Assignment (Top View)



positive logic:
Y=A

schematic (each gate)



'07 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5404/7404 Hex Inverter

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package		Device Type		Package	
	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF	C	P	M	CF
T. I.	SN54S04	J10		WJ	SN54H04	J11		WJ	SN54LS04	J12		W2	SN5404	J10		W2	SN54L04	J11		W2
FAIRCHILD	SN74S04	J11	NJ		SN74H04	J12	NJ		SN74LS04	J13	NJ		SN7404	J10	NH		SN74L04	J11	NH	
MOTOROLA	FC74S04/FC9S04	D10	ND		FC74H04/FC9H04	D11	PD		FC74LS04/FC9LS04	D12	PD		MC5404	L10			MC54L04	L11		
MOTOROLA					MC3108	L10		FT					MC7404	L10	PD					
N. S. C.					MC3008	L10	PD	FT	SN74LS04				DM5404	J10	NH	W2	DM54L04	J11	NH	W2
N. S. C.	DM74S04		NJ		DM74H104	J12	NJ		DM74LS04				DM7404	J10	NH		DM74L04	J11	NH	
PHILIPS	N74S04				N74H04				N74LS04				FJH241/7404							
SIGNETICS	SS4S04	F10	AD	WJ	SS4H04	F11	AD	W2					SS404	F10	AD	W2				
SIGNETICS	N74S04	F10	AD	WJ	N74H04	F11	AD		N74LS04				N7404	F10	AD					
SIEMENS													FLH211							
FUJITSU									74LS04			MI					MB418			MD
HITACHI	HD74S04		PD						HD74LS04			PI	HD7404/HD2522			PD				
MITSUBISHI	M55004			PC					M74LS04			PD	M53204			PD				
NEC	74S04			CF					74LS04			CF	uPB235			DD				
TOSHIBA													TD3404A			PD				

Electrical Characteristics SN54LS04/SN74LS04

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V _{CC}	TV	Operating free-air temperature range	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	TV	Storage temperature range	SN74LS	0°C to 75°C
				-65°C to 150°C

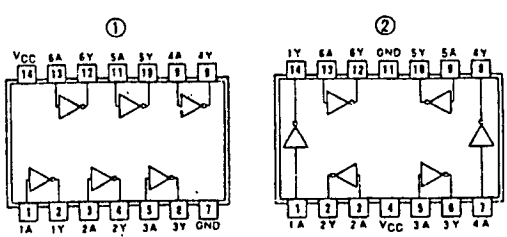
recommended operating conditions

	SN54LS04			SN74LS04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current I _{OH}			-400			-400	μA
Low-level output current I _{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature T _a	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

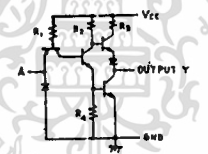
PARAMETER	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT	
V _{IH}	High-level input voltage		2		V	
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V	
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -18mA		-1.5	V	
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IL} = V _{IL} max, I _{OH} = MAX	2.7	3.4	V	
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _{IH} = 2V, I _{OL} = 4mA		0.4	V	
I _I	Input current at maximum input voltage	V _{CC} = MAX, V _I = 7V		0.1	mA	
I _{IH}	High-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IH} = 2.7V		20	μA	
I _{IL}	Low-level input current	V _{CC} = MAX, V _{IL} = 0.4V		-0.4	mA	
I _{OS}	Short-circuit output current *	V _{CC} = MAX	54LS Family	-20	-100	mA
I _{CC} H	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs high	1.2	2.4	mA
I _{CC} L	Supply current	V _{CC} = MAX	Total, outputs low	3.6	6.6	mA
I _{CC}	Supply current	V _{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)	0.4		mA
t _{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V _{CC} = 5V, T _a = 25°C, C _L = 15PF, R _L = 2KΩ		9	15	ns
t _{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	V _{CC} = 5V, T _a = 25°C, C _L = 15PF, R _L = 2KΩ		10	15	ns

Pin Assignments (Top View)



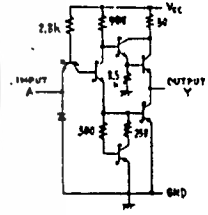
positive logic:
Y = \bar{A}

Schematics (each gate)

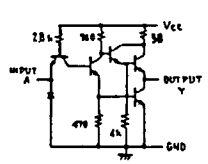


CIRCUIT	R1	R2	R3	R4
'04	4K	1.5K	130	1K
'L04	40K	20K	500	17K

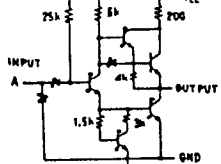
Input clamp diodes not on SN54LS04/SN74LS04 circuits.



'04 CIRCUIT



'L04 CIRCUIT



'LS04 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohm

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
* Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H/SN74H and SN54S/SN74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	PN OA LT	PACK- AGE	LEAD INFO	VCB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	H FE BIAS	USE	MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	ISS
80238G	PS	TOP66	L32	100V	80V	5V	4A	150C	30WC	40M	.	.40M	150MA	AHG	GEB	80590	2N6126	2
80239	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80239C	2N5296	1
80239A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80239C	2N5298	1
80239B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80239C	2N6743	1
80239C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80239C	2N6473	1
80240	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80240C	2N6109	1
80240A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80240C	2N6107	1
80240B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80240C	2N6475	1
80240C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	2A	150C	30WC	3M	.	15M	1A	AHG	RCB	80240C	2N6475	1
80241	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80241C	2N6290	1
80241A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80241C	2N6292	1
80241B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80241C	2N6473	1
80241C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80241C	2N6743	1
80242	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80242C	2N6109	1
80242A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80242C	2N6107	1
80242B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80242C	2N6475	1
80242C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	3A	150C	40WC	3M	.	25M	1A	AHG	RCB	80242C	2N6475	1
80243	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80243C	2N6487	1
80243A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80243C	2N6487	1
80243B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80243C	2N6488	1
80243C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80243C	2N6488	2
80244	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80244C	2N6490	1
80244A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80244C	2N6490	1
80244B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80244C	2N6491	1
80244C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	6A	150C	65WC	3M	.	30M	300MA	AHG	RCB	80244C	2N6491	1
80245	NS	TOP3	L34	55V	45V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80213	.	1
80245A	NS	TOP3	L34	70V	60V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80213	.	1
80245B	NS	TOP3	L34	90V	80V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80213	.	1
80245C	NS	TOP3	L34	115V	100V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80213	.	1
80246	PS	TOP3	L34	55V	45V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80214	.	1
80246A	PS	TOP3	L34	70V	60V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80214	.	1
80246B	PS	TOP3	L34	90V	80V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80214	.	1
80246C	PS	TOP3	L34	115V	100V	5V	15A	150C	80WC	.	.	40M	1A	AHG	TIW	80214	.	1
80249	NS	TOP3	L34	55V	45V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80X40	2N3772	1
80249A	NS	TOP3	L34	70V	60V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80X40	2N3772	1
80249B	NS	TOP3	L34	90V	80V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80X40	2N5886	1
80249C	NS	TOP3	L34	115V	100V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80Y29	2N3772	1
80250	PS	TOP3	L34	55V	45V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80258	.	1
80250A	PS	TOP3	L34	70V	60V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80258	.	1
80250B	PS	TOP3	L34	90V	80V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80258	.	1
80250C	PS	TOP3	L34	115V	100V	5V	40A	150C	125WC	.	.	25M	1.5A	AHG	TIW	80258	.	1
80251	NS	T03	L05	40V	40V	5V	3A	150C	20WC	25M	.	20M	2A	RHG	ATB	80Y24	2N3448	0
80253	NS	T03	L05	350V	200V	.	6A	200C	50WC	2500K	.	15M	1A	AHE	TTB	.	.	0
80253A	NS	T03	L05	500V	250V	.	6A	200C	50WC	2500K	.	15M	1A	AHE	TTB	.	.	0
80253B	NS	T03	L05	700V	300V	.	6A	200C	50WC	2500K	.	15M	1A	AHE	TTB	.	.	0
80253C	NS	T03	L05	900V	400V	.	6A	200C	50WC	2500K	.	15M	50WC	AHE	TTB	.	.	0
80257	NS	TOP3	L34	45V	45V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80257/L	.	0
80257/45	NS	TOP3	L34	45V	45V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80257/L	.	0
80257/60	NS	TOP3	L34	60V	60V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80257/L	.	0
80257/80	NS	TOP3	L34	80V	80V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80257/L	.	0
80257/100	NS	TOP3	L34	100V	100V	.	25A	150C	125WC	.	.	10FG	15A	AHG	TFK	80257/L	.	0
80258	PS	TOP3	L34	45V	45V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80258/L	.	0
80258/45	PS	TOP3	L34	45V	45V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80258/L	.	0
80258/60	PS	TOP3	L34	60V	60V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80258/L	.	0
80258/80	PS	TOP3	L34	80V	80V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80258/L	.	0
80258/100	PS	TOP3	L34	100V	100V	.	25A	150C	125WC	.	.	10M	15A	AHG	TFK	80258/L	.	0
80260	NS	T066	L43	105V	105V	6V	2A	175C	30WC	10M	.	50/300	500MA	RHH	ATB	80Y79	2N5050	1
80261	NS	T066	L43	105V	105V	6V	2A	175C	30WC	10M	.	50/300	500MA	RHH	ATB	80Y79	2N5050	1
80262	PS	T0126	L69	80V	80V	.	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	0
80262A	PS	T0126	L69	80V	80V	.	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	0
80262B	PS	T0126	L31	100V	100V	5V	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	1
80262L	PS	T0126	L31	45V	45V	.	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	2
80263	NS	T0126	L69	80V	80V	.	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	0
80263A	NS	T0126	L69	100V	100V	5V	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	1
80263B	NS	T0126	L31	120V	100V	5V	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	1
80263L	NS	T0126	L31	45V	45V	.	6A	150C	36WC	1M	.	750M	1500MA	AHD	MUB	.	.	2
80264	PS	X34	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80264A	PS	X34	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80264B	PS	TOP66	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80264L	PS	X34	L32	45V	45V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80265	NS	X34	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80265A	NS	X34	L32	100V	100V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80265B	NS	X34	L32	100V	100V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80265L	NS	X34	L32	45V	45V	5V	4A	150C	40WC	4M	.	1000M	2A	AHD	VAL	.	.	2
80266	PS	TOP66	L32	60V	60V	.	8A	150C	55WC	1M	.	750M	3A	AHD	MUB	.	.	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการมีไดทังสั้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	PU C-LT	PACKAGE	LEAD INFO	VCB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIR	C OB MAX	H FE	H FE BIAS	USE	MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	ISS
BD238G	PS	TOP66	L32	100V	80V	5V	4A	150C	30WC	40M		40MN	150MA	AHG	GEB	BD0590	2N6126	2
BD239	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD239C	2N5296	1
BD239A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD239C	2N5298	1
BD239B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD239C	2N6743	1
BD239C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD239C	2N6473	1
BD240	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD240C	2N6109	1
BD240A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD240C	2N6107	1
BD240B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD240C	2N6475	1
BD240C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	2A	150C	30WC	3M		15MN	1A	AHG	RCB	BD240C	2N6475	1
BD241	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD241C	2N6290	1
BD241A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD241C	2N6292	1
BD241B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD241C	2N6473	1
BD241C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD241C	2N6743	1
BD242	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD242C	2N6109	1
BD242A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD242C	2N6107	1
BD242B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD242C	2N6475	1
BD242C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	3A	150C	40WC	3M		25MN	1A	AHG	RCB	BD242C	2N6475	1
BD243	NS	TOP66	L32	55V	45V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD243C	2N6487	1
BD243A	NS	TOP66	L32	70V	60V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD243C	2N6467	1
BD243B	NS	TOP66	L32	90V	80V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD243C	2N6488	1
BD243C	NS	TOP66	L32	115V	100V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD243C	2N6488	2
BD244	PS	TOP66	L32	55V	45V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD244C	2N6490	1
BD244A	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD244C	2N6490	1
BD244B	PS	TOP66	L32	90V	80V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD244C	2N6491	1
BD244C	PS	TOP66	L32	115V	100V	5V	6A	150C	65WC	3M		30MN	300MA	AHG	RCB	BD244C	2N6491	1
BD245	NS	TOP3	L34	55V	45V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD213		1
BD245A	NS	TOP3	L34	70V	60V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD213		1
BD245B	NS	TOP3	L34	90V	80V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD213		1
BD245C	NS	TOP3	L34	115V	100V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD213		1
BD246	PS	TOP3	L34	55V	45V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD214		1
BD246A	PS	TOP3	L34	70V	60V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD214		1
BD246B	PS	TOP3	L34	90V	80V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD214		1
BD246C	PS	TOP3	L34	115V	100V	5V	15A	150C	80WC			40MN	1A	AHG	TIW	BD214		1
BD249	NS	TOP3	L34	55V	45V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BDX40	2N3772	1
BD249A	NS	TOP3	L34	70V	60V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5W	AHG	TIW	BDX40	2N3772	1
BD249B	NS	TOP3	L34	90V	80V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BDX40	2N5686	1
BD249C	NS	TOP3	L34	115V	100V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BDY29	2N3772	1
BD250	PS	TOP3	L34	55V	45V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BD258		1
BD250A	PS	TOP3	L34	70V	60V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BD258		1
BD250B	PS	TOP3	L34	90V	80V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BD258		1
BD250C	PS	TOP3	L34	115V	100V	5V	40A	150C	125WC			25MN	1.5A	AHG	TIW	BD258		1
BD251	NS	T03	L05	40V	40V	5V	3A	150C	20WC	25M		20MN	2A	RHG	ATB	BDY24	2N3448	1
BD253	NS	T03	L05	350V	200V		6A	200C	50WC	2500K		15MN	1A	AHE	TIB			0
BD253A	NS	T03	L05	500V	250V		6A	200C	50WC	2500K		15MN	1A	AHE	TIB			0
BD253B	NS	T03	L05	700V	300V		6A	200C	50WC	2500K		15MN	1A	AHE	TIB			0
BD253C	NS	T03	L05	900V	400V		6A	200C	50WC	2500K		15MN	50WC	AHE	TIB			0
BD257	NS	TOP3	L34	45V	45V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD257/1		0
BD257/45	NS	TOP3	L34	45V	45V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD257/1		0
BD257/60	NS	TOP3	L34	60V	60V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD257/1		0
BD257/80	NS	TOP3	L34	80V	80V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD257/1		0
BD257/100	NS	TOP3	L34	100V	100V		25A	150C	125WC			10FG	15A	AHG	TFK	BD257/1		0
BD258	PS	TOP3	L34	45V	45V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD258/1		0
BD258/45	PS	TOP3	L34	45V	45V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD258/1		0
BD258/60	PS	TOP3	L34	60V	60V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD258/1		0
BD258/80	PS	TOP3	L34	80V	80V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD258/1		0
BD258/100	PS	TOP3	L34	100V	100V		25A	150C	125WC			10MN	15A	AHG	TFK	BD258/1		0
BD260	NS	T066	L43	105V	105V	6V	2A	175C	30WC	10M		50/300	500MA	RHM	ATB	BDY79	2N5050	1
BD261	NS	T066	L43	105V	105V	6V	2A	175C	30WC	10M		50/300	500MA	RHM	ATB	BDY79	2N5050	1
BD262	PS	T0126	L69	60V	60V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			0
BD262A	PS	T0126	L69	80V	80V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			0
BD262B	PS	T0126	L31	100V	100V	5V	6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			1
BD262L	NS	T0126	L31	45V	45V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			2
BD263	PS	T0126	L69	80V	60V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB	BDX54C		0
BD263A	NS	T0126	L69	100V	80V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			0
BD263B	NS	T0126	L31	120V	100V	5V	6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB			1
BD263L	NS	T0126	L31	45V	45V		6A	150C	36WC	1M		750MN	1500MA	AHD	MUB	BDX53C		2
BD264	PS	X34	L32	60V	60V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL			2
BD264A	PS	X34	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL			2
BD264B	PS	TOP66	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL	BDX54C		2
BD264L	PS	X34	L32	45V	45V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL	BDX54C		2
BD265	NS	X34	L32	80V	60V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL			2
BD265A	NS	X34	L32	100V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	VAL			2
BD265B	NS	X34	L32	100V	100V	5V	4A	150C	40WC	4M		1000MN	2A	AHD	DBS	BDX53C		2
BD266	PS	TOP66	L32	60V	60V		8A	150C	55WC	1M		750MN	3A	AHD	MUB			0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	PM DA LT	PACK-AGE	LEAD INFO	VCB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OD MAX	H FE	H FE BIAS	USE MFR	EUP EQUIV	USA EQUIV	ISS
2N3040	PS	X41	L82	40V	30V	5V	500MA	175C	360MWF	50M	40P	40MH	10MA	RMH	OBS		
2N3053A	NS	T05	L04	60V	40V	5V	700MA	200C	1WF	100M	15P	50MH	150MA	AMG	MUB	BFY51	2N2297
2N3053B	NS	T039	L04	80V	60V	5V	700MA	200C	5WC	100M	15P	50MH	50MA	AMG	RCU	BSW66	2N4001
2N3053C	NS	T039	L04	60V	40V	5V	700MA	200C	1WF	100M	15P	50MH	150MA	AMG	RCU	BFY51	2N2297
2N3054	NS	T066	L43	90V	60V	7V	4A	200C	25WC	750K		25/100	50MA	AMG	RCU	BUY38	2N3054
2N3054A	NS	T066	L43	90V	60V	7V	4A	200C	75WC	3M		25/150	500MA	ANG	MOB	BUY38	2N3054
2N3054B	NS	X03	L05	90V	55V	7V	4A	200C	25WC	800K		25/100	500MA	ANG	OBS	BUY38	2N3054
2N3055	NS	T03	L05	100V	60V	7V	15A	200C	115WC	200K		20/70	4A	AHH	MOB	BDY20	2N3055
2N3055C	NS	T03	L05	80V	60V	7V	15A	200C	115WC	800K		20/160	2A	ANG	SGI	BD130	2N3055
2N3055E	NS	T03	L05	100V	60V	7V	15A	200C	115WC	2M5		20/70	4A	ANG	SGI	BDX95	2N5878
2N3055H	NS	T03	L05	100V	60V	7V	15A	200C	115WC	800K		20/70	4A	ANG	SGI	BDX40	2N3772
2N3055I	NS	T03	L05	100V	60V	7V	15A	200C	117WC	800K		20/70	4A	ANG	SEU	BDY20	2N3055
2N3055J	NS	T03	L05	100V	80V	7V	15A	200C	150WC	800K		20/250	500MA	AHH	ATB	BDX50	2N3773
2N3055K	NS	T03	L05	100V	60V	7V	15A	200C	150WC	800K		20/250	500MA	ANG	ATB	BDX50	2N3773
2N3055L	NS	T03	L05	100V	40V	7V	15A	200C	117WC	800K		20/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055M	NS	T03	L05	100V	40V	7V	15A	200C	117WC	800K		10/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055N	NS	T03	L05	100V	7V	15A	15A	200C	117WC	800K		20/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055O	NS	T03	L05	100V	30V	7V	15A	200C	117WC	800K		30/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055P	NS	T03	L05	100V	30V	7V	15A	200C	117WC	800K		14MH	4A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055Q	NS	T03	L05	100V	7V	15A	15A	200C	117WC	800K		15/70	4A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055R	NS	T03	L05	100V	7V	15A	15A	200C	117WC	800K		14/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055S	NS	T03	L05	100V	7V	15A	15A	200C	117WC	800K		70MH	4A	ANG	KER	BDX40	2N3772
2N3055T	NS	T03	L05	55V	7V	15A	15A	200C	117WC	800K		14/70	3A	ANG	KER	BDY20	2N3055
2N3055U	NS	T03	L05	60V	7V	15A	15A	200C	115WC	800K		20MH	4A	AHD	FCU	BDY20	2N3055
2N3055V	NS	T046	L01	100V	60V	7V	1A	200C	400MWF	80M	12P	40/120	150MA	AMH	FCU	BSW64	2N2222A
2N3056	NS	T046	L01	140V	80V	7V	1A	200C	400MWF	80M	12P	40/120	150MA	AMH	FCU	BSW64	2N1893
2N3057	NS	T046	L01	100V	60V	7V	1A	200C	400MWF	80M	12P	100MH	150MA	AMH	FCU	BSW64	2N2222A
2N3057A	NS	T046	L01	140V	80V	7V	1A	200C	400MWF	80M	12P	100MH	150MA	AMH	FCU	BSW66	2N1893
2N3058	PS	T046	L01	6V	6V		100MA	200C	400MWF	10M	10P	40/120	10UA	ALN	OBS	BC326	2N2605
2N3059	PS	T046	L01	10V	10V		100MA	200C	400MWF	10M	10P	100MR	10UA	ALN	OBS	BC326	2N2605
2N3060	PS	T046	L01	70V	60V		100MA	200C	400MWF	10P	10P	30/90	1MA	RLH	OBS	BC326	2N3497
2N3061	PS	T046	L01	70V	60V		100MA	200C	400MWF	4M	10P	60/180	1MA	RLH	OBS	BC326	2N3497
2N3062	PS	T046	L01	90V	80V		100MA	200C	400MWF	10P	10P	20/80	1MA	RLH	OBS	BCW43	2N3930
2N3063	PS	T046	L01	90V	80V		100MA	200C	400MWF	10P	10P	50/150	1MA	RLH	OBS	BCW43	2N3930
2N3064	PS	T046	L01	110V	100V		100MA	200C	400MWF	1M	10P	15/45	1MA	RLE	OBS	BCW43	2N3930
2N3065	PS	T046	L01	110V	100V		100MA	200C	400MWF	2M	10P	30/90	1MA	RLE	OBS	BCW43	2N3930
2N3072	PS	T05	L04	60V	60V	4V	500MA	180C	800MWF	130M	10P	30/130	50MA	AMG	SGI	BF595	2N4036
2N3073	PS	T018	L01	60V	60V	4V	500MA	180C	360MWF	130M	10P	30/130	50MA	AMG	SGI	BSW24	2N2907A
2N3074	PG	T012	L09	25V			20MA	75C	140MWF	3P	25/300	3.5MA	RLA	OBS	AF124	2N990	
2N3075	PG	T012	L09	35V			20MA	75C	140MWF	3P	20/200	3MA	RLA	OBS	AF124	2N990	
2N3076	NS	X47	X47	140V	50V		10A	175C	125WC	50M	1N	30/90	7A	RHH	TRW		
2N3077	NS	T018	L01	80V	60V		50MA	200C	360MWF	60M	6P	80MH	10UA	ALN	OBS	BC326	2N3965
2N3078	NS	T018	L01	80V	60V		50MA	200C	360MWF	60M	6P	25MH	10UA	ALN	OBS	BC326	2N3965
2N3079	NS	T036	L13	200V	200V	5V	5A	150C	150WC			7/40	5A	AHE	OBS		
2N3080	NS	T036	L13	300V	300V	5V	5A	150C	150WC			7/40	5A	AHE	OBS		
2N3081	PS	T05	L04	70V	50V	6V	600MA	200C	600MWF	150M	13P	30/6	150MA	AMG	OBS	BFX29	2N2905A
2N3081A	PS	T046	L01	70V	50V	6V	600MA	200C	400MWF	150M	13P	30/90	150MA	AMG	OBS	BSW24	2N2907A
2N3081B	PS	X41	L84	70V	50V	6V	600MA	200C	300MWF	150M	13P	30/90	150MA	AMG	OBS		
2N3107	NS	T05	L04	100V	60V	7V	1A	180C	800MWF	70M	20P	100MH	150MA	AMH	SGI	BSW66	2N1893
2N3108	NS	T05	L04	100V	60V	7V	1A	180C	800MWF	60M	20P	40/120	150MA	AMH	SGI	BSW66	2N1893
2N3109	NS	T05	L04	80V	40V	7V	1A	180C	800MWF	70M	25P	100MH	150MA	AMG	FCU	BFY50	2N2297
2N3110	NS	T05	L04	80V	40V	7V	1A	190C	800MWF	60M	25P	40/120	150MA	AMG	SGI	BFY50	2N2297
2N3110S	NS	T039	L04	80V	40V	7V	1A	190C	800MWF	60M	25P	40/120	150MA	AMG	MOB	BFY50	2N2297
2N3114	NS	T05	L04	150V	150V	5V	200MA	175C	800MWF	40M	9P	30/120	30MA	ALH	SGI	BSW66	2N1893
2N3114S	NS	T039	L04	150V	150V	5V	200MA	175C	800MWF	40M	9P	30/120	30MA	ALH	MOB	BSW66	2N1893
2N3115	NS	T018	L01	60V	20V	5V	600MA	175C	400MWF	250M	8P	40/120	150MA	AMG	MOB	BSW64	2N2222A
2N3116	NS	T018	L01	60V	20V	5V	600MA	175C	400MWF	250M	8P	100MH	150MA	AMG	MOB	BSW64	2N2222A
2N3117	NS	T018	L01	60V	60V	6V	50MA	175C	360MWF	60M	4P5	250MH	10UA	ALN	SGI	BC109	2N930
2N3118	NS	T05	L04	85V	60V	4V	500MA	200C	1WF	250M	6P	50/275	25MA	VMP	OBS	BS514	2N3735
2N3119	NS	T05	L04	100V	80V	4V	500MA	200C	1WF	250M	6P	50/100	100MA	RMH	OBS	BFT39	
2N3120	PS	T05	L04	45V	45V	4V	500MA	180C	800MWF	130M	10P	30/130	50MA	AMG	SGI	BF595	2N4036
2N3121	PS	T018	L01	45V	45V	4V	500MA	180C	360MWF	130M	10P	30/130	50MA	AMG	SGI	BSW24	2N2907A
2N3122	NS	T05	L04	50V	30V		500MA	200C	800MWF	60M	25P	25MH	300MA	RMG	OBS	BFY50	2N2297
2N3123	NS	T05	L04	60V	30V		500MA	200C	800MWF	400M	8P	100MH	150MA	AMG	OBS	BFW47	2N3553
2N3124	PG	X07	L05	40V			15A	100C	90WC	60M		50/100	10A	RHG	OBS		
2N3125	PG	X07	L05	80V			3A3	100C	90WC	60M		30/75	3A	RHG	OBS		
2N3126	PG	X07	L05	100V			15A	100C	90WC	60M		10/30	10A	RHH	OBS		
2N3127	PG	T072	L06	25V	20V	0V7	50MA	100C	100MWF	400M	1P2	20/100	3MA	ULA	MOB	AF239	
2N3132	PG	T03	L05	100V			5A	100C	90WC			40/200	2A	AHH	OBS	AS215	2N1533
2N3133	PS	T05	L04	50V	35V	4V	600MA	200C	600MWF	200M	10P	40/120	150MA	AMG	MOB	BFX30	2N2905A
2N3133S	PS	T039	L04	50V	35V	4V	600MA	200C	600MWF	200M	10P	40/120	150MA	AMG	MOB	BFX30	2N2905A
2N3134	PS	T05	L04	50V	35V	4V	600MA	200C	600MWF	200M	10P	100MH	150MA	AMG	MUB	BFX30	2N2905A
2N3135	PS	T018	L01	50V	35V	4V	600MA	175C	400MWF	200M	10P	100MH	150MA	AMG	MUB	BFX30	2N2905A
2N3136	PS	T018	L01	50V	35V	4V	600MA	175C	400MWF	200M	10P	100MH	150MA	AMG	NAT	BSW24	2N2907A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำมาใช้

TRANSISTOR NUMBER	PM OA LT	PACK-AGE	LEAD INFO	VCB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P. TOT	F T MIN	C OB MAX	H, FE	H FE BIAS	USE	MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	ISS
BC167B	NS	T092	L21	45V	45V	6V	100MA	150C	300MWF	85V	5P	180MN	2MA	ALG	TFK	BC182L	2N3710	0
BC168	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	120MN	2MA	ALG	TFK	BC182L	2N3710	0
BC168A	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	120MN	2MA	ALG	TFK	BC182L	2N3710	0
BC168B	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	180MN	2MA	ALG	TFK	BC182L	2N3710	0
BC168C	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	380MN	2MA	ALG	TFK	BC184L	2N3707	0
BC169	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	240MN	2MA	ALN	TFK	BC184L	2N3707	0
BC169B	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	240MN	2MA	ALN	TFK	BC184L	2N3707	0
BC169C	NS	T092	L21	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	85M	5P	380MN	2MA	ALN	TFK	BC184L	2N3707	0
BC170	NS	X10	L20	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	60M	8P	35MN	1MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC170A	NS	X10	L20	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	60M	8P	35MN	1MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC170B	NS	X10	L20	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	60M	8P	80MN	1MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC170C	NS	X10	L20	20V	20V	5V	100MA	150C	300MWF	60M	8P	200MN	1MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC171	NS	X10	L20	45V	45V	6V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC171A	NS	X10	L20	45V	45V	6V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC171B	NS	X10	L20	45V	45V	6V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	240MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC171C	NS	X10	L20	45V	45V	6V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	450MN	2MA	ALN	NAT	BC549C	2N6006	2
BC172	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC172A	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC172B	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	240MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC172C	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	450MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC173	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	150M	6P	125MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	2
BC173A	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	150M	6P	125MN	2MA	ALN	OB5	BC549C	2N6006	2
BC173B	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	150M	6P	240MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC173C	NS	X10	L20	25V	25V	5V	100MA	150C	300MWF	150M	6P	450MN	2MA	ALN	ITB	BC239	2N5827	0
BC174	NS	X10	L20	64V	64V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC174A	NS	X10	L20	64V	64V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	125MN	2MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC174B	NS	X10	L20	64V	64V	5V	100MA	150C	300MWF	100M	6P	240MN	2MA	ALG	ITB	BC237	2N5825	0
BC175	NS	T092H	L14	30V	30V		500MA	125C	300MWF	150M		100MN	1MA	AMG	OB5	BCY70	2N3965	0
BC177	PS	T018	L01	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	70MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC177A	PS	T018	L01	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	120MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC177B	PS	T018	L01	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	180MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC177C	PS	T018	L01	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	100M	7P	380MN	2MA	ALG	MCB	BC179	2N3965	1
BC177P	PS	T092	L74	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	70MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC177V	PS	T092	L74	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	50/100	2MA	ALG	OB5	BC556B	2N5813	2
BC177AP	PS	T092	L74	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	120MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC177BP	PS	T092	L74	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	180MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC177BP	PS	T092	L74	45V	45V	5V	100MA	175C	300MWF	130M	7P	75/150	2MA	ALG	SAS	BC179	2N3965	1
BC177V1	PS	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	70MN	2MA	ALA	SID	BCY70	2N3965	0
BC178	PS	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	120MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC178A	PS	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	180MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC178B	PG	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	180MN	2MA	ALG	SID	BCY71	2N3965	0
BC178C	PS	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	350MN	2MA	ALG	ATB	BC179	2N3965	1
BC178P	PS	T092	L74	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	75/900	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC178V	PS	T092	L74	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	50/100	2MA	ALG	OB5	BC556B	2N5813	2
BC178AP	PS	T092	L74	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	125MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC178BP	PS	T092	L74	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	240MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5813	2
BC178CP	PS	T092	L74	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	450MN	2MA	ALN	FEB	BC556B	2N6001	2
BC178V1	NS	T018	L01	30V	25V	5V	200MA	175C	300MWF	100M	7P	75/150	2MA	ALG	SAS	BC179	2N3965	1
BC179	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	70MN	2MA	ALA	SID	BCY70	2N3965	0
BC179A	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	120MN	2MA	ALA	SID	BCY71	2N3965	0
BC179B	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	180MN	2MA	ALA	SID	BCY71	2N3965	0
BC179C	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	380MN	2MA	ALA	SID	BCY71	2N3965	1
BC179P	PS	T092	L74	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	70MN	2MA	ALG	FEB	BC556B	2N5001	2
BC179V	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	60MN	2MA	ALN	SAS	BC179	2N3965	2
BC179AP	PS	T092	L74	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	120MN	2MA	ALA	FEB	BC556B	2N6001	2
BC179BP	PS	T092	L74	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	180MN	2MA	ALN	FEB	BC556B	2N5813	2
BC179CP	PS	T092	L74	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	380MN	2MA	ALA	FEB	BC556B	2N6001	2
BC179V1	PS	T018	L01	25V	20V	5V	50MA	175C	300MWF	100M	7P	75/150	2MA	ALN	SAS	BC179	2N3965	1
BC180	NS	T098	L21	30V	30V		500MA	100C	300MWF	150M		100MN	1MA	AMG	OB5	BCW36	2N3704	2
BC181	PS	X10	L19	40V	25V	5V	200MA	150C	300MWF	100M		60MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	0
BC181A	PS	X10	L19	40V	25V	5V	200MA	150C	300MWF	100M		100MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	0
BC182	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	2
BC182A	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	125MN	2MA	ALG	SID	BC237	2N5209	1
BC182B	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	120M	5P	240MN	2MA	ALG	SID	BC237	2N5209	1
BC182K	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	0
BC182L	NS	T092	L21	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC182L	2N5209	0
BC182AP	NS	T092	L74	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	125MN	2MA	ALG	FEB	BC237B	2N5825	2
BC182BP	NS	T092	L74	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	240MN	2MA	ALG	FEB	BC549C	2N6006	0
BC182KA	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	0
BC182KB	NS	X10	L20	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	240MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	0
BC182LA	NS	T092	L21	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC182L	2N5209	0
BC182LB	NS	T092	L21	60V	50V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	240MN	2MA	ALG	TIB	BC182L	2N5209	0
BC183	NS	X10	L20	45V	30V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	TIB	BC237	2N5825	2
BC183A	NS	X10	L20	45V	30V	5V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	120MN	2MA	ALG	SID	BC237	2N5825	1
BC183B	NS	X10	L20	45V	30V	6V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	240MN	2MA	ALG	SID	BC239	2N5827	1
BC183C	NS	X10	L20	45V	30V	6V	200MA	150C	300MWF	150M	5P	450MN	2MA	ALG	SID	BC237	2N5825	1

TRANSISTOR NUMBER	PA DA LT	PACK- ANP	LFA. INFO	V _{BE} MAX	V _{CE} MAX	V _{FB} MAX	I _C MAX	T _J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	H FE BIAS	USE	MFR	EUR EOUV	USA EOUV	ISS
BC107A	NS	T01R	L01	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	110MN	2MA	ALG	MUR	BC107	2N929	0
BC107B	NS	T01R	L01	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	200MN	2MA	ALG	MUR	BC107	2N929	0
BC107C	NS	T01R	L01	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	450MN	2MA	ALH	MOH	BC107J	2N7510	2
BC107P	NS	T09Z	L74	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	110MN	2MA	ALG	ER	RC237R	2N5825	2
BC107AP	NS	T09Z	L74	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	110MN	2MA	ALG	FEB	RC237D	2N5825	2
BC107BP	NS	T09Z	L74	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	4P5	200MN	2MA	ALG	FER	BC237B	2N5825	2
BC107CP	NS	T09Z	L74	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	180M	5P	450MN	2MA	ALH	FER	BC549C	2N6006	2
BC107D	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALG	MUB	BC107	2N929	0
BC107E	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALG	MUB	BC107	2N929	0
BC107F	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	200MN	2MA	ALG	MUR	RC107	2N929	0
BC107G	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	420MN	2MA	ALG	MUR	RC107	2N929	0
BC107H	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALG	FEB	BC237B	2N5825	2
BC107I	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALG	FEB	RC237B	2N5825	2
BC107J	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	200MN	2MA	ALG	FEB	BC237B	2N5825	2
BC107K	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	420MN	2MA	ALG	ALG	RC549C	2N6006	2
BC107L	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	180MN	2MA	ALH	MUB	RC109	2N930	0
BC107M	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALH	MUB	RC109B	2N5825	2
BC107N	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	200MN	2MA	ALH	MUB	RC109	2N930	0
BC107O	NS	T01R	L01	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	420MN	2MA	ALH	MUB	RC109	2N930	0
BC107P	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	120MN	2MA	ALH	FEB	RC549C	2N6006	2
BC107Q	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	200MN	2MA	ALH	FEB	RC549C	2N6006	2
BC107R	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	420MN	2MA	ALH	FEB	RC549C	2N6006	2
BC107S	NS	T09Z	L74	30V	20V	8V	100MA	178C	300MW	150M	6P	420MN	2MA	ALH	FEB	RC549C	2N6006	2
BC107T	NS	T01R	L01	80V	48V	8V	100MA	178C	300MW	150M	5P	30MN	2MA	ALG	TKF	BC107	A157	0
BC107U	NS	X14	X14	25V	12V	4V	80MA	178C	100MW	40M	80MN	10MA	ALG	RTC	BC146		0	
BC107V	NS	X15	X15	20V	12V	3V	80MA	178C	30MW	40M	60MN	200UA	ALH	RTC	BC146		0	
BC1120	NS	X15	X15	20V	12V	3V	80MA	125C	30MW	40M	80MN	200UA	ALH	VAL	BFS36	2N930	1	
BC1121	NS	X15	X15	20V	12V	3V	80MA	125C	30MW	40M	80MN	200UA	ALH	VAL	BFS36	2N930	1	
BC1122	NS	X15	X15	20V	12V	3V	80MA	125C	30MW	40M	140MN	200UA	ALH	VAL	BFS36	2N930	1	
BC1123	NS	T0108	L17	30V	25V	8V	50MA	125C	200MW	60M	5P	200MN	1MA	ALH	SGI	BC209	2N4967	0
BC1124	NS	T0108	L17	40V	40V	6V	50MA	125C	200MW	60M	5P	200MN	1MA	ALH	OBS	BC209	2N4967	2
BC114	NS	T0106	L17	30V	25V	8V	50MA	125C	200MW	60M	5P	200MN	1MA	ALH	SGI	BC209	2N4967	0
BC114A	NS	T0106	L17	40V	40V	6V	50MA	125C	200MW	60M	5P	200MN	1MA	ALH	OBS	BC209	2N4967	2
BC115	NS	T0105	L04	40V	30V	5V	100MA	125C	300MW	40M	25P	80MN	10MA	ALG	SGI	BC237	2N5825	0
BC116	PS	T0105	L04	45V	40V	5V	100MA	125C	300MW	130M	8P	35MN	10MA	ALG	SGI	RC307	2N6015	0
BC116A	PS	T0105	L04	45V	40V	5V	600MA	125C	300MW	100M	10P	60/150	50MA	AMG	SGI	BFR23	2N4036	0
BC117	NS	T0105	L04	120V	120V	5V	50MA	125C	300MW	60M	9P	30MN	30MA	ALH	AT8	BC145	2N1990	0
BC118	NS	T0106	L17	45V	45V	4V	100MA	125C	200MW	200M	3P5	50MN	5MA	ALG	SGI	BC237	2N5825	0
BC119	NS	T039	L04	60V	30V	5V	1A	200C	800MW	40M	25P	40MN	150MA	AMG	SGI	BFY51	2N2297	0
BC120	NS	T039	L01	60V	30V	5V	1A	200C	800MW	40M	25P	20MN	150MA	AMG	SGI	BFY51	2N2297	0
BC121	NS	X16	X16	5V	5V	5V	50MA	125C	90MW	20M	25MN	250UA	ALH	SID	BC146		0	
BC.21B	NS	X16	X16	5V	5V	5V	50MA	125C	90MW	20M	450MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC121G	NS	X16	X16	5V	5V	5V	50MA	125C	90MW	20M	240MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC121H	NS	X16	X16	5V	5V	5V	50MA	125C	90MW	20M	75MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC121Y	NS	X16	X16	5V	5V	5V	50MA	125C	90MW	20M	125MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC122	NS	X16	X16	30V	20V	5V	50MA	125C	90MW	20M	25MN	250UA	ALH	SID	BC146		0	
BC122B	NS	X16	X16	30V	20V	5V	50MA	125C	90MW	20M	750MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC122C	NS	X16	X16	30V	20V	5V	50MA	125C	90MW	20M	240MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC122D	NS	X16	X16	30V	20V	5V	50MA	125C	90MW	20M	125MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC122E	NS	X16	X16	30V	20V	5V	50MA	125C	90MW	20M	75MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC122F	NS	X16	X16	45V	30V	5V	50MA	125C	90MW	20M	25MN	250UA	ALH	SID	BC146		0	
BC123G	NS	X16	X16	45V	30V	5V	50MA	125C	90MW	20M	240MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC123H	NS	X16	X16	45V	30V	5V	50MA	125C	90MW	20M	75MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
BC123Y	NS	X16	X16	45V	30V	5V	50MA	125C	90MW	20M	125MN	250UA	ALH	SID	BC146	2N3707	1	
RC125	NS	T0105	L04	80V	30V	5V	500MA	125C	300MW	40M	25P	30MN	150MA	AMG	SGI	BFY50	2N2297	0
BC125A	NS	T0105	L04	80V	40V	5V	500MA	125C	300MW	40M	25P	30MN	50MA	AMG	OBS	BCW36	2N5818	2
BC125B	NS	T0106	L17	60V	30V	5V	500MA	125C	300MW	40M	25P	40/120	150MA	AMG	SGI	BFY50	2N2297	0
BC126	PS	T0105	L17	35V	30V	5V	800MA	125C	300MW	100M	8P	40MN	10MA	ALH	FCU	BC328	2N5819	0
BC126A	PS	T0106	L17	40V	40V	5V	600MA	125C	300MW	100M	8P	30MN	50MA	AMG	OBS	BC327	2N5819	2
BC127	NS	OBS	OBS	25V	20V	5V	50MA	125C	75MW	20M	10P	125MN	1MA	ALH	FCU	BC146		0
BC128	NS	OBS	OBS	25V	20V	5V	50MA	125C	100MW	20M	40P	150MN	1MA	ALH	FCU	BC146		0
BC129	NS	T018	L01	80V	45V	8V	100MA	165C	175MW	150M	6P	125MN	2MA	ALG	TKF	BC107	A157	0
BC129A	NS	T018	L01	80V	45V	8V	100MA	165C	175MW	150M	6P	125MN	2MA	ALG	TKF	BC107	2N930	1
BC129B	NS	T018	L01	80V	45V	8V	100MA	165C	175MW	150M	6P	240MN	2MA	ALG	TKF	BC107	2N930	1
RC130	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	175MW	150M	6P	125MN	2MA	ALG	TKF	BC107	A157	0
BC130A	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	175MW	150M	6P	125MN	2MA	ALG	TKF	BC107	2N930	1
BC130B	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	175MW	150M	6P	240MN	2MA	ALG	TKF	BC108	2N930	1
BC130C	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	175MW	150M	6P	470MN	2MA	ALH	TKF	BC108	2N930	1
BC131	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	175MW	150M	6P	240MN	2MA	ALH	TKF	BC109	2N930	0
BC131B	NS	T018	L01	25V	20V	5V	100MA	165C	17									

TRANSISTOR NUMBER	PM O A LT	PACK- AGE	LEAD INFO	VCB MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	H FE BTAS	USE	VFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	ISS
MJE1103	NS	TOP66	L32		80V		5A	150C	70WC	4M		750MH	4A	AHG	MOU	BUY500		2
MJE1290	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	15A	150C	90WC	3M		20/100	5A	AHG	MOB	BDX78	2N6134	0
MJE1291	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	15A	150C	90WC	3M		20/100	5A	AHG	MOB	BDX78	2N6134	0
MJE1660	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	15A	150C	90WC	3M		20/100	5A	AHG	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE1661	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	15A	150C	90WC	3M		20/100	5A	AHG	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE2010	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	5A	150C	80WC	3M		25/125	1A	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2011	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	5A	150C	80WC	3M		25/125	1A	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2020	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	5A	150C	80WC	3M		25/125	1A	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2021	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	5A	150C	80WC	3M		25/125	1A	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2160	NS	TOP66	L32	300V	300V		1500MA	150C	50WC			30/240	500MA	AHE	MOB			0
MJE2360	NS	TOP66	L32	375V	350V	6V	500MA	150C	30WC	5M		25/200	50MA	ALE	MOB		2N6177	0
MJE2361	NS	TOP66	L32	375V	350V	6V	500MA	150C	30WC	5M		50/250	50MA	ALE	MOB		2N6177	0
MJE2370	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	3A	150C	40WC	3M		40/200	200MA	AHH	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2371	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		40/200	200MA	AHH	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2480	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	4A	150C	60WC	2M		20/100	1500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2481	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	4A	150C	60WC	2M		20/100	1500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2482	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	4A	150C	60WC	2M		20/100	2500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2483	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	4A	150C	60WC	2M		20/100	2500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE2490	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	3A	150C	60WC	3M		20/100	1A	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2491	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	60WC	3M		20/100	1A	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE2520	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	3A	150C	40WC	3M		40/200	200MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE2521	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		40/200	200MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE2522	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	1A	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE2523	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	1A	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE2801	NS	TOP66	L32	60V	60V	4V	10A	150C	90WC			25/100	3A	AHH	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE2801K	NS	TOP66	L32	60V	60V	4V	10A	150C	90WC			25/100	3A	AHH	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE2901	PS	TOP66	L32	60V	60V	4V	10A	150C	90WC			25/100	3A	AHH	MOB	BDX78	2N6134	0
MJE2901K	PS	TOP66	L32	60V	60V	4V	10A	150C	90WC			25/100	3A	AHP	MOU			1
MJE2955	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	10A	150C	90WC	2M		20/70	4A	AHH	MOB	BDX78	2N6134	0
MJE2955K	PS	TOP66	L32	70V	60V	5V	10A	150C	90WC	2M		58N	10A	AHP	MOU			1
MJE2955T	PS	TOP66	L32		60V		10A	150C	75WC	2M		20MN	4A	AHG	MOU	BD204	2N6107	2
MJE3054	NS	TOP66	L32	90V	55V	5V	4A	150C	40WC	1M		25/100	500MA	AHH	MOB	BD589	2N6123	0
MJE3055	NS	TOP66	L32	20V	60V	5V	10A	150C	90WC	2M		20/70	4A	AHH	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE3055K	NS	TOP66	L32	60V	60V		10A	150C	90WC	2M		20/70	4A	AHH	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE3055T	NS	TOP66	L32		60V		10A	150C	75WC	2M		20MN	4A	AHG	MOU	BDX73	2N6101	2
MJE3370	PS	TOP66	L32	30V	30V	4V	3A	150C	25WC			25MN	1A	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE3371	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		40/200	200MA	AHH	MOB	BD590	2N6126	0
MJE3439	NS	TOP66	L32	450V	350V	5V	300MA	150C	15WC	15M		30MN	20MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE3440	NS	TOP66	L32	350V	250V	5V	300MA	160C	15WC	15M		40/160	20MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE3520	NS	TOP66	L31	30V	30V	4V	3A	150C	25WC			25MN	1A	AHG	MOU			1
MJE3521	NS	TOP66	L32	40V	40V	4V	3A	150C	40WC			40MN	1A	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE3736	NS	TOP66	L32	250V	225V	6V	500MA	150C	30WC	5M		40/200	100MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE3739	NS	TOP66	L32	325V	300V	6V	500MA	150C	30WC	5M		40/200	100MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE3740	PS	TOP66	L32	60V	60V	5V	4A	160C	40WC	4M		30/100	250MA	ALH	MOB	BD590	2N6126	0
MJE3741	PS	TOP66	L32	80V	80V	5V	4A	150C	40WC	4M		30/100	250MA	ALH	MOB	BD590	2N6126	0
MJE4918	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	500MA	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE4921	NS	TOP66	L32	40V	40V		3A	150C	40WC	3M		20/100	500MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE4922	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	500MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE4923	NS	TOP66	L32	80V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	500MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE4923	NS	TOP66	L32	80V	80V	5V	3A	150C	40WC	3M		20/100	500MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE5190	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	4A	150C	60WC	2M		25/100	1500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5191	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	4A	150C	60WC	2M		25/100	1500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5192	NS	TOP66	L32	80V	80V	5V	4A	150C	60WC	2M		20/80	1500MA	AHG	MOB	BD589	2N6123	0
MJE5193	PS	TOP66	L32	40V	40V	5V	4A	150C	60WC	2M		25/100	1500MA	AHG	MOB	BD590	2N6126	0
MJE5655	NS	TOP66	L32	250V	250V		500MA	150C	30WC	10M		30/250	100MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE5656	NS	TOP66	L32	300V	300V		500MA	150C	30WC	10M		30/250	100MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE5657	NS	TOP66	L32	350V	350V		500MA	150C	30WC	10M		30/250	100MA	ALE	MOB	BD232	2N6177	0
MJE5977	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	5A	150C	75WC	2M		20/120	2500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5978	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	5A	150C	75WC	2M		20/100	2500MA	AHG	MOB	BDX75	2N6103	0
MJE5979	NS	TOP66	L32	80V	80V	5V	5A	150C	75WC	2M		20/120	2500MA	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5983	NS	TOP66	L32	40V	40V	5V	8A	150C	90WC	2M		20/120	4A	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5984	NS	TOP66	L32	60V	60V	5V	8A	150C	90WC	2M		20/120	4A	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE5985	NS	TOP66	L32	80V	80V	5V	8A	150C	90WC	2M		20/120	4A	AHG	MOB	BDX73	2N6101	0
MJE13002	NS	TO126	L31		300V		1A5	150C	40WC	4M		8MN	500MA	AHE	MOU			2
MJE13003	NS	TO126	L31		400V		1A5	150C	40WC	4M		8MN	500MA	AHE	MOU			2
MJE13004	NS	TOP66	L32		300V		4A	150C	75WC	4M		10MN	1A	AHE	MOU	BU406D		2
MJE13005	NS	TOP66	L32		400V		8A	150C	75WC	4M		10MN	1A	AHE	MOU	BU406D		2
MJE13006	NS	TOP66	L32		300V		12A	150C	80WC	4M		8MN	2A	AHE	MOU			2
MJE13007	NS	TOP66	L32		400V		4A	150C	80WC	4M		8MN	2A	AHE	MOU	BU406D		2
MJE13008	NS	TOP66	L32		300V		8A	150C	100WC	4M		8MN	5A	AHE	MOU	BU406D		2
MJE13009	NS	TOP66	L32		400V		12A	150C	100WC	4M		8MN	5A	AHE	MOU			2
MJ390	PG	TO18	L01	25V	10V	OV3	10MA	100C	250MWF	400M	1P8	15MN	10MA	TUO	MOU	AF239	2N3783	1
MJ404	PG	TO18	L01	25V	24V	12V	150MA	100C	150MWF	3M	20P	30MN	12MA	RLS	MOU	AF239	2N3783	1
MJ405	PG	TO18	L01	40V	25V	25V	150MA	100C	150MWF	3M	20P	30MN	12MA	RLS	MOU	OC44N	2N869A	1
MJ498	PS	TO18	L01	30V	30V	5V	200MA	100C	150MWF	400M	OP3	15MN	2MA	FVC	MOU			1
MJ1139	PG	TO72	L06	30V	15V	OV3	10MA	100C	125MWF	400M	OP3	15MN	2MA	FVC	MOU	AF239S	2N3763	1