สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง

SWITCHING POWER AMPLIFIER

T033916

โดย

นายภาคย์ แสงศิลา

นายสุวัฒน์ ประนิตย์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33916
วัน, เดือน, ปี 20 ก.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING POWER AMPLIFIER

MR.PAK SANGSILA

MR.SUWAT PRANIT

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Bachelor's Degree

Department of Industrial Technology

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrablang

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง
SWITCHING POWER AMPLIFIER

โดย นายภาคย์ แสงศิลา
นายสุวัฒน์ ประนิตย์

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์นิกร สุขุตมตันติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report SWITCHING POWER AMPLIFIER

By MR.PAK SANGSILA

MR.SUWAT PRANIT

Department of Industrial Technology

Advisor ASSOCIATED PROFESSOR.NIKORN SUKUTAMATANTI

Accepted by the Faculty of Engineering, King Mongkut,s Institute of Technology , Ladkrablang in partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree.

Project Report Committee

.....Chairman

( )

.....Committee

( )

.....Committee

( )

.....Committee

( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง
SWITCHING POWER AMPLIFIER

โดย นายภาคย์ แสงศิลา
นายสุวัฒน์ ประนิตย์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์นิกร สุขุตมตันติ

บทคัดย่อ

เครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง (Switching Power Amplifier) เป็นการขยายสัญญาณแบบ Class D ซึ่งอาศัยหลักการของ Pulse Width Modulation คือ การนำเอาคลื่นพาหะ (คลื่นสัญญาณสามเหลี่ยม) มาทำการ Modulate กับสัญญาณอินพุตโดยใช้ Voltage Comparator เปรียบเทียบสัญญาณสามเหลี่ยมกับสัญญาณอินพุตโดยเอาท์พุตที่ได้จะเป็น Pulse ที่มีความกว้างของสัญญาณเปลี่ยนไปตามขนาดของสัญญาณอินพุต

สัญญาณที่ได้จากการ Modulate จะถูกนำไปขับภาคเอาท์พุต ซึ่งทำงานในลักษณะของ Switching และนำสัญญาณจากภาคนี้มาผ่านวงจรกรองผ่านความถี่ต่ำต่อไปซึ่งจะได้สัญญาณเอาท์พุต ที่มีลักษณะเหมือนกับสัญญาณอินพุต

ข้อดีของวงจรขยายแบบ Class D คือ การสูญเสียของพลังงานจะมีน้อยโดยมีประสิทธิภาพเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนข้อเสียของวงจรขยายแบบนี้คือ ต้องการวงจรกรองผ่านความถี่ต่ำที่ดีมากๆและ Switch ของกระแสสูงๆทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นซึ่งเรียกว่า Electromagnetic Interference (EMI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report SWITCHING POWER AMPLIFIER

By MR.PAK SANGSILA
MR.SUWAT PRANIT

Advisor ASSOCIATED PROFESSOR.NIKORN SUKUTAMATANTI

Abstract

A Class - D Amplifier is one which its fundamental component is a pulse – width modulator. By using a sawtooth generator and voltage comparator , a pulse-witch modulator can be constructed.

A Pulse – width modulator will produce a train of pulse having widths that are proportional to the level of the amplifier's input signal.

The output of pulse – witch modulator is used for driving the output stage of the class – D amplifier , causing it to switch on and off as the pulse switch between high and low.

The principle advantage of a class – D amplifier of that it may have a very high efficiency , approaching 100%

The principle disadvantage are the need for a very good low pass filter and the fact that high – speed switching of heavy currents generates noise through electromagnetic coupling , called , electromagnetic interference or EMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง (Switching Power Amplifier) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ โดยได้รับความร่วมมือ และคำแนะนำแนวทางในการทำโครงงานเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์นิกร สุขุตมตันติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม และขอขอบคุณการสื่อสารแห่งประเทศไทย (ไปรษณีย์กลางบางรัก) ที่ช่วยเหลือในด้านคำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ในด้านเครื่องมือในการทดลอง

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายภาคย์ แสงศิลา

นายสุวัฒน์ ประนิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

ABSTRACT ข

กิตติกรรมประกาศ ค

บทที่1 บทนำ 1

บทที่2 ภาคขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง 5

(Switching Power Amplifier)

2.1 วงจรใช้งานจริง 8

2.2 ภาคขยายกำลัง 11

บทที่3 เพาเวอร์มอสเฟท (Power Mosfet) 14

3.1 Steady – State Characteristic 17

3.2 Switching Characteristic 21

3.3 Gate Drive 23

บทที่4 ภาคจ่ายกำลังไฟแบบสวิตชิ่ง (Switching Power Supply) 25

4.1 การออกแบบวงจร 25

4.2 ส่วนของวงจรควบคุม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่5 SOFTWARE 31

5.1 Control และ Object ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 32

5.2 Event ที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรม 37

5.3 Method และ Prope rty ที่ผู้ใช้เขียนโปรแกรม 39

5.4 ชนิดของ Operator 43

5.5 ขอบเขตของตัวแปร 45

5.6 การจัดการกับ File 46

บทที่6 ชิ้นงาน Switching Power Amplifier 47

6.1 Block Diagram 48

6.2 ส่วนของวงจร 49

6.3 การทดลองและแสดงผล 53

6.4 สรุปผลและวิจารณ์ 61

หนังสืออ้างอิง A

ภาคผนวก B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

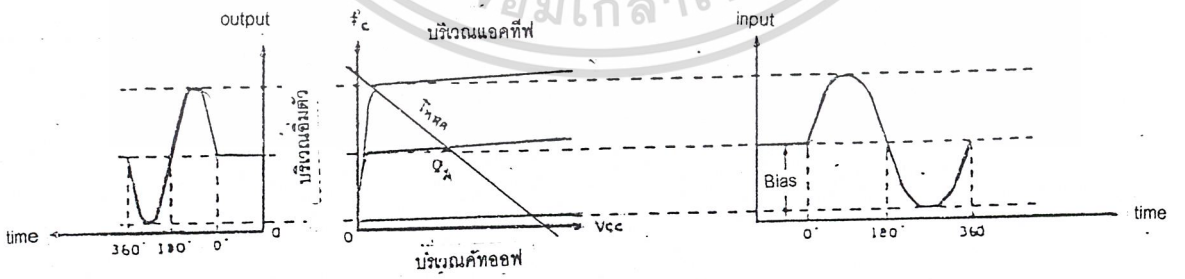
บทนำ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการขยายสัญญาณแบบต่างๆโดยย่อ เพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการขยายสัญญาณแบบต่างๆ เพื่อแสดงเหตุผลว่า ทำไมจึงเลือกใช้การขยายสัญญาณแบบ คลาสดี

เราอาจแบ่งการขยายกำลังออกเป็นคลาสต่างๆ ตามลักษณะของการไบอัสที่ให้แก่ทรานซิสเตอร์หรืออีกนัยหนึ่งตามตำแหน่งของจุดปฏิบัติการ Q (Quiescent point) บนโหลดแบ่งออกเป็น 4 แบบคือ

1.1) จุดปฏิบัติการ Q อยู่ในส่วนของ Active Region ซึ่งจะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์ตลอดเวลาไม่ว่าจะมีสัญญาณอินพุต หรือไม่ก็ตาม ทรานซิสเตอร์ จะนำกระแสตลอดช่วง 360 องศาของสัญญาณอินพุต การไบอัสในลักษณะนี้เรียกว่า คลาสเอ จะพบในส่วนที่ระดับของสัญญาณที่มีค่าต่ำๆประสิทธิภาพสูงสุดคือ 50 เปอร์เซ็นต์

ข้อดีของคลาสเอ คือมีความเพี้ยนต่ำกว่าคลาสอื่นๆทั้งนี้เพราะมีกระแสไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์ตลอด 360 องศาของสัญญาณอินพุต ทำให้กระแสคอลเลคเตอร์ ยังคงมีรูปร่างเป็นสัญญาณ Sine ที่สมบูรณ์

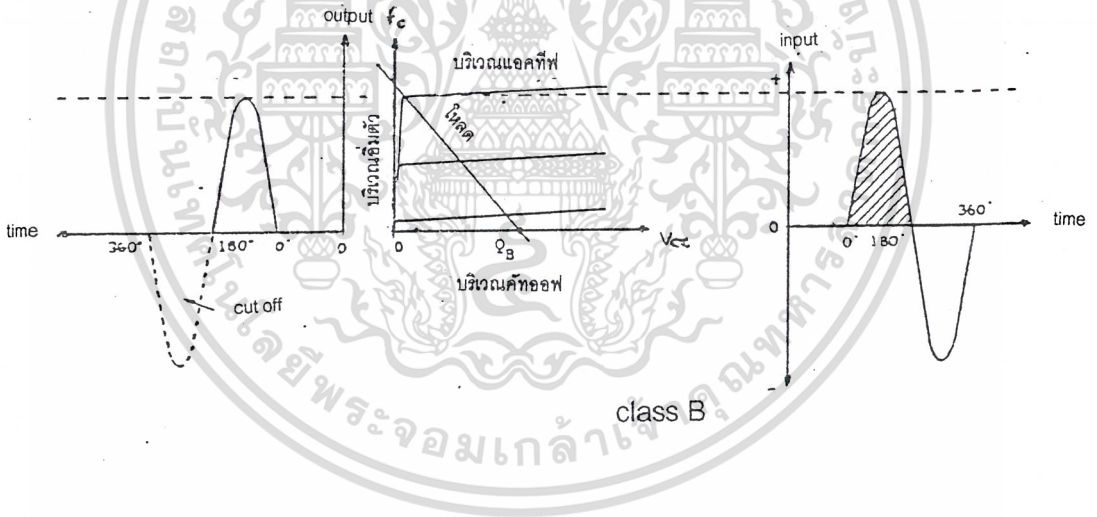


class A

รูปที่ 1 รูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการขยายกำลังแบบ คลาสเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

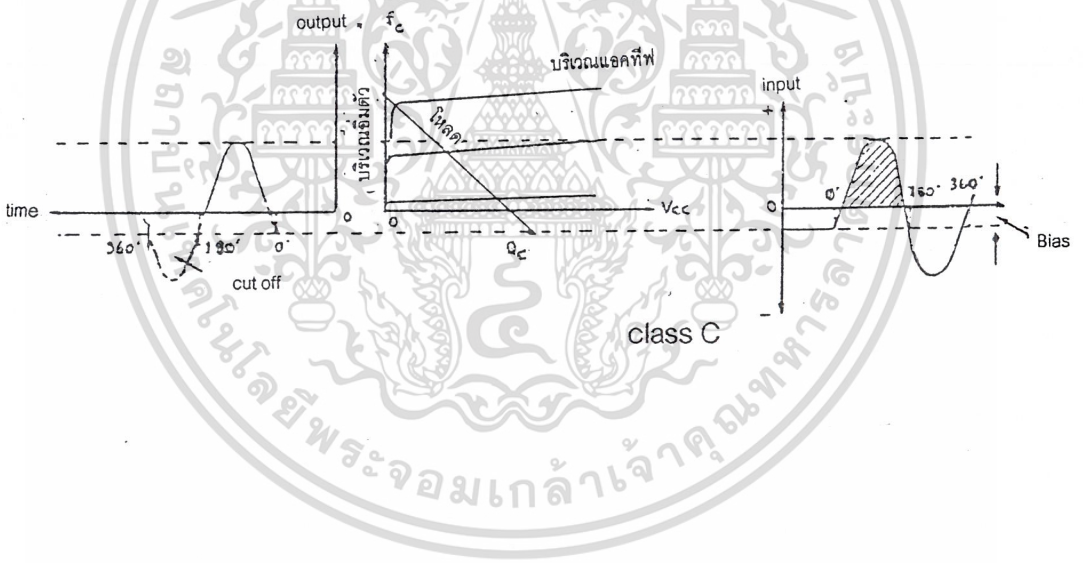
1.2) จุดปฏิบัติการ Q อยู่ที่จุด Cutoff พอดี จะทำให้กระแสไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์เฉพาะช่วงเวลาบางส่วนของซีกใดซีกหนึ่งของสัญญาณอินพุตเท่านั้นหรือทรานซิสเตอร์ จะนำกระแสในช่วง 180 องศาของสัญญาณอินพุต และในขณะที่ยังไม่มีสัญญาณอินพุต จะไม่มีกระแสไหลซึ่งทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น การไบอัสในลักษณะนี้คือ คลาสบี เนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์ เพียงซีกเดียวจึงต้องใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวสลับกันทำงานตัวละ 180 องศาของอินพุต เรียกการทำงานแบบนี้ว่า Push Pull เราจะพบวงจรคลาสบี ในส่วนที่ค่าสูงๆ เช่นภาคขยายภาคสุดท้าย ประสิทธิภาพสูงสุดของคลาสบี คือ 78.5 เปอร์เซ็นต์



<u>รูปที่ 2 รูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการขยายกำลังแบบ คลาสบี</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3) จุดปฏิบัติการ Q อยู่ในส่วน cut off region ซึ่งจะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์ เฉพาะช่วงเวลาบางส่วนของซีกใดซีกหนึ่งของสัญญาณอินพุต หรือทรานซิสเตอร์ จะนำกระแสในช่วงน้อยกว่า 180 องศาของสัญญาณอินพุต ในขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุต จะไม่มีกระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ เรียกการไบอัส ในลักษณะนี้ว่าคลาสซี วงจรขยายคลาสซี นี้จะใช้งานได้เฉพาะความถี่ใดความถี่หนึ่งเท่านั้น เช่น ในส่วนการขยายกำลังของเครื่องส่งวิทยุประสิทธิภาพของคลาสซี ขึ้นกับจุดไบอัสและความถี่ที่ใช้งาน

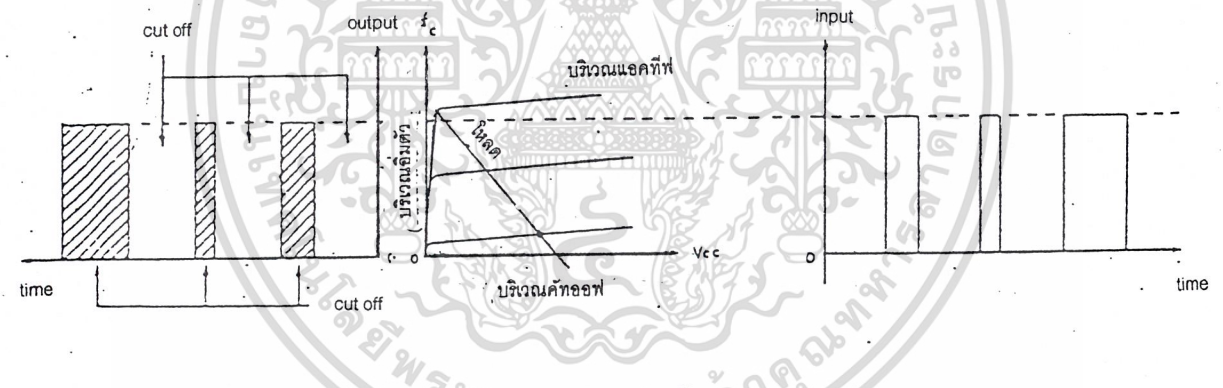


รูปที่ 3 รูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการขยายกำลังแบบ คลาสซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) ทรานซิสเตอร์ทำงานในลักษณะของสวิตชิ่ง จุดปฏิบัติการจะอยู่ที่เดียวกับคราสบี แต่ทรานซิสเตอร์ ในวงจรจะทำงานในลักษณะของสวิตช์ คือ นำกระแสอิ่มตัว (Saturate) กับไม่นำกระแส (Cut Off) กระแสที่ไหลผ่านตัวทรานซิสเตอร์ จะมีลักษณะเป็นพัลซ์รูปสี่เหลี่ยม วงจรที่ทำงานในลักษณะเช่นนี้คือคลาสดี บางครั้งอาจเรียกว่าคลาสเอส วงจรคลาสดีอาจจะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์

ข้อดีของการขยายกำลังแบบสวิตชิ่งก็คือมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงทำให้ประหยัดพลังงาน การสูญเสียที่ทรานซิสเตอร์น้อยลงเป็นผลทำให้แผ่นระบายความร้อนเล็กลงขนาดเครื่องก็จะเล็กลงน้ำหนักก็จะเบาขึ้น ซึ่งจะเหมาะสำหรับเครื่องที่ต้องการทำให้มีขนาดเล็ก และประหยัดพลังงาน



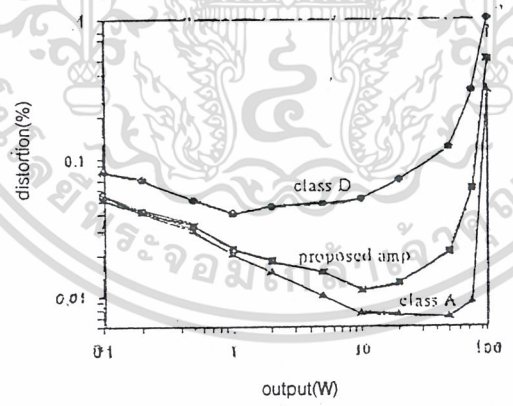
<u>รูปที่ 4 รูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการขยายกำลังแบบ คลาสดี</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

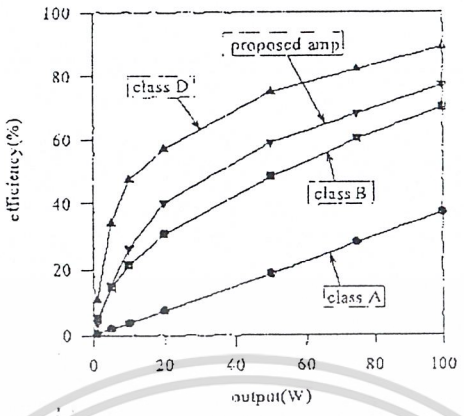
ภาคขยายกำลังแบบสวิตซิ่ง (Switching Power Amplifier)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่สองของโครงงานนี้ซึ่งเป็นส่วนขยายสัญญาณแบบสวิตซิ่ง (แบบคลาสดี) ข้อแตกต่างของวงจรขยายแบบนี้คือเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ที่เอาท์พุต นั้นจะทำงานเพียง 2 สถานะ คือ เปิด และ ปิด เท่านั้นซึ่งลักษณะการทำงานแบบนี้เมื่อเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ทำงาน (On) ค่าความต้านทานของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ใกล้เคียงกับ " 0" และขณะที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน (Off)จะเสมือนความต้านทานมากๆเข้าใกล้ไม่มีจำกัด ด้วยเหตุนี้การขยายกำลังแบบสวิตซิ่งจึงมีประสิทธิภาพสูงแต่ การขยายกำลังแบบสวิตซิ่ง ก็ยังมีปัญหาอยู่ซึ่งก็คือการตอบสนองความถี่และความเพี้ยนซึ่งค่อนข้างสูง

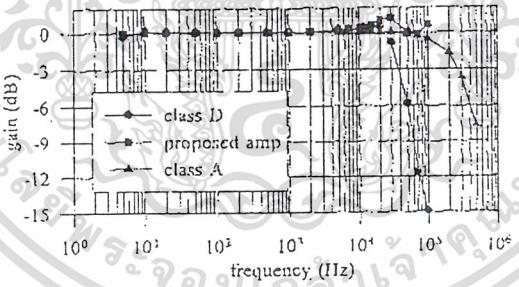


รูปที่ 1 แสดงถึงความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุตเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการขยายกำลังแบบสวิตซิ่งกับการขยายกำลังแบบคลาสอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



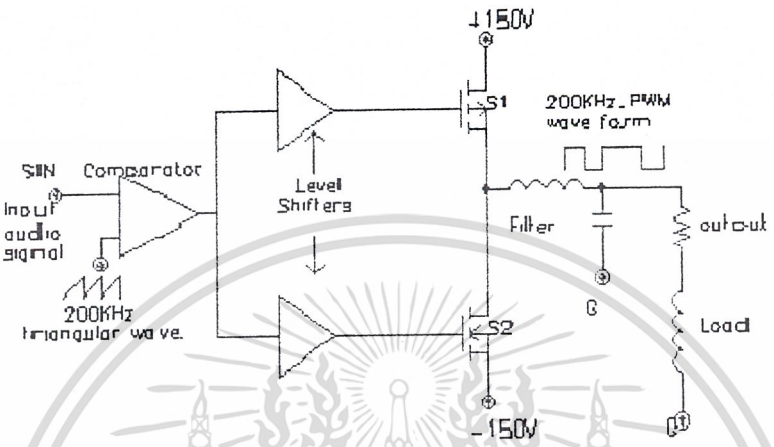
รูปที่ 2 แสดงถึงประสิทธิภาพของวงจรระหว่าง การขยายกำลังแบบสวิตซิ่ง กับการขยายกำลังแบบคลาสอื่นๆ



รูปที่ 3 แสดงถึงการตอบสนองความถี่ ของการขยายกำลังแบบสวิตซิ่ง กับการขยายกำลังแบบคลาสอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1 และ 2 จะพบว่าความเร็วของการขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง ค่อนข้างสูง แต่ประสิทธิภาพนั้น การขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง นั้นดีที่สุดเช่นเดียวกัน



รูปที่ 4 วงจรพื้นฐานสำหรับ การขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง

จากรูปที่ 4 สามารถแบ่งวงจรขยายกำลังแบบสวิตชิ่งออกเป็น 4 ส่วนได้ดังนี้คือ

1) ภาค Pulse Width Modulator ใช้ออปแอมป์ (Op Amp) เป็นตัวเปรียบเทียบ เพื่อเป็นตัวสร้างสัญญาณ Pulse Width Modulator โดยใช้สัญญาณสามเหลี่ยมเป็นพาหะ ในที่นี้วงจร ผลิตความถี่แบบสามเหลี่ยมใช้ ไอซีเบอร์ 4069 วงจรเปรียบเทียบใช้ ไอซีออปแอมป์ (Op Amp) แบบความเร็วสูงเบอร์ NE 538

2) Level Shifter เป็นวงจรขับขาเกท ของมอสเฟส

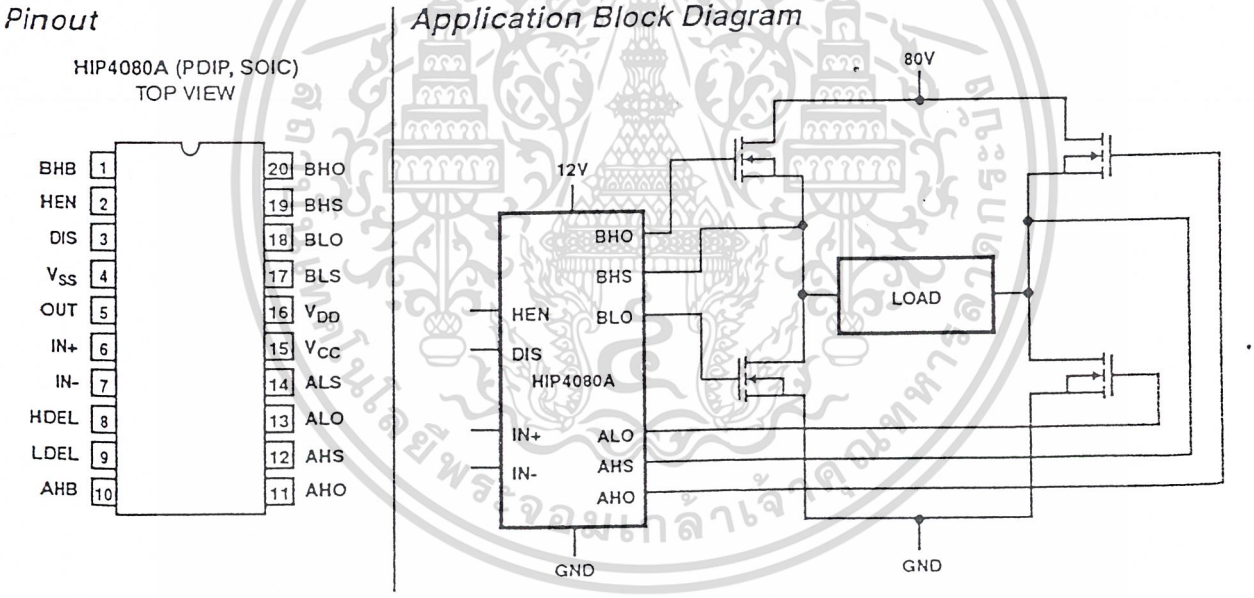
3) ภาคเพาเวอร์เอาท์พุต ใช้มอสเฟทแบบสวิตช์ความเร็วสูง เบอร์ IRF 840 เป็นเอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ภาควงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ทำหน้าที่กรองความถี่พาหะ ออกจากสัญญาณ เพื่อทำให้เอาท์พุต ที่ออกมาเสมือนกับอินพุต

2.1 วงจรที่ใช้งานจริง

ในโครงงานนี้ ส่วนของภาคขับใช้ ไอซีเบอร์ HIP 4080 A ของบริษัท Harris ซึ่งมีตำแหน่งของการวางขาและหน้าที่ต่างๆดังนี้



รูปที่5 แสดงตำแหน่งของการวางขาภายในไอซีในส่วนของภาคขับ

ขาที่ 1 คือขา BHB ขานี้ต้องต่อกับขา Cathode ของไดโอดของ boot strap diode และขาด้านไฟบวกของตัวเก็บประจุ เพื่อยกระดับแรงดันที่ขานี้ให้สูงขึ้นถึงระดับ 12.8 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 2 คือขา HEN ย่อมาจาก High – side Enable ถ้าขานี้ได้รับลอจิก "0" จะทำให้ AHO และ BHO มีค่าต่ำ เมื่อขา HEN มีค่าสูงแล้วเท่านั้นจึงจะทำให้ขาเอาท์พุต ของไอซี ถูกควบคุมด้วยอินพุต

ขาที่ 3 คือขา DIS เป็นขา Dis enable เมื่อขานี้ได้ลอจิก " 1 " จะทำให้เอาท์พุต ทุกขา ของ HIP 4080 set เป็นค่า " 0 " เมื่อขา DIS ได้รับลอจิก " 0 " จะให้เอาท์พุต ถูกควบคุมด้วย อินพุต

ขาที่ 4 คือขา VSS เป็นไฟเลี้ยงด้านลบของวงจรจ่ายไฟลบเข้าที่ขานี้

ขาที่ 5 คือขาออกเป็นขาที่พัลซ์วิดท์มอด ของไอซีออกมาโดยไม่มีการหน่วงเวลา

ขาที่ 6 คือขา In^+ เป็นอินพุต ด้านบวกของไอซี ถ้าขานี้ได้รับแรงดันซึ่งสูงกว่าขา In^- แล้วจะให้เอาท์พุต ที่ขา ALO และ BHO เป็น Low ส่วนขา BLO และ AHO มีเอาท์พุต เป็น High

ขาที่ 7 คือขา In^- เป็นอินพุต ด้านลบของไอซี มีลักษณะการทำงานที่ตรงข้ามกับขาที่ 6

ขาที่ 8 คือขา HDEL ย่อมาจาก High side turns – on delay ขานี้ต่อความต้านทาน ลงกราวด์เพื่อกำหนดค่า Dead Time ของวงจร (ดูได้จากภาคผนวก)

ขาที่ 9 คือขา LDEL ย่อมาจาก Low side turns – on delay ขาที่ต่อความต้านทาน ลงกราวด์เพื่อกำหนดค่า Dead Time ด้านลบของวงจร (ดูได้จากภาคผนวก)

ขาที่ 10 คือขา AHB คือขา A high – side boot strap supply ต่อไดโอด ที่ขานี้และ ต่อตัวเก็บประจุ ลงกราวด์เพื่อยกระดับแรงดันให้เพิ่มขึ้นจนถึงระดับ 12.8 โวลท์ ลักษณะการต่อขา นี้ เช่นเดียวกับขา BHB

ขาที่ 11 คือขา AHO เป็นขาที่ A high – side output เป็นขาซึ่งขับขาเกท ของ มอสเฟท ด้าน High ของภาคขยายกำลัง

ขาที่ 12 คือขา AHS ย่อมาจาก A high - side source connection ต่อขานี้ไปที่ขา source ของมอสเฟท ชุด A และต่อที่ด้านลบของตัวเก็บประจุซึ่งใช้ยกระดับแรงดัน

ขาที่ 13 คือขา ALO ย่อมาจาก A low – side output ขานี้ต่อไปที่ขาเกท ของ มอสเฟทชุด A ด้าน Low

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 14 คือขา ALS ย่อมาจาก A low side source connection ต่อขานี้ไปที่ขา source ของมอสเฟทชุด A ด้านไฟลบ

ขาที่ 15 คือขา VCC เป็นขาซึ่งรับไฟเลี้ยงมาเลี้ยงไอซี ในที่นี้ใช้ 12 โวลท์

ขาที่ 16 คือขา VDD ต่อขานี้ไปที่ไฟเลี้ยงเช่นเดียวกับขา 15

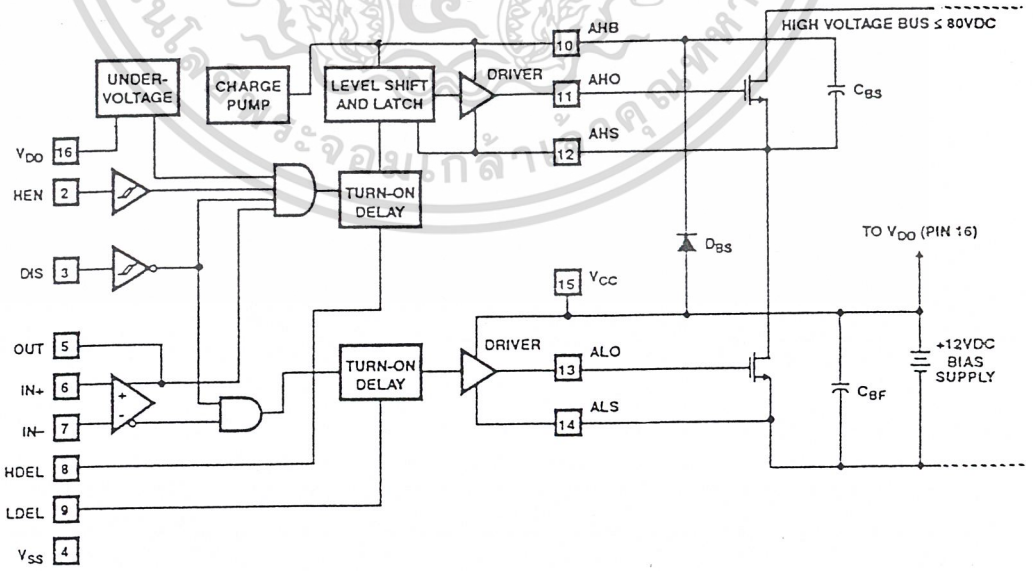
ขาที่ 17 คือขา BLS ย่อมาจาก B low – side source connection ต่อขานี้ไปที่ขา source ของมอสเฟท ชุด B ด้านไฟลบ

ขาที่ 18 คือขา BLO คือขา B Low – side Output ขานี้ต่อไปที่ขาเกท ของมอสเฟท ชุด B ด้าน Low

ขาที่ 19 คือขา BHS ย่อมาจาก B high – side source connection ขานี้ต่อไปที่ขา Source ของมอสเฟทชุด B ด้าน High

ขาที่ 20 คือขา BHO ย่อมาจาก B high – side Output ต่อขานี้ไปที่ขาเกทด้าน High

ส่วนวงจรภายในไอซี นั้นถ้าเทียบกับวงจรพื้นฐานแล้วจะเห็นได้ว่าที่ขา 6 และขา 7 จะเป็นอินพุต ของวงจรเปรียบเทียบ ส่วนวงจรยกระดับนั้น เปรียบเทียบได้กับวงจร Turn On Delay และ Level Shifter เช่นเดียวกัน ซึ่งส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะว่าถ้าหากกำหนดไม่ดีจะทำให้มอสเฟท เปิดและปิด ผิดไปจะเกิดความเสียหายขึ้นได้



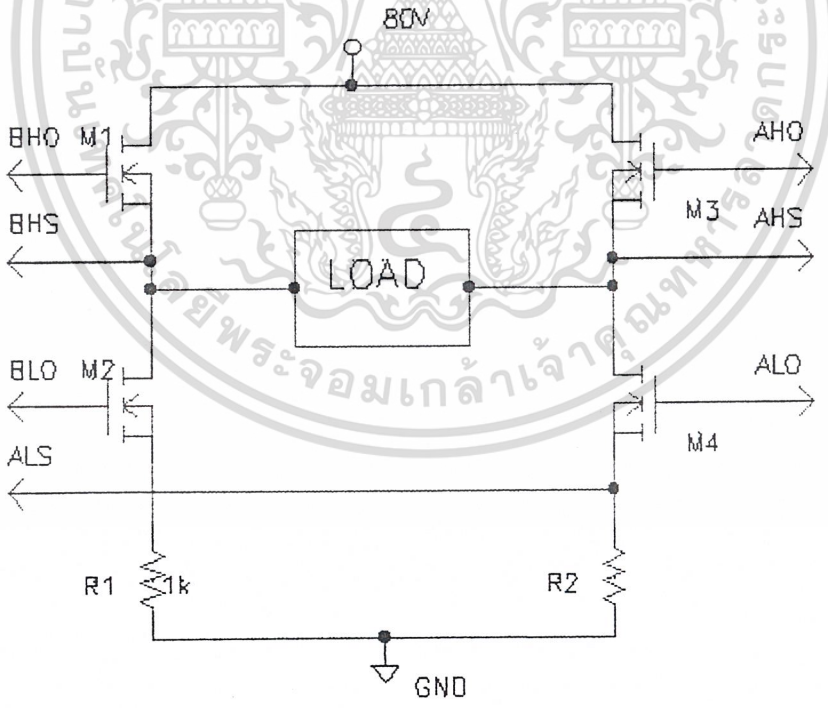
<u>รูปที่6 แสดงการจัดโครงสร้างภายในไอซีในส่วนของภาคขับ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านของวงจรกำลังนั้นรูปแบบวงจรอาจต่างจากวงจรพื้นฐานเพราะว่าวงจรพื้นฐานจัดวงจรแบบ Half Bridge ส่วนวงจรที่ใช้งานนั้นผู้จัดทำจัดวงจรแบบ Full Bridge แต่หลักการในการสวิตช์ นั้นเหมือน กัน สาเหตุที่ต้องใช้วงจรภาคกำลังเป็นแบบ Full Bridge นั้นเนื่องจากไอซีที่ใช้ขับนี้ออกแบบมาเพื่อขับวงจรแบบ Full Bridge โดยเฉพาะ ส่วนรายละเอียดในการจัดวงจรภาคกำลังเป็นดังนี้

2.2ภาคขยายกำลัง

เนื่องจากภาคขยายกำลังนี้เป็นแบบ Nonlinear ซึ่งวงจรขยายจะมี 2 สถานะเท่านั้นคือ คัตออฟ กับ อิ่มตัว ซึ่งการจัดวงจรในที่นี้ผู้จัดทำได้ใช้วงจรคอนเวอเตอร์ แบบ Full Bridge โดยที่มีวงจรพื้นฐานดังนี้



รูปที่7 วงจรภาคขยายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

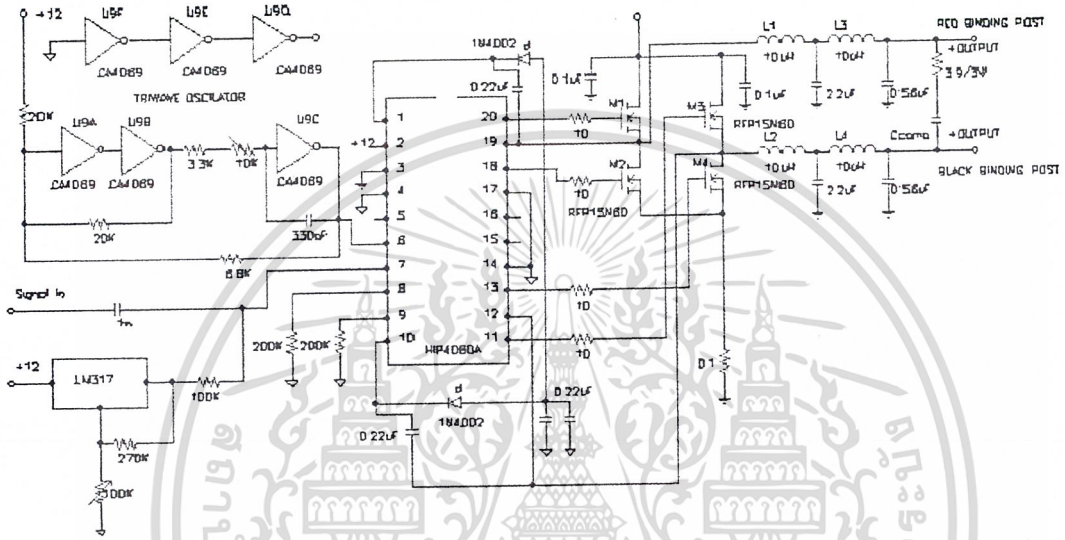
จากรูปการทำงานของวงจรนั้นเฟท ต้อง เปิด พร้อมกันทั้ง 2 ตัว และ ปิด พร้อมกันทั้ง 2 ตัว นั้นคือ Q1 จะทำการ เปิด และ ปิด พร้อมๆกับ Q4 ส่วน Q2 และ Q3 ก็จะทำการ เปิด และ ปิด พร้อมๆ กันเช่นเดียวกัน ถ้าเกิดความผิดพลาดขึ้นในวงจร ภาคขับ แล้วทำให้ Q1 เปิด พร้อมกับQ2 หรือ Q3 เปิดพร้อมกับ Q4 แล้วจะทำให้วงจรภาคขยายเกิดการเสียหายขึ้นได้ เนื่องจากกระแสจะไหลผ่าน Q1 และ Q2 ลงกราวด์โดยตรง หรือในอีกกรณีที่ Q1 กับ Q4 เปิด พร้อมๆกันขณะที่ Q2 หรือ Q3 ยังไม่ปิด ก็จะทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นเดียวกัน ในกรณีที่ใช้ความถี่สูงๆในการ สวิตช์ นั้น สัญญาณข้อมูลจะอยู่ในความกว้างของสัญญาณ Pulse Width Modulator เมื่อต้องการนำข้อมูลกับมานั้นเราต้องผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านซึ่งใช้ 2 ชุดเป็นตัวกรองความถี่ ก่อนเข้าสู่ลำโพง มอสเฟทที่ใช้ต้องเป็นมอสเฟทที่ใช้ในการสวิตชิ่งความถี่สูง

ในส่วนที่ใช้ในโครงงานนี้ได้ใช้มอสเฟท เบอร์ RFP 15N 60 เป็นตัวสวิตชิ่ง ในวงจรที่ขาเกท ของมอสเฟททั้ง 4 ตัวมีความต้านทาน 10 โอห์ม ต่ออยู่เพื่อป้องกันการผลิตความถี่ ของมอสเฟทในส่วนของวงจรนั้นผู้จัดทำได้ใช้แผงวงจรพิมพ์ 2 หน้า ด้านที่วางอุปกรณ์ได้ทำเป็นแผ่นตัวนำ แผ่นกราวด์เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนซึ่งการขยายกำลังแบบสวิตชิ่งตัวนี้เมื่อทำงานแล้วจะมีสัญญาณรบกวนมากเนื่องจากความถี่ที่ใช้ในการสวิตช์มีความถี่สูงและไม่เป็นสัญญาณ Sine ทำให้มีสัญญาณรบกวนสูงมาก

หมายเหตุ ภาคอินพุต ของวงจรขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง ได้มีการเพิ่มวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ที่ Cut Off Frequency เท่ากับ 20 กิโลเฮิร์ต เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่ไม่จำเป็นและกรองสัญญาณรบกวนทิ้งไป อีกทั้งวงจรเป็นแบบ Active Filter ทำให้มี Gain ในการขยายสัญญาณให้มีแรงดันเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสัญญาณพาหะ ที่ได้จากวงจรผลิตความถี่นั้นมีแรงดันค่อนข้างสูง ซึ่งถ้าหากต้องการเปรียบเทียบกันกับข้อมูลที่ป้อนให้แล้วนั้น ต้องทำการขยายแรงดันเพื่อให้แรงดันจากข้อมูลใกล้เคียงกับสัญญาณพาหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคขับของการขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง



รูปที่8 วงจรสมบูรณ์ของภาคขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

เพาเวอร์มอสเฟท (Power mosfet)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมศักดาไฟฟ้าและต้องการเพียงกระแสอินพุต ที่มีขนาดเล็กๆเท่านั้น ความเร็วในการสวิตชิ่งมีค่าสูงมากดังนั้นเวลาในการสวิตชิ่ง อยู่ในหน่วย Nanoseconds การประยุกต์ใช้งานของ เพาเวอร์มอสเฟท จะใช้งานเป็นคอนเวอเตอร์ความถี่สูง และ มอสเฟทนั้นไม่มีปัญหาของปรากฏการณ์ Breakdown เช่น Bipolar Junction Transistor (BJT) แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาของมอสเฟท จะอยู่ที่ Electrostatics Discharge และเป็นการยากที่จะป้องกันมอสเฟทจากความผิดพลาดที่เกิดจากการลัดวงจร

MOSFETs มี 2 ชนิด

1) Depletion MOSFET

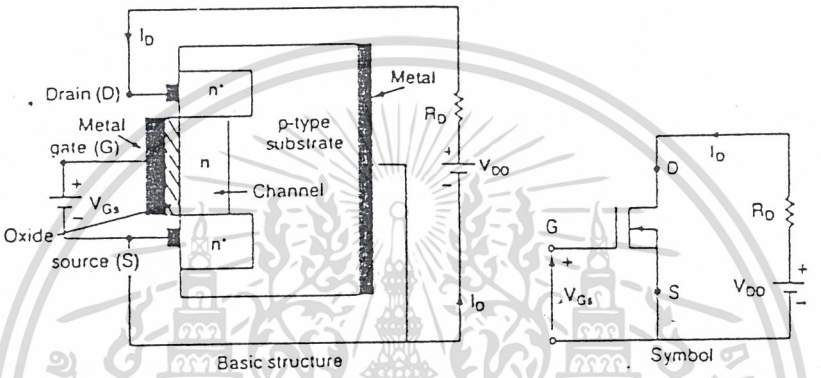
2) Enhancement MOSFET

1) Depletion MOSFET ที่ N-Channel Depletion-Type MOSFETตามรูปที่ 1 ที่แชนแนล n จะคล้าย P-TypeSilicon Substrate และประกอบด้วย n^+ Silicon เพื่อต่อเป็นค่าความต้านทานต่ำที่ เกท นี้จะถูกแยกออกมาจากแชนแนล ด้วยชั้นของออกไซด์บางๆมอสเฟท นี้ประกอบด้วยขั้ว 3 ขั้ว เรียก เกท เดรน และ ซอร์ส โดยปกติให้ศักดาไฟฟ้าลบต่ออยู่กับซอร์ส โดยค่าศักดาไฟฟ้าที่ขั้ว เกท และซอร์ส คือ V_{gs} ทั้งนี้ค่าของ V_{gs} เป็นได้ทั้งบวกและลบ

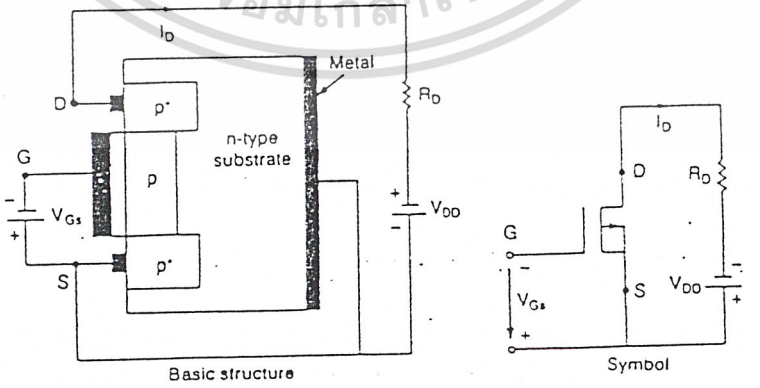
ที่ P-Channel Depletion-Type MOSFET ตามรูปที่ 2 ถ้า V_{gs} เป็นลบ อิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งใน P- Channel จะ Repel และชั้นของ Depletion Region จะสร้างชั้นออกไซด์บางๆและทำให้เกิดช่องแคบๆมีความต้านทานสูงจากขั้ว เดรน ไปยังซอร์ส (R_{ds}) ถ้า V_{gs} มีค่าเป็นลบเพียงพอที่แชนแนลจะกลายเป็นช่องว่าง และทำให้ไม่มีกระแสไหลจาก เดรน ไปยัง ซอร์ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $V_{gs} = 0$ และเราเรียกค่าของ V_{gs} ปรากฏการณ์นี้ว่า Pinch – Off Voltage (V_p) ถ้า V_{gs} เป็นบวกที่แชนแนลจะกว้างขึ้นและค่าของ I_{ds} จะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจาก R_{ds} มีค่าลดลงทำให้ P-Channel Depletion-Type MOSFETs โดยค่าของ V_{ds} , Ids , V_{gs} จะ Reverse กัน



รูปที่ 1 N-Channel Depletion-Type MOSFET

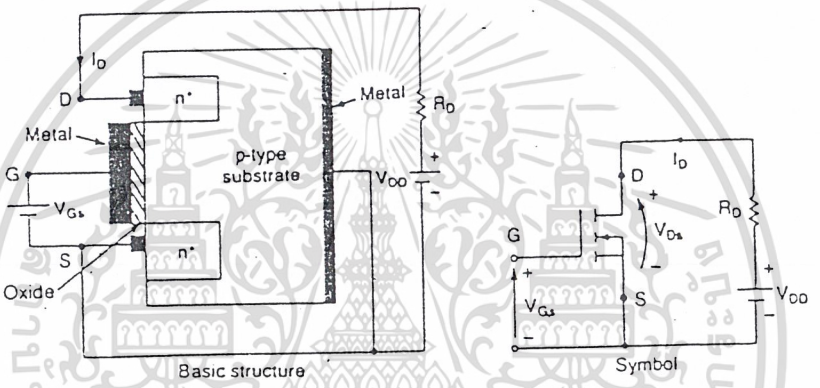


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

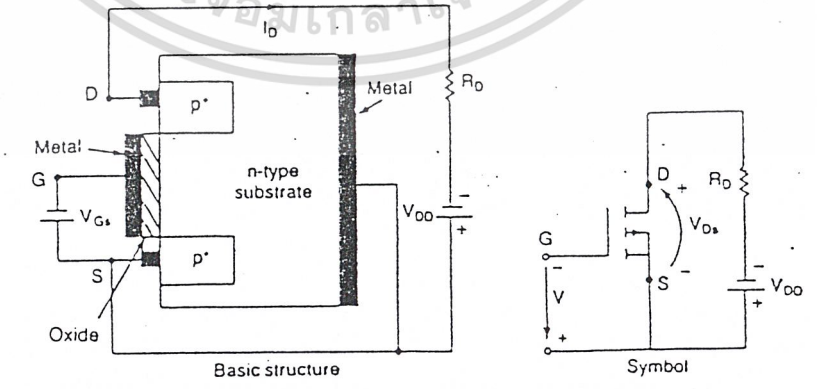
รูปที่ 2 P-Channel Depletion-Type MOSFET

2) Enchancement MOSFET

ถ้า V_{gs} เป็นค่าบวก Induced Voltage จะต้านทานอิเล็กตรอนจาก P-Substrate และถ้า V_{gs} มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ Threshold Voltage (V_t) ปริมาณกระแสจะไหลจากขั้วเดรน ไปยัง ซอร์ส และสำหรับ P-Channel Enhancement-Type MOSFETs จะได้ว่าค่าของ V_{gs} , V_{ds} , I_{ds}เป็น Reverse กัน



รูปที่ 3 N-Channel Depletion-Type MOSFET



รูปที่ 4 P-Channel Depletion-Type MOSFET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1 Steady-State Characteristics

เนื่องจากมอสเฟท เป็นอุปกรณ์แบบ Voltage-Controlled และมีอินพุต Impedance สูงมากๆโดยที่ Gate Draws มีกระแสรั่วไหลเพียงเล็กน้อย (ในหน่วย nanoampere) ค่าของ Current Gain เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสเดรน (Drain Current , Id) กับกระแสอินพุต

$$\text{Current Gain} = \frac{\text{Drain Current}}{\text{Input Gate Current}}$$

แต่อย่างไรก็ตามค่าของ Current Gain ยังไม่ใช่ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญค่าของ Transconductance ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสเดรน (Drain Current) กับค่าของความต่างศักย์ที่เกท (Gate Current)

$$\text{Transconductan} = \frac{\text{Drain Current}}{\text{Gate Voltage}}$$

และพบว่าค่าของ Transconductance เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ The Transfer Characteristics ของ N-Channel ของมอสเฟท แสดงตามรูปที่ 5 และรูปที่ 6 แสดง Output Characteristics ของ N-Channel Enhancement MOSFETs และมีย่านการทำงาน 3 ช่วงคือ

1. ย่าน Cutoff Region $V_{gs} \leq V_t$
2. ย่าน Pinch Off Region หรือ Saturation Region $V_{ds} \geq V_{gs} - V_t$
3. ย่าน linear Region $V_{ds} \leq V_{gs} - V_t$ ในย่าน Linear Region ค่าของกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33916

เดรน แปรผันกับค่า Drain Source Voltage (V_{ds}) เนื่องจากกระแสเดรนสูงและศักดาเดรนต่ำ ทรานซิสเตอร์กำลังมีการทำงานแบบสวิตซึ่งในช่วง Linear Region ในย่าน Saturation Region ค่ากระแสเดรนที่ยังเหลือจะเป็นค่าคงที่โดยจะมีการเพิ่มเพียงเล็กน้อยในค่าของ V_{ds} และการใช้งานของทรานซิสเตอร์ในย่านนี้จะนำไปใช้ประโยชน์เป็น Voltage Amplification

รูปแบบการ Steady – State ซึ่งทั้ง Depletion-Type และ Enhancement-Type MOSFETs แสดงในรูป 5 ค่าของ Transconductance (g_m) กำหนดโดย

$$g_m = \left.\frac{\Delta I_d}{\Delta V_{gs}}\right|_{V_{ds}} = \text{Constant}$$

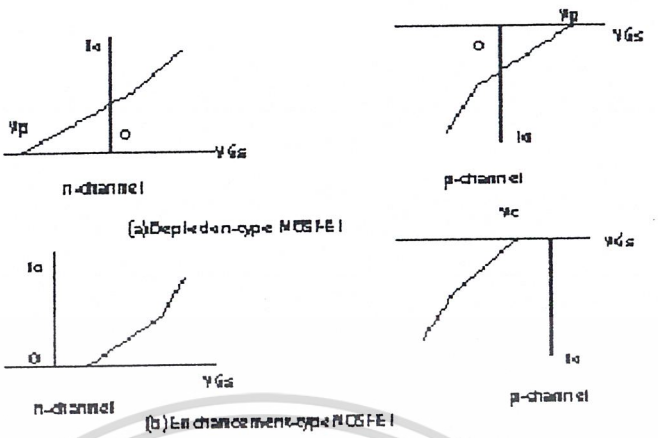
ค่าความต้านทานด้านเอาท์พุต

$$r_o = R_{ds}$$

$$R_{ds} = \frac{\Delta V_{ds}}{\Delta I}$$

ซึ่งจะมีค่าสูงมากๆในย่าน Pinch-Off (Megaohms) และจะมีค่าน้อยมากๆในย่าน Linear Region (Milliohms)

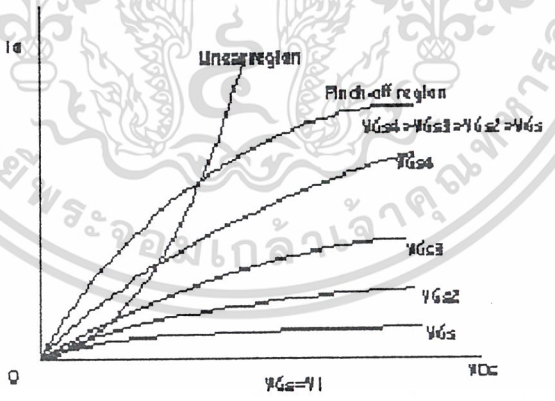
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 Transfer Characteristic Of MOSFETs

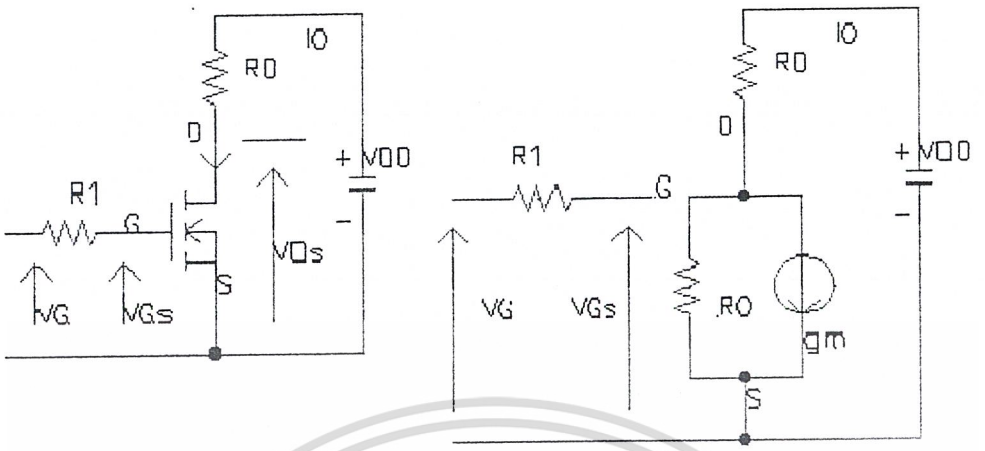
(a) Depletion-Type MOSFETs

(b) Enhancement-Type MOSFETs



รูปที่ 6 Output Characteristic Of Enhancement-type MOSFETs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)Circuit Diagram (b)Equivalent circuit

รูปที่ 7 Steady-state Switching Model of MOSFETs

(a) Circuit Diagram

(b) Equivalent Circuit

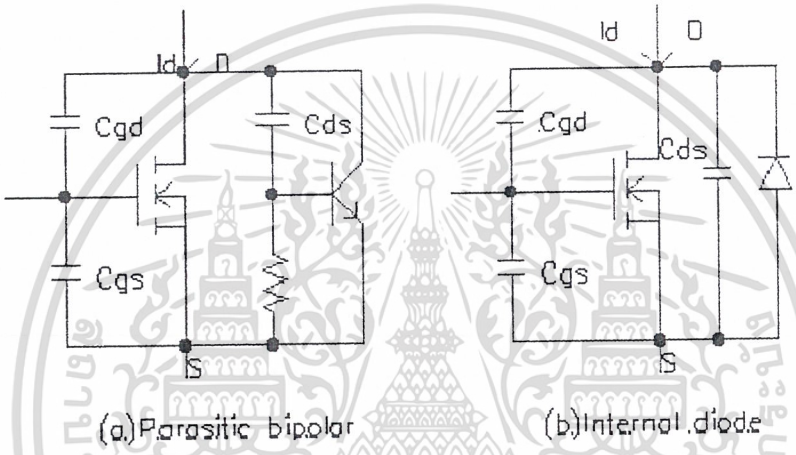
สำหรับ Depletion-Type MOSFETs ค่าของ Gate (หรืออินพุต) จะเป็นบวกหรือลบก็ได้แต่ใน Enhancement-Type MOSFETs ศักดาไฟฟ้าที่ Gate จะเป็นบวกเท่านั้น

มอสเฟทกำลังโดยปกติจะเป็นชนิด Enhancement Mode อย่างไรก็ตาม Depletion-Type MOSFETs จะมีประโยชน์และง่ายต่อการออกแบบวงจรลอจิกซึ่งในทางปฏิบัติต้องการค่า ไฟกระแสตรง หรือ สวิตช์แบบกระแสสลับ ซึ่งจะเหลืออยู่ขณะมีลอจิก Supplyจะตกลงและ V_{gs} กลับเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Switching Characteristics

เมื่อไม่มีสัญญาณเกท Enhancement-type MOSFETs เราจะพิจารณาเป็นไดโอด 2 ตัวต่อแบบ Parasitic Capacitances ต่อแบบ Source C_{gs} และ Drain , C_{gs} ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น เป็นรอยต่อแบบ Reverse Bias จากเดรน ไปยังซอร์ส C_{ds}

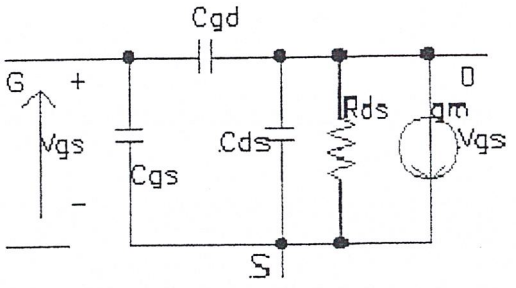


รูปที่ 8 Parasitic Model of Enhancement-type MOSFETs

(a) Parasitic Bipolar

(b) Parasitic Diode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 Switching Model of MOSFETs

รูปที่ 8a แสดงวงจรสมมูลย์ของ Parasitic Bipolar Transistor ที่ต่อขนานกับมอสเฟท จุดที่เบสต่อกับอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ชนิด เอ็นพีเอ็น จะสั้นและมีค่าความต้านทานจากเบส ไปยัง อิมิตเตอร์ เนื่องจาก Bulk Resister ของชนิดเอ็นและพี (R_{be}) มีขนาดเล็กมาก ดังนั้น มอสเฟท อาจพิจารณาจากวงจรสมมูลย์ดังแสดงในรูป 8b

ค่า Parasitic Capacitance ขึ้นอยู่กับ Respective Voltage วงจรสวิตชิ่งของมอสเฟท ดังแสดงในรูปที่ 9 โดย Waveforms จะแสดงในรูปที่10

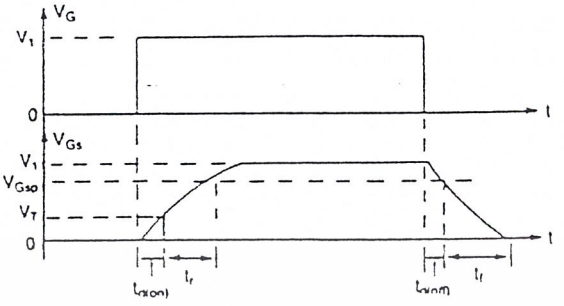
Turn-On Delay , td(on) เป็นเวลาที่ต้องการ Charge Input Capacitance จนถึง Threshold Voltage Level

Rise Time , tr เป็นเวลาที่ต้องการ จากระดับ Threshold Level สู่ Full-Gate Voltage V_{gsp} เมื่อต้องการขับกระแสทรานซิสเตอร์ เข้าไปยังบริเวณ Linear Region

Turn-Off Delay Time , td(off) เป็นช่วงเวลาที่ Input Capacitance ต้องการใช้ในการ Discharge จาก Over Drive Gate Voltage เข้าสู่บริเวณช่วง Pinch-Off Region โดยค่าของ V_{gs} ต้องลดลงก่อนที่ค่าของ V_{ds} จะเริ่มต้นเพิ่มขึ้น

Fall-Time tf เป็นช่วงเวลาที่อินพุต Capacitance ต้องการใช้ในการ Discharge จากช่วง Pinch Off เข้าสู่ Threshold Voltage ถ้า $V_{gs} \leq V_t$ ทรานซิสเตอร์ก็จะ Turn Off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 Switching Waveform and Times

3.3 Gate Drive

เวลาในการ Turn Off ของมอสเฟท ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการชาร์จ ประจุของอินพุต หรือ Gate Capacitance โดยช่วงเวลาในการ Turn Off นี้จะลดลงได้โดยทำการต่อวงจรความต้านทานและตัวเก็บประจุเข้าไปโดยได้แสดงไว้ในรูปที่ 9 เพื่อทำการ Charge Gate Capacitance ให้เร็วขึ้น เมื่อ Gate Voltage Turn-on กระแสเริ่มต้นในการ Charging ของ Capacitance คือ

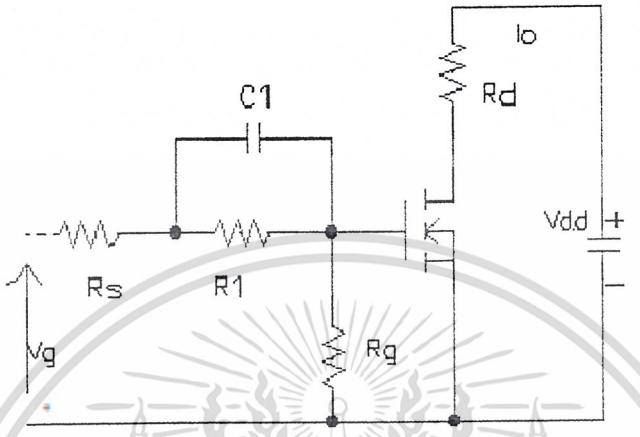
$$I_g = \frac{V_g}{R_s}$$

และค่า Steady-State ของศักดาไฟฟ้าที่ Gate คือ

$$V_{gs} = \frac{(R_g \cdot V_g)}{(R_s + R_l + R_g)}$$

เมื่อ R_s คือค่าความต้านทานเริ่มต้นของ Gate Drive Source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 Fast-Turn-On Gate Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ภาคจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง (Switching Power Supply)

ส่วนแรกนี้เป็นวงจรจ่ายกำลังงานให้กับเครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง (Switching Power Amplifier) อีกทีหนึ่ง การออกแบบวงจรเป็นแบบ Half Bridge Converter ที่ความถี่ 25 กิโลเฮิร์ต แรงดันอินพุต ประมาณ 311 V_{dc} ให้เอาท์พุต ประมาณ 35,0,35 โวลท์ กำลัง 100 วัตต์ 3 แอมป์ วงจรควบคุมใช้วงจรควบคุมในโหมด แรงดันใช้ไอซี TL 494 เป็นตัวควบคุม

4.1 การออกแบบวงจร

การออกแบบเริ่มจากการกำหนดแรงดันเอาท์พุต ที่ต้องการ กำลังที่ต้องจากคอนเวอเตอร์ ก่อนในที่นี้ต้องการจากคอนเวอเตอร์ จำนวน 100 วัตต์ ที่ความถี่ 25 กิโลเฮิร์ต แรงดันจาก Line 220 Vac เป็นแรงดันที่ป้อนให้วงจรขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง 35,0,35 โวลท์ เมื่อได้เงื่อนไขต่างๆแล้วจึงทำการเลือกว่าจะใช้คอนเวอเตอร์ ชนิดใด ในที่นี้เลือก Half Bridge Converter เนื่องจากทรานซิสเตอร์แบบกำลัง ที่เอาท์พุต มีแรงดันตกคร่อมเท่ากับแรงดันที่จ่ายให้วงจรซึ่งแรงดันไม่สูงมากนัก (311 โวลท์ ขณะ Cut off) ดังนั้นทรานซิสเตอร์ จึงหาง่ายและราคาถูกกว่าคอนเวอเตอร์ชนิดอื่นๆ

ขั้นตอนการออกแบบ

1. หาคาบเวลาการทำงานจากความถี่ 25 KHz

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25\times10^{3}} = 40\times10^{-6} \text{ วินาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดค่า $T_{on\ max} = 0.4\ T$

สาเหตุที่ทำการกำหนดค่า $T_{on\ max}$ ประมาณ 0.4 T เนื่องจาก Half Bridge Converter นี้ใช้ ทรานซิสเตอร์แบบกำลัง 2 ตัว เปิด พร้อมกันจะทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ ทั้งสองทำให้พังเสียหายได้จึงต้องกำหนดค่าเวลาประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของช่วงเวลาที่ทำการเปิด เพื่อป้องกันการ เปิด พร้อมกันของทรานซิสเตอร์ (ช่วงเวลานี้เรียกว่า Dead time)

$$T_{on\ (max)} = 0.4 \times 40 \times 10^{-6} = 16 \times 10^{-6} \text{ วินาที}$$

3. กำหนดค่า N_p / N_s จากสูตร

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{(V_{in(min)} / 2 - V_{ce\ (sat)}) \times T_{on\ (max)}}{(V_{od} + V_d).(T/2)}$$

$$= \frac{((314/2) - 1) \times 16 \times 10^{-6}}{(35 + 1).(40 \times 10^{-6} / 2)}$$

$$= 3.433$$

4. กำหนดจำนวนรอบของขดลวด

$$N_p = \frac{(V_{in\ (min)}) /2 - V_{ce\ (Sat)} \times T_{on\ (Max)} \times 10^8}{\Delta B_{max} . A_e}$$

$$= \frac{(311/2) - (1 \times 16 \times 10) \times 10^8}{1600 \times 1.48}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ΔB_{max} = ค่าความหนาแน่น Flux แม่เหล็กซึ่งเกิดขึ้นในแกนหน่วย เกาส์

A_e = พื้นที่หน้าตัดของแกนหน่วยตารางเซนติเมตร

ค่า ΔB_{max} ทราบได้โดยใช้ตารางซึ่งการเลือกค่า ΔB_{max} จะต้องอยู่ต่ำกว่าช่วงอิ่มตัวของแกน Ferrite ในที่นี้เลือกใช้แกน EI – 40 ที่ ΔB_{max} เท่ากับ 1000 ค่า A_e ทราบได้จากตารางเช่นเดียวกัน

จากการคำนวณข้างต้น N_p = 104 รอบ

จาก $\frac{N_p}{N_s} = 3.433$

$\therefore \quad N_s = \frac{104}{3.433} = 30.29 \approx 30$ รอบ

5. หาค่ากระแสที่ Primary Winding

ต้องหา L_p ก่อน $L_p = \frac{4 \times \pi \times 1.48 \times 10^{8} \times 104^{2}}{0.1}$

≈ 0.2 H

กำหนด $L_p \pm 20\%$

$\therefore$ จะได้ L_p ในช่วง 0.16 – 0.24 H

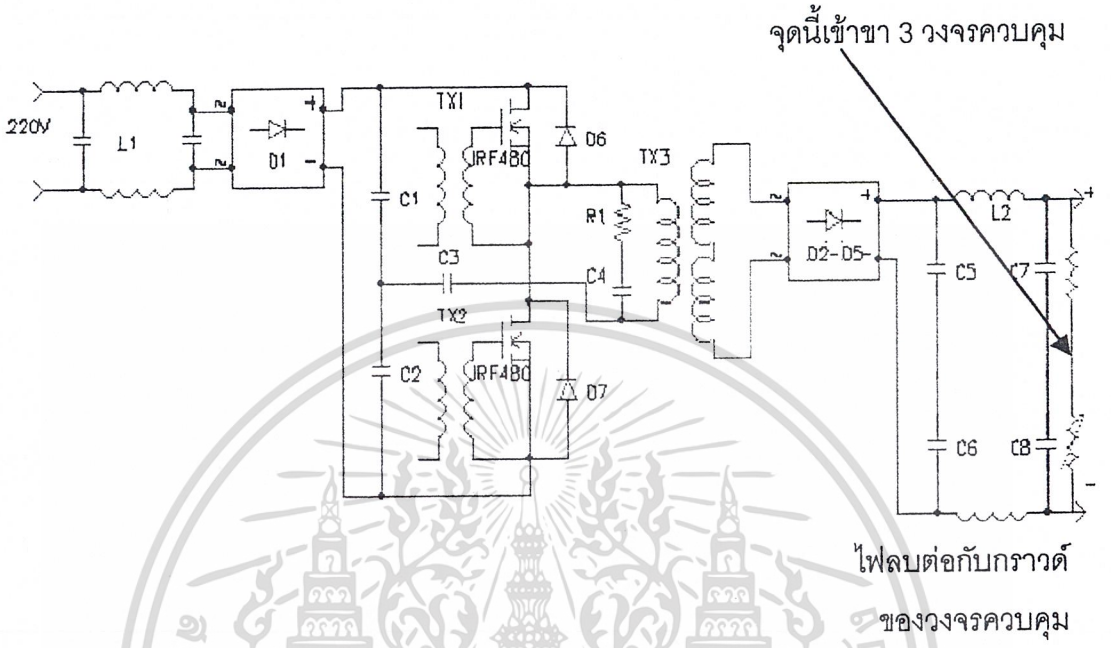
$$I_{p\,(pk)} = \frac{100 \times 40 \times 10^{-6}}{0.8 \times 311 \times 14.2 \times 10^{-6}} + \frac{(311/2) \times 14.2 \times 10^{-6}}{0.16}$$

$= 0.11 + 0.14$

$= 0.25$ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้กระแสที่ Primary แล้วทำการเลือกใช้เพาเวอร์มอสเฟท ในที่นี้ใช้มอสเฟท เบอร์ IRF 840 ซึ่งทนแรงดัน 500 โวลท์ และกระแส 5 A

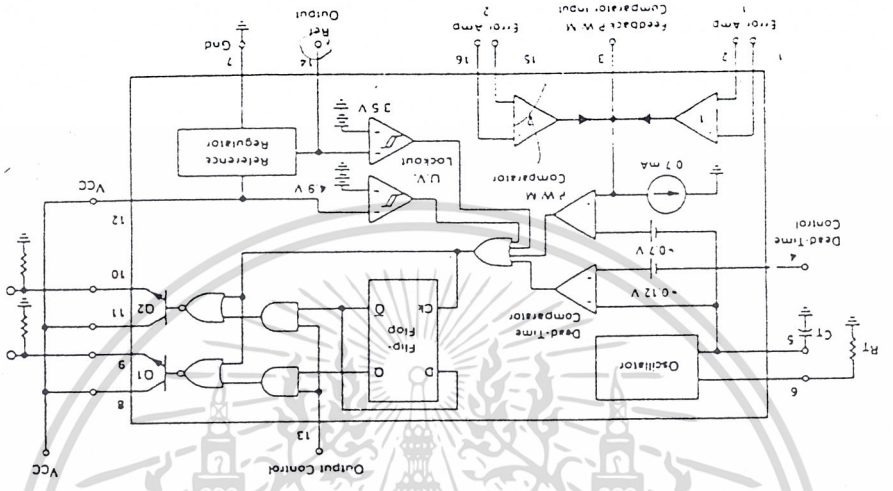


รูปที่1 แสดงวงจร จ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง

4.2 ส่วนของวงจรควบคุม

ในที่นี้ใช้ ไอซี TL 494 เป็นตัวควบคุมในโหมดแรงดัน การกำหนดความถี่สามารถกำหนดได้จาก R_T และ C_T ที่ต่ออยู่ในวงจรโดยสามารถหาค่า R_T และ C_T ที่เหมาะสมจากกราฟ ซึ่งผู้ผลิตให้มาในที่นี้เลือก C_T ที่ 200 พิโคพารัด และ R_T เท่ากับ 20 กิโลโอห์ม

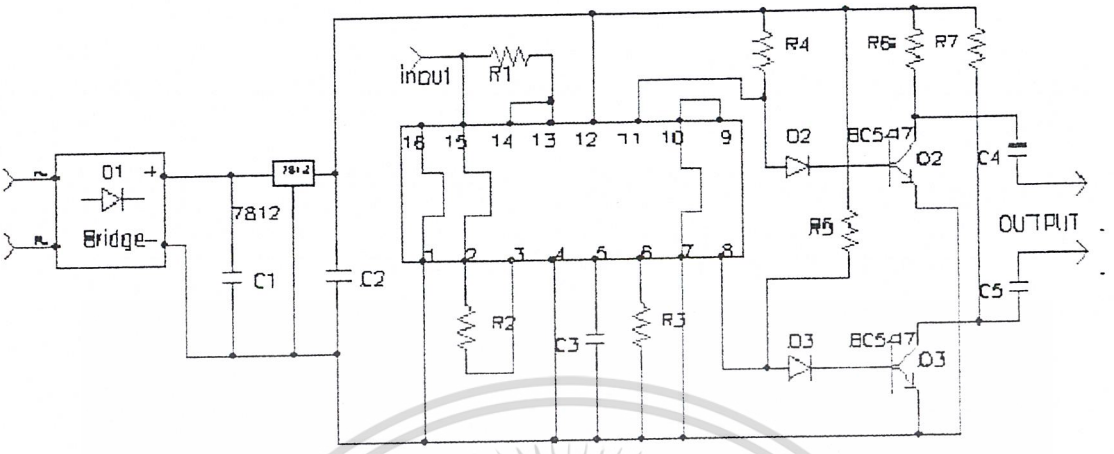
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2 แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี TL494

เนื่องจากเอาท์พุต ของไอซีนี้เป็นแบบ Open Collector จึงต้องทำการใช้ความต้านทาน Pull Up ในที่นี้คือ R3 และ R4, Q1,Q4 ทำหน้าที่แทนไดโอด ส่วน Q2,Q3 ทำการขยายสัญญาณให้แรงพอก่อนที่จะส่งไปยังหม้อแปลง Couple ค่าเวลาเผื่อ TD เลือกได้โดยใช้แรงดันต่อที่ขา 4 ในที่นี้ต่อขา 4 ลงกราวด์ ทำให้ค่าเวลาเผื่อ TD = 48 เปอร์เซ็นต์ใช้ในกรณี Push Pull คอนเวอเตอร์กับ Half Bridge Converter หม้อแปลง T1,T2 ทำหน้าที่เป็นหม้อแปลง Coupling เพื่อต้องการให้มีการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างแรงดันสูงกับวงจรควบคุมแรงดันต่ำใช้หม้อแปลงแกน Ferrite แกน EI 22 พันขด Primary 40 รอบ Secondary 40 รอบ ไม่จำเป็นต้องคำนึงเรื่องขนาดและกระแสที่ไหลเข้าขดลวดเพียงแต่ออกแบบไม่ให้หม้อแปลงอิ่มตัวเท่านั้น เนื่องจากเป็นหม้อแปลงที่ใช้ Coupling สัญญาณจึงไม่จำเป็นต้องใช้กำลังมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3 แสดงวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

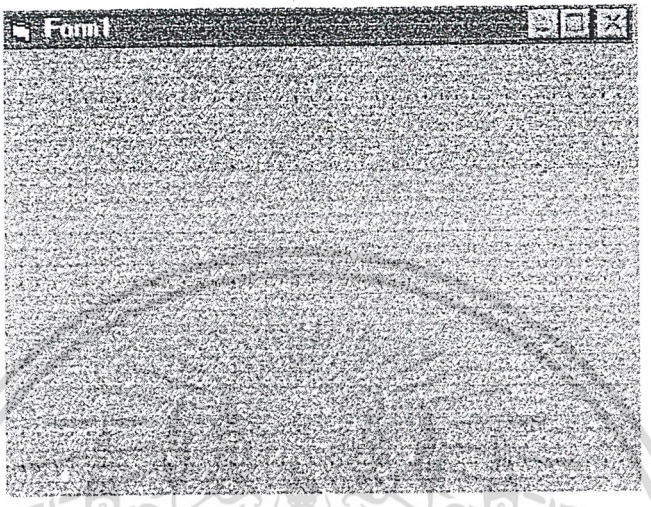
SOFTWARE

Software ในโครงงาน นี้เป็นโปรแกรมซึ่งใช้ในการ Simulate และช่วยในการออกแบบวงจรสวิตชิ่ง โดยเขียนโปรแกรมขึ้นมาจาก Code ของภาษา Visual Basic 5 เหตุผลในการเลือกใช้ภาษานี้เนื่องมาจาก Visual Basic 5 นี้เป็นโปรแกรม Compiler แบบ Object Orient Programming ซึ่งลักษณะภาษาของประเภทนี้จะสนใจเกี่ยวกับ Event หรือเหตุการณ์ใดๆที่เกิดขึ้นกับ Object ต่างๆบนหน้าจออีกทั้ง Program Compiler ประเภทนี้สามารถสร้าง User Interface ได้ง่ายกว่า Compiler เดิมๆและสามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้ค่อนข้างง่าย ซึ่งก่อนที่จะถึงโปรแกรมจริงๆผู้จัดทำขอแนะนำส่วนประกอบที่จำเป็น คุณลักษณะและแนวทางการออกแบบไว้ในตอนต้นดังนี้

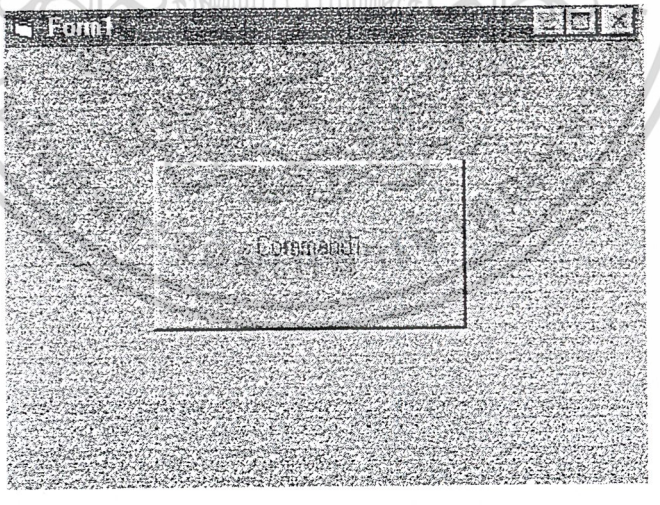
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 Control และ Object ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

1.Form คือส่วนฐานในการสร้างจอภาพของโปรแกรมเมื่อทำการเปิดโครงงาน ใหม่ขึ้นมา ก็จะได้ Form เปล่าดังรูป

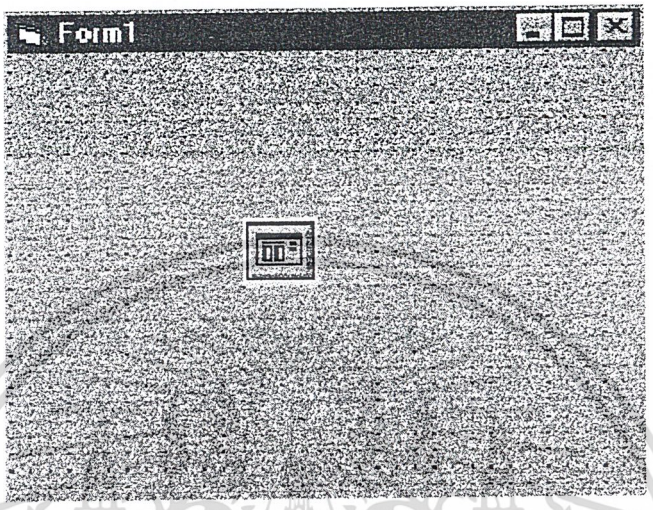


2.Command Button เป็น Control ชนิด 3 มิติ (โดยทั่วๆไปทำหน้าที่เป็นปุ่มกดและตอบสนองเหตุการณ์ใดๆที่เกิดขึ้นกับตัว Object เอง

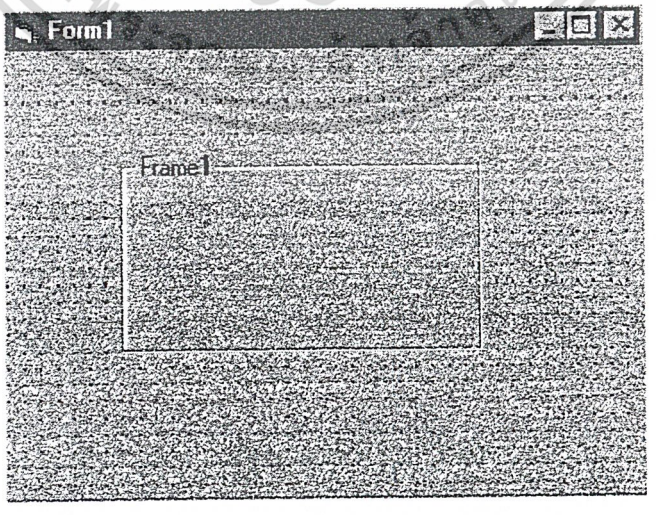


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Common Dialog ทำหน้าที่เรียก Dialog Box เช่น กรณีที่ต้องการ เปิด และ เก็บ หรือ ปริ๊นท์เป็นต้น

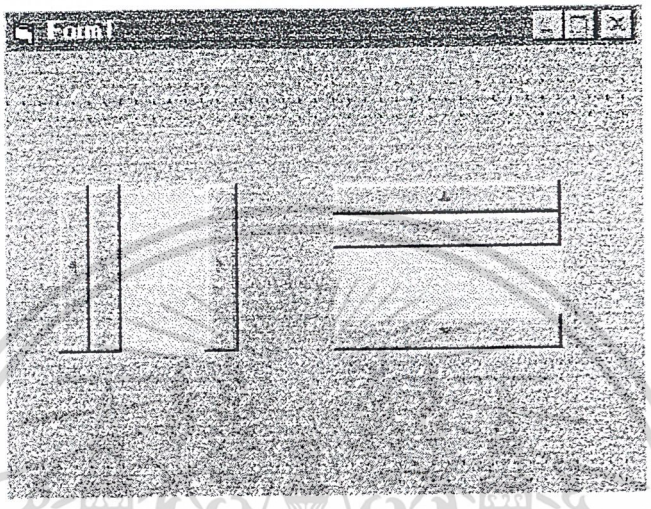


4.Frame ใช้ Frame Control ในการแบ่ง Object แต่ละชนิดให้แยกออกจากกันไป ตามชนิดนั้นๆ

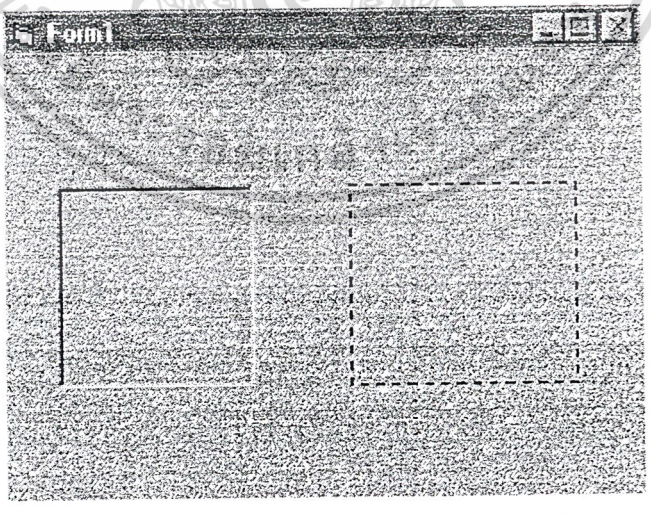


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.Hscholl Bar , Vscholl Bar ใช้ในการปรับเลื่อนกรณีที่ใช้ Text Box เมื่อค่าที่แสดงบน Text Box มีหลายบรรทัด กรณีของ Picture Box และ Image Box เมื่อรูปที่โหลดลงไปมีขนาดใหญ่ๆโดยที่ขณะเลื่อน Scholl Bar ไปจาก Value ของ Scholl Bar จะเปลี่ยนไปและใช้ค่า Value นี้ไปกำหนดในโปรแกรมอีกทีหนึ่ง

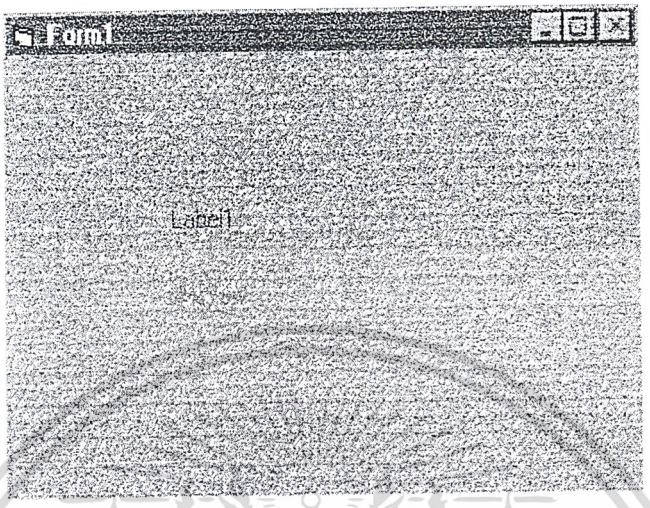


6.Image Box และ Picture Box Control ทั้งสองนี้ล้วนแต่ใช้แสดงผลทาง Graphic อื่นๆแต่ Picture Box นั้นสามารถมีควบคุม อื่นๆอยู่ภายในรูป ได้แต่ละ Picture Box มีความสามารถอื่นๆเหนือ Image Box

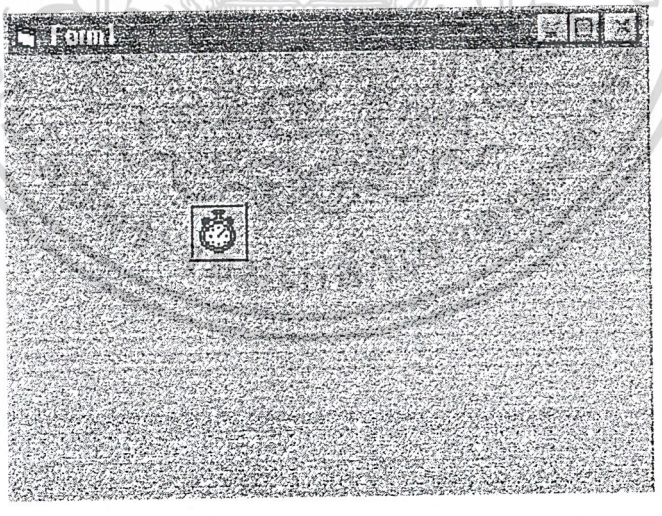


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.Label Control เป็น Control ที่แสดงข้อมูลใดๆที่ไม่สามารถแก้ไขได้โดยผู้ใช้โปรแกรม

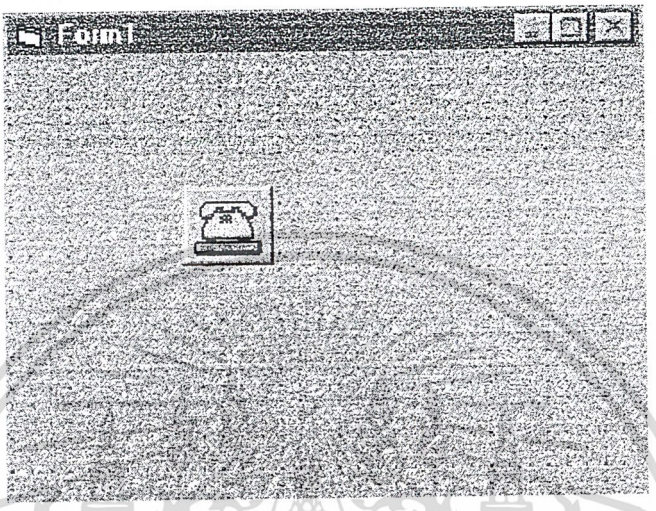


8.Timer Control เป็น Control ที่ไม่ปรากฏบนจอภาพเมื่อทำการ Run Application โดยทำหน้าที่เป็นตัวจับเวลาเพื่อกำหนดการทำงานของโปรแกรม

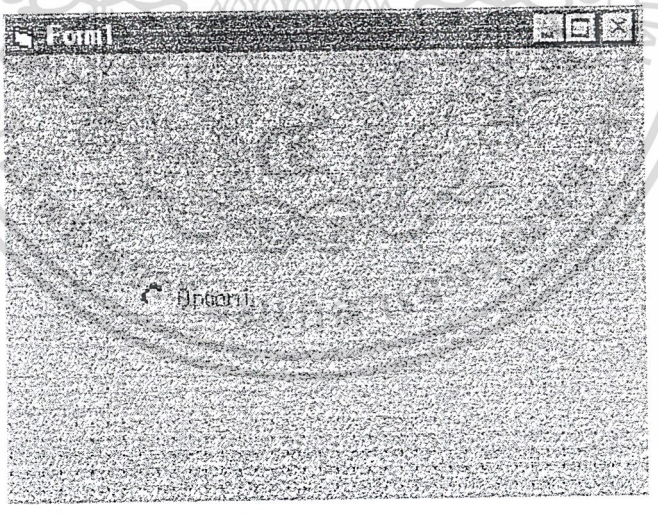


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.MS Comm Control ทำหน้าที่ในการกำหนดการสื่อสารกับพอร์ตโดยที่ MS Comm Control นี้เมื่อทำการรันแล้วไม่สามารถมองเห็นได้และ Control นี้จะมีเฉพาะใน Visual Basic 5 รุ่น Professional เท่านั้น

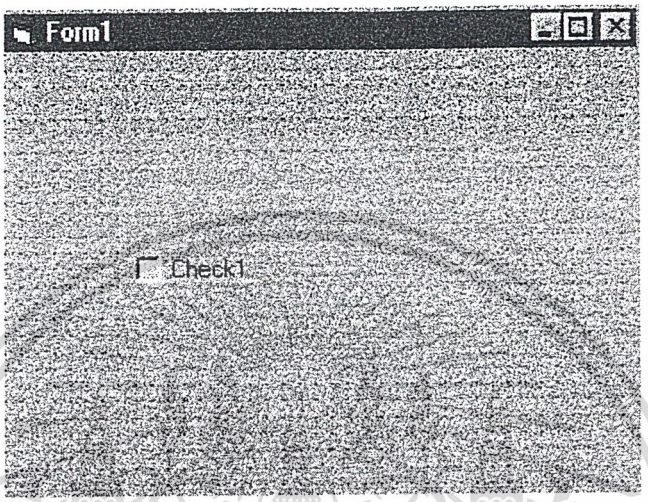


10.Option Button ทำหน้าที่ในการเลือก Choice โดยทำการเรียกได้ทีละ 1 option เท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.Check Box เป็น Control ที่ใช้ในการเลือกเงื่อนไขเช่นเดียวกันกับ Option Button แต่สามารถเลือกได้หลายทางเลือก



5.2 Event ที่จำเป็นในการเขียนโปรแกรม

Change เป็น Event ที่เกิดเมื่อผู้ใช้โปรแกรมทำการป้อนค่าหรือเปลี่ยนแปลงค่าภายใน Object นั้นๆ สำหรับ Text Box เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ใส่ค่าไปใน Text Box

HScholl Bar , VScholl Bar เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้ทำการเลื่อนแถบของ Scholl Bar ไป

Click เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้โปรแกรมทำการคลิกเมาส์ ณ. Object ใดๆส่วนใหญ่เป็น Command Button หรือ Control ที่ใช้แสดง Graphic ในรูปของ Icon ต่างๆเช่น Picture Box หรือ Image Box เมื่อทำการคลิกทางซ้ายค่าที่ Object จะให้มาก็จะเท่ากับ 1 ถ้าทำคลิกทางขวา ค่าที่ Object จะให้มาเท่ากับ 0 ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในโปรแกรม ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DblClick เมื่อผู้ใช้โปรแกรมทำการ Double Click ที่ Object ใดๆก็จะเกิด Event นี้ขึ้นมา

Got Focus เกิดขึ้นเมื่อ Object นั้นถูกคลิกให้ทำงานหรือใช้คำสั่ง Set Focus

Key Down , Key Up Event นี้เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้โปรแกรม กด Key ที่กำหนดไว้ Event Key Down เกิดขึ้นขณะที่ผู้ใช้โปรแกรม กด Key Event Key Up เกิดขึ้นขณะที่ผู้ใช้โปรแกรมทำการปล่อย Key ที่กด ซึ่งรหัสของ Key แต่ละ Key จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 255

Key Press ลักษณะของ Event นี้คล้ายกับ Key Down ผสมกับ Key Up โดยที่ Event นี้เกิดขึ้นเมื่อผู้ใช้โปรแกรมกดปุ่มและปล่อยขึ้นมา

Load Event นี้เกิดขึ้นกับ Form เท่านั้นเกิดขึ้นขณะที่ Form ใดๆถูกเรียกขึ้นมาใช้งาน

Lost Focus เกิดขึ้นในขณะที่ Object ใดๆถูกเรียกใช้งานและเมื่อผู้ใช้งานใช้งานเสร็จแล้วใช้ปริ้นเตอร์ ของเมาส์ ไปเรียกใช้ Object อื่นๆ

Mouse Down , Mouse Up Event ทั้งสองนี้เกิดขึ้นขณะที่ผู้ใช้โปรแกรมทำการกดเมาส์ ถ้ากดปุ่มซ้ายค่าที่ให้กับ Object = 1 กดปุ่มขวาค่าที่ให้เท่ากับ 2 เมื่อทำการกดปุ่มกลางค่าที่ให้เท่ากับ 4 ส่วน Mouse Up

Mouse Move Event นี้ผู้ใช้งานโปรแกรมย้ายปริ้นเตอร์ของเมาท์ขณะที่ไม่ได้ทำการกดปุ่มเมาท์อยู่ เมื่อปริ้นเตอร์ชี้ไปที่จุดใดๆบน Object สามารถนำค่าพิกัดที่ปริ้นเตอร์ ชี้อยู่ไปใช้ในโปรแกรมได้

Paint Event เกิดเมื่อทำการย้ายหรือเปลี่ยนขนาดของ Object

Resize Event เกิดขึ้นเมื่อทำการปรับขนาดของ Form

Timer Event เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าเวลาใน Object Timer

Unload Event เกิดขึ้นขณะที่ Form ถูกปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 Method และ Property ที่ผู้ใช้เขียนโปรแกรม

Auto Redraw Property เป็น Property ที่ผู้ใช้ในการเก็บข้อมูลที่เป็น Graphic ไว้ในหน่วยความจำเมื่อทำการย่อ Form ใดๆแล้วทำการขยาย Form นั้นขึ้นมาอีกครั้งภาพ Graphic จะไม่มีอยู่เมื่อทำการรัน Program แล้วกำหนดค่า Auto Redraw = True เมื่อขยาย Form ขึ้นมาอีกครั้งภาพหน้าจอก็ยังคงอยู่

รูปแบบการใช้งาน Object Auto Redraw = Boolean Value (True Or False) , (1 และ 0) Auto Size Property เมื่อทำการโหลดรูปภาพใดๆสู่ Picture Box แล้วบางครั้งรูปนั้นอาจใหญ่กว่าหรือเล็กกว่า Picture Box ที่สร้างขึ้นมาถ้ากำหนดให้ Property Auto size = true แล้ว Picture Box ก็จะขยายขนาดหรือย่อขนาดให้พอดีกับรูปภาพโดยอัตโนมัติ

รูปแบบการใช้งาน Object Auto Size = (True Or False) สามารถใช้ (0 หรือ 1) แทนได้ใช้กับงาน Control 2 ชนิดคือ Picture Box และ Label ในกรณีของ Label นั้นใช้ในการกำหนดให้ Label สามารถแสดงข้อความได้หลายบรรทัด

Back Color Property เป็น Property ที่ทำการกำหนดสีพื้นของ Object ใดๆ

รูปแบบการใช้งาน Object Back Color = Long Value

Long Value = Object Back Color

ค่า Long Value ใช้กับฟังก์ชัน RGB (0-255 , 0-255, 0-255) เรียกว่าใช้จำนวนเท่าไรส่วน Bold Property ใช้ในการกำหนดตัวอักษรให้เป็นตัวเข้ม (Bold) หรือไม่

รูปแบบการใช้งาน Font Bold = Boolean Value

Boolean Value = Font Bold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Caption Property ใช้ในการแสดงข้อความใดๆบน Object หรือ Form

รูปแบบการใช้งาน String Value = Object Caption

Object Caption = String Value

Cls Method เป็น Method ที่ใช้กับ Form และ Picture Box ใช้ในการ Clear รูปภาพหรือตัวอักษร

รูปแบบการใช้งาน Object Cls

เมื่อใช้ Method นี้แล้วค่าในตัวแปร Current X และ Current Y = 0 Current X , Current Y Property ขณะทำการรัน Graphic ค่า Current X และ Current Y จะเก็บจุดสุดท้ายที่ทำการรันนั้นๆเอาไว้ในกรณีของ Line ถ้าเป็นไซเคิลจะเก็บค่าที่เป็นจุดศูนย์กลาง ใช้สำหรับ Form Picture Box และปริ้นเตอร์ Object

Fore Color Property ใช้ในการกำหนดสีของตัวอักษรหรือ Graphic ใดๆ ใน Object

รูปแบบการใช้งาน Long Value = Object Fore Color

Object Fore color = Long Value

Hide Method กรณีที่โครงงาน มีหลายๆ Form เมื่อเราจะใช้ Form ใดๆบางครั้งต้องทำให้ Form ที่เราต้องการต้องการหายไปจากหน้าจอก็ต้องใช้ Property Hide ใช้สำหรับ Form และ MDI Form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Index Property เมื่อเราทำการสร้าง Control Array และต้องการอ้างอิง Control อันดับใดๆเราใช้ Index Property เป็นตัวชี้ตำแหน่ง Control นั้นๆ

รูปแบบการใช้งาน Integer Value = Object index

Left , Top Property ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของ Object บน Form

รูปแบบการใช้งาน

Single Value = Object Left

Object Left = Single Value

Single Value = Object Top

Object Top = Single Value

Line Method ใช้ในการวาดเส้นต่างๆบน Object เช่น Form Picture Box และปริ้นเตอร์

รูปแบบการใช้งาน Object Line [Step][(X1 , Y1)]-[Step] (X2,Y2) [Color]

Value Property เป็นตัวชี้ว่า Button ไหนถูกใช้เลือกกับ Object ประเภท Button เช่น Option Button , Command Button

รูปแบบการใช้งาน

Integer Value = Object Value

Object Value = Integer Value

Value มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการเลือก Button นั้นมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่ได้เลือก Button นั้น

Visible Property ใช้ในการกำหนดให้ User สามารถมองเห็นและใช้งาน Object ใดๆได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการใช้งาน Object Visible = Boolean Value

Boolean Value = Object Value

ใน ปกติถ้าไม่กำหนดจะเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าสามารถมองเห็น Object นั้นๆได้ ถ้ากำหนดให้เท่ากับ 0 ก็หมายความว่า Object นั้นๆมองไม่เห็น

คำสั่งและฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

Dim เป็นคำสั่งซึ่งใช้ประกาศตัวแปรว่าเป็นชนิดใด

รูปแบบ	Dim	< ชื่อตัวแปล >	As	< ประกาศตัวแปร >
ประเภทตัวแปล	สัญลักษณ์	เนื้อที่ที่ใช้	ขอบเขตของค่าที่ใช้	
String	$	ความยาวของ String + 4	65535 ตัวอักษร	
Integer	%	2 Byte	-32768 ถึง 32767	
Long	&	4 Byte	-2147483648 ถึง 2147483647	
Single	!	4 Byte	-3.402823E+38 ถึง –1.041298E+45 และ +1.401298E-45 ถึง 3.402823E+38	
Double	#	8Byte	-1.797693134862315E+308 ถึง –4.9+066E -324 และ +4.94066D-324 ถึง +1.79763134862315E+308	
Currency	@	8 Byte	-922337203685477.5808 ถึง +922337203685477.5807	
Variant	-	Variant ตามข้อมูล	แล้วแต่จะใช้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ชนิด Operator

1. Assign Operator ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปลหรือ Property ให้กับ Object เช่น เครื่องหมาย "=" เป็นต้น

2. Arithmetic Operator ใช้ในการคำนวณประกอบด้วย

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
^	ยกกำลัง	A! = 3^4 (3 ยกกำลัง 4)
-	เครื่องหมายลบ	A! = -1
* , /	คูณหรือหาร	A! = B!
\	หารแบบ Integer	A% = B% \ C%
mod	modulo	A% = B% Mod C%
+ , -	บวกหรือลบ	A% = B% + C% หรือ A% = B% - C%
&	การต่อ String	A$ = B$ & C$

3. Relational Operator ใช้เปรียบเทียบประโยคคำสั่งตั้งแต่ 2 ประโยคขึ้นไปผลที่ได้มักจะเป็นจริงหรือเท็จมักใช้กับคำสั่งที่เป็นเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator	ความหมาย	ตัวอย่าง
=	เท่ากับ	A% = B% เป็นจริงเมื่อค่า A% = B%
<>	ไม่เท่ากับ	A%<>B% เป็นจริงเมื่อค่า A% ไม่เท่ากับ B%
>	มากกว่า	A% > B% เป็นจริงเมื่อค่า A% มากกว่า B%
<	น้อยกว่า	A% < B% เป็นจริงเมื่อค่า A% น้อยกว่า B%
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	A%>=B%เป็นจริงเมื่อค่า A%มากกว่าหรือเท่ากับB%
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	A%<=B%เป็นจริงเมื่อค่า A%น้อยกว่าหรือเท่ากับB%
like	ใช้เปรียบเทียบstring	A$ like B$ จะเป็นจริงเมื่อค่า $A ตรงกับ $B
Is	ใช้เปรียบเทียบObject	A Is Bเป็นจริงเมื่อ A และ B อ้างอิงถึงObjectเดียวกัน

4. Logical Operator ใช้ในการเชื่อมประโยคหลายๆประโยคเข้าด้วยกันผลที่ได้มาจากการนำค่า True หรือ False ของแต่ละประโยคคำสั่งมาประมวลผล

Operator	สำหรับ	ตัวอย่าง
Not	Logical Negation	If Not (A% = B%)
And	Logical and	If (A% = B%) And (C% = D%)
Or	Logical Or	If (A% = B%) Or (C% = D%)
Xor	Exclusive Or	If (A% = B%) Xor (C% = D%)
Eqv	Logical Equivalent	If (A% = B%) Eqv (C% = D%)
Imp	Implication	If (A% = B%) Imp (C% = D%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กลุ่มคำสั่ง Branch ได้แก่คำสั่ง Go และ Gosub
2. กลุ่มคำสั่ง Iteration ได้แก่ Fox _ _ _Next , Do_ _ _Loop และ While_ _ _End
3. กลุ่มคำสั่ง Condition IF_ _ _ Then _ _ _ Else และ Select _ _ _ Case _ _ _ End select

บางฟังก์ชัน และบางคำสั่งในการเขียนโปรแกรม

ฟังก์ชัน Cos แสดงค่า Cos ของมุมที่กำหนด (เรเดียน)

Sin แสดงค่า Sin ของมุมที่กำหนด (เรเดียน)

Tan แสดงค่า Tan ของมุมที่กำหนด (เรเดียน)

Val แปลงค่า สตริงให้อยู่ในรูปของตัวเลข

Str แปลงค่าตัวเลขให้เป็นสตริง

Msg Box ใช้เรียก Dialog Box ที่ทำหน้าที่แสดงข้อความขึ้นมาทำงานมีรูปแบบดังนี้

Msg Box Massage , [boxtype %] , [windowt ; tle %]

Input Boxเป็นการเรียกใช้ Dialog Box มาตราฐานขึ้นมาใช้ในการรับข้อมูลมีรูปแบบดังนี้

Variable = Input Box $ (“Title”)

5.5 ขอบเขตของตัวแปร

ใน Visual Basic นั้นขอบเขตของตัวแปรมีอยู่ 2 ชนิดคือ Private Variable และ Public Variable ถ้าเป็น Private Variable จะเรียกใช้ได้เฉพาะ Procedure ที่ทำการประกาศตัวแปรไว้เท่านั้น ส่วน Public Variable จะทำการประกาศไว้ที่ส่วนของ General สามารถเรียกใช้ตัวแปรนี้ได้จากทุก Procedure ใน Form เดียวกันและทำการประกาศตัวแปรไว้ในส่วนของ Module แล้วจะสามารถเรียกใช้ตัวแปรนี้ได้ในทุกๆ Form ในโครงงานเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การจัดการกับ File

ในการเขียนโปรแกรมกับ Visual Basic นั้นเมื่อต้องการทำการจัดการข้อมูลจะแบ่ง File ออกตามรูปแบบของการบันทึกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. Variable Length เป็น File ที่ขนาดของมูลแต่ละบล็อก แต่ละบันทึกไม่ตายตัว

1.1. Sequential File การเข้าถึงข้อมูลกระทำทีละไบต์ จากต้น File จนกระทั้งสิ้นสุด File

1.2. Binary File การเข้าถึงข้อมูลจะเข้าถึงทีละบิท

2. Fixed Length เป็น File ที่ข้อมูลแต่ละบล็อก หรือ บันทึกตายตัวเท่ากันทุกรายการ เพราะฉะนั้นแต่ละไบต์ จึงให้ความหมายต่างกัน

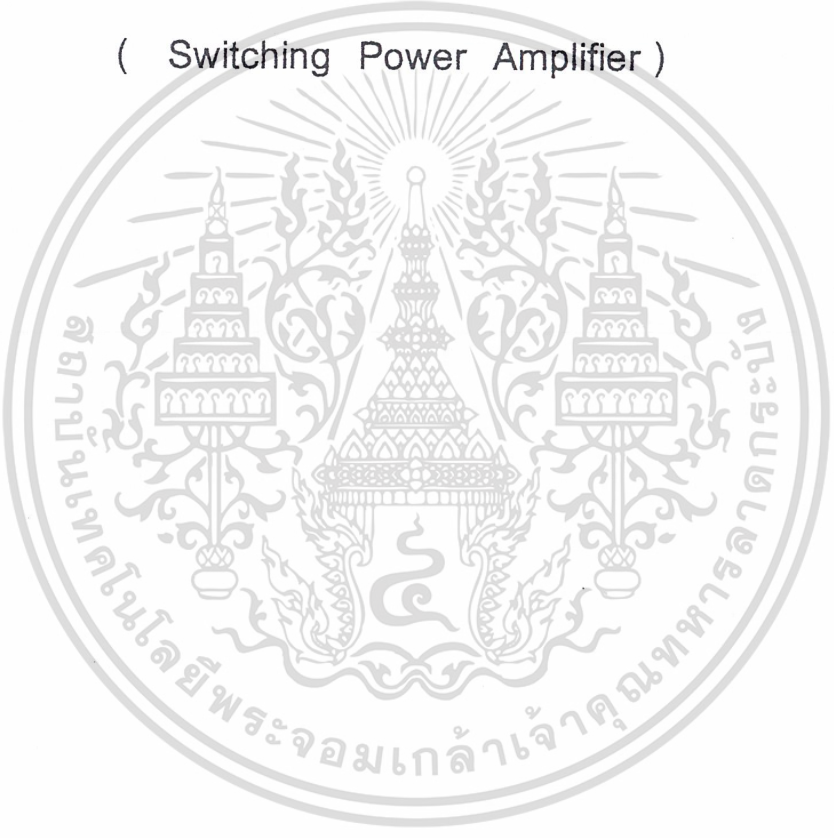
2.1. Random Access File สามารถกำหนดหมายเลขบันทึกที่ต้องการได้โดยไม่ต้องเริ่มจากต้น File (ในโปรเจคนี้ได้ใช้ Random Access File ในการเขียนโปรแกรม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

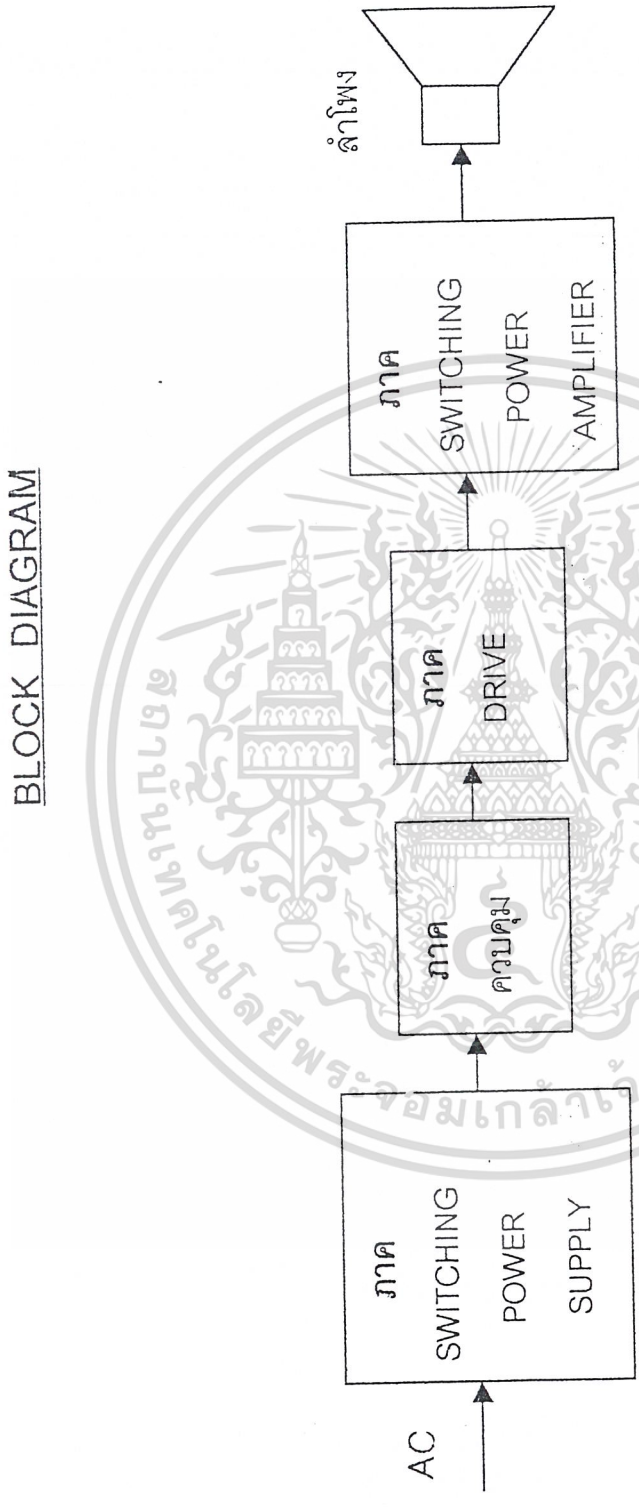
ชิ้นงานเครื่องขยายกำลังแบบสวิตชิ่ง

(Switching Power Amplifier)



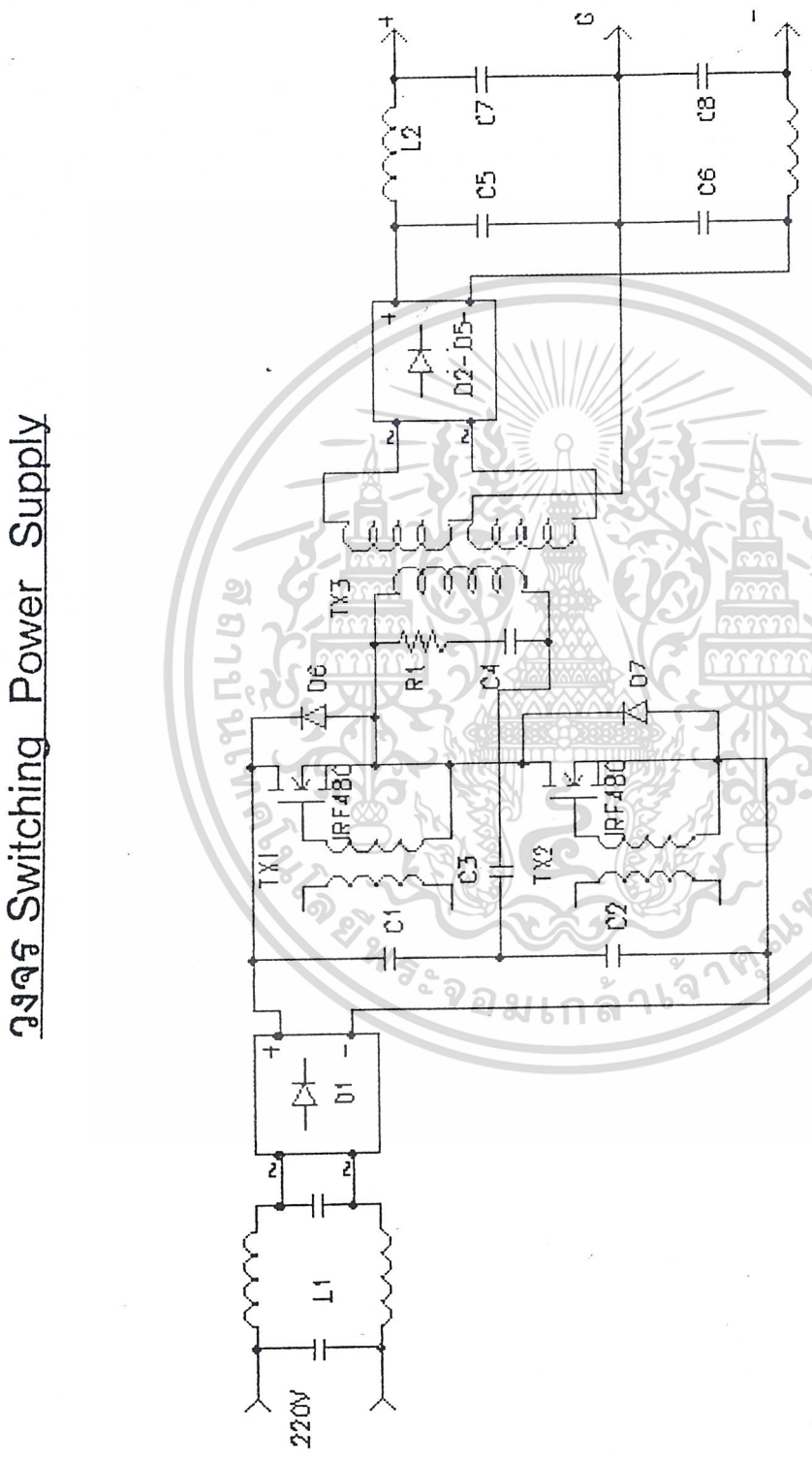
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 Block Diagram

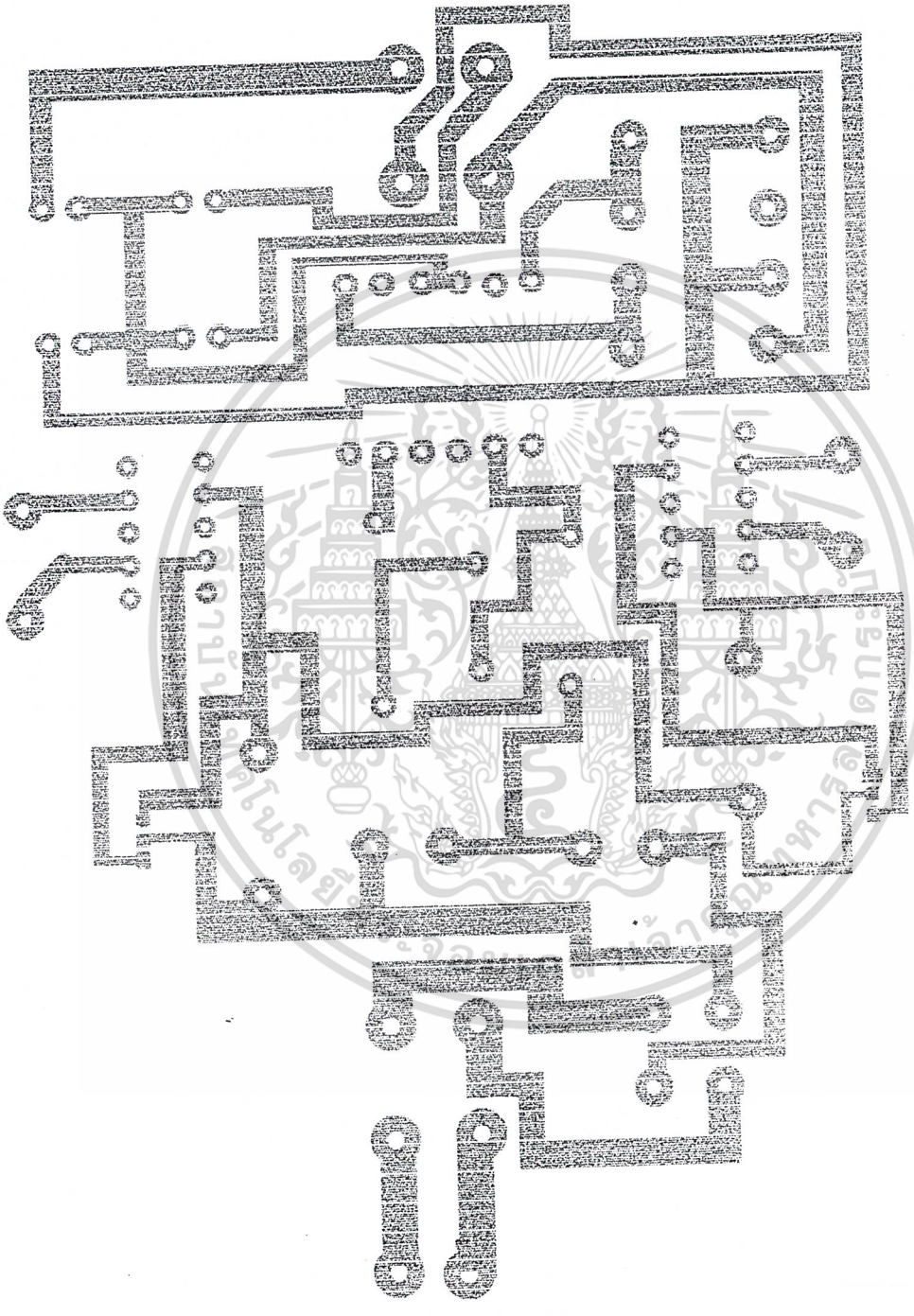


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ส่วนของวงจร

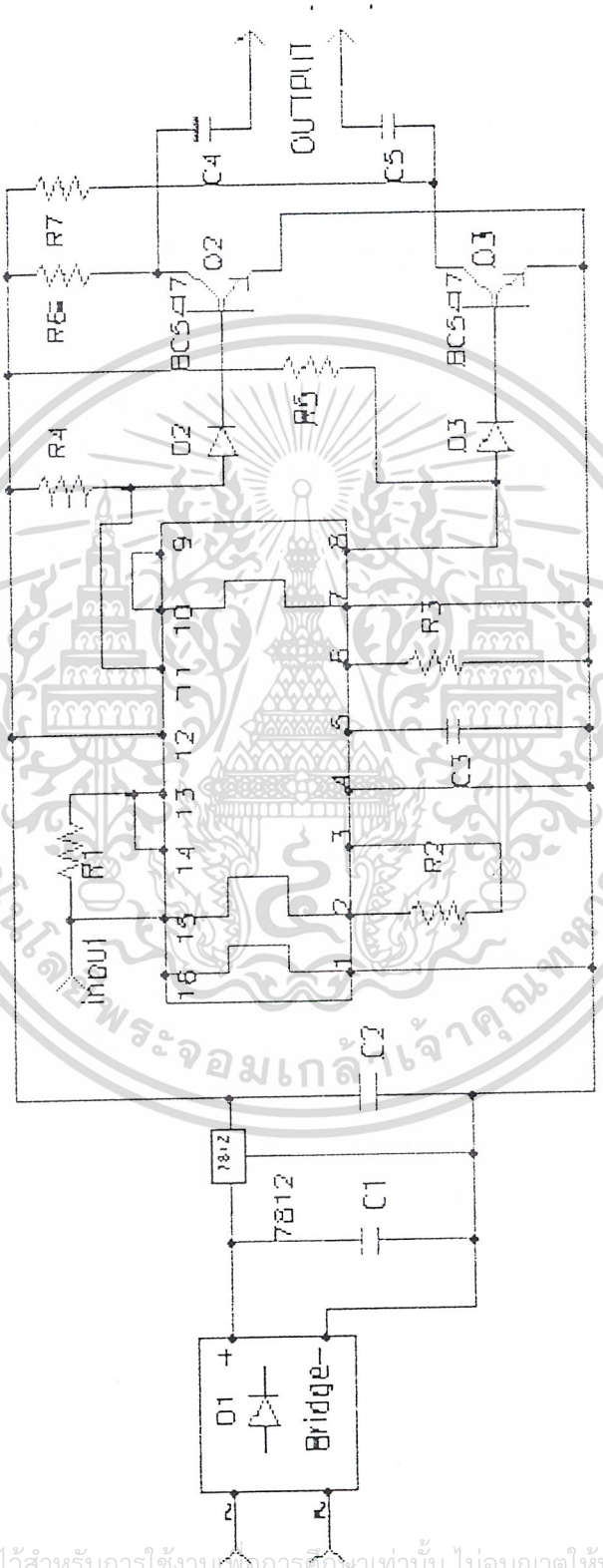


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

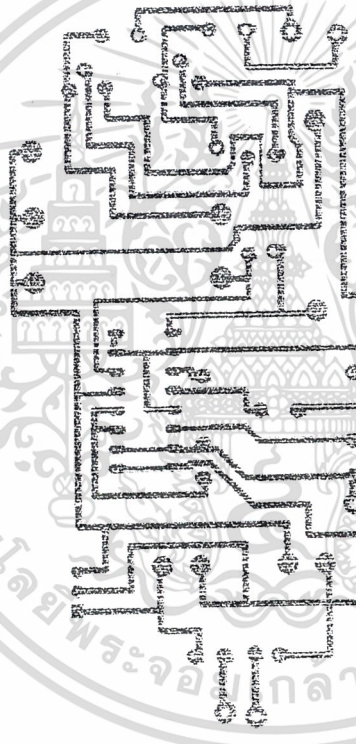


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การทดลองและแสดงผล

```
Const pi = 3.141592654
Option Explicit

    Private Sub Cmd_clear_Click()
        Picture1.Cls
        Cmd_clear.Enabled = False
    End Sub

Private Sub Cmd_O_Click()
    Dim chk_o As pnt
        Open "c:\switching.txt" For Random As #1 Len = Len(chk_o)
            If Text1.Text = "" Then
                Text1.Text = "1"
            End If
            If Val(Text1.Text) >= 0 Then
                Data_appear (Text1)
            End If
            Close #1
            Cmd_save.Enabled = True
            Cmd_O.Visible = False
End Sub

Private Sub Cmd_open_Click()
            Cmd_save.Enabled = 0
            Cmd_ok.Visible = False
            Cmd_O.Visible = True
            Object
End Sub

Private Sub Cmd_S_Click()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            .Sine_Freq = Text3.Text
            .Saw_amp = Text4.Text
            .Saw_freq = Text5.Text
            .Crlf = Chr(13) & Chr(10)
        End With
            If Text1.Text = "" Or Val(Text1.Text) < 0 Then
                Text1.Text = "1"
            End If
            Put #1, Val(Text1.Text), Chk_S
            Close #1
            Cmd_open.Enabled = True
            Cmd_S.Visible = False
End Sub

Private Sub cmd_save_Click()
            Cmd_S.Visible = True
            Cmd_O.Visible = False
            Cmd_open.Enabled = False
            Object
End Sub

Private Sub Cmd_sim_Click()
            Cmd_ok.Visible = 1
            Label2.Visible = 0
            Label3.Visible = 1
            Label4.Visible = 1
            Label5.Visible = 1
            Label6.Visible = 1
            Text1.Visible = 0
            Text2.Visible = 1
            Text3.Visible = 1
            Text4.Visible = 1
            Text5.Visible = 1
            Label3.Caption = "แรงดันของข้อมูล(Volt)"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Label4.Caption = "ความถี่ของข้อมูล(Hz)"
        Label5.Caption = "แรงดันของ Sawtooth(Volt)"
        Label6.Caption = "ความถี่ของ Sawtooth(Hz)"

End Sub

Private Sub Cmd_ok_Click()
        If Val(Text3.Text) < 0 Or Val(Text5.Text) < 0 Then
            MsgBox "ค่าของความถี่เป็นบวกเท่านั้น", vbInformation + vbOKOnly, _
            "ข้อมูลผิดพลาด"
        End If
        With Picture1
            .ScaleHeight = 7656
            .ScaleLeft = 0
            .ScaleTop = 0
            .ScaleWidth = 9192
            .Visible = True
        End With
            Cmd_open.Enabled = True
            Cmd_save.Enabled = True
        If Val(Text3.Text) >= 0 And Val(Text5.Text) >= 0 Then
            Call Simm_1(100 * (Val(Text2.Text)), (Val(Text3.Text) / 500), _
            (Val(Text4.Text) * 100), (Val(Text5.Text)) / 500)
        End If
        Close #1
End Sub

Private Sub Form_Load()
        Dim count As Integer
        For count = 0 To 12
            Label1(count).Visible = False
        Next count
        Cmd_S.Visible = False
        Cmd_O.Visible = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Cmd_clear.Enabled = False
        Label2.Visible = False
        Label3.Visible = False
        Label4.Visible = False
        Label5.Visible = False
        Label6.Visible = False
        Text1.Visible = False
        Text2.Visible = False
        Text3.Visible = False
        Text4.Visible = False
        Text5.Visible = False
        Cmd_ok.Visible = False
End Sub

Private Sub Picture1_GotFocus()
        Picture1.AutoRedraw = 0
End Sub

Public Sub Simm_1(Vsin, Tsin, Vsaw, Tsaw As Single)
        Dim Xpos, Ypos, count As Integer
        Dim Xsaw, Ysaw, Xsin, Ysin, Xpwm, ratio, a, b, c As Single
        Dim ceta, phi As Double
        '---------- Scale Plotting ----------
    Picture1.DrawWidth = 1
For count = 0 To 44
    Picture1.Line (0, Ypos)-(9520, Ypos), QBColor(1)
    Ypos = Ypos + 170
Next count
For count = 0 To 55
    Picture1.Line (Xpos, 0)-(Xpos, 7650), QBColor(1)
    Xpos = Xpos + 170
Next count
        '---------- Sin Plotting ----------
    Picture1.DrawWidth = 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
a = 1
    Picture1.CurrentX = 0
    Picture1.CurrentY = 1700
b = 50
c = 200
For count = 0 To 4000
    If (count / b) = c Then
        a = a * Rnd
        b = b * 2
    End If
    Ysin = 1700 - (Vsin * Sin(a * ceta))
      Picture1.Line (Picture1.CurrentX, Picture1.CurrentY)- _
      (Xsin, Ysin), QBColor(10)
      Xsin = Xsin + Tsin
      ceta = ceta + 0.0314159265
Next count
      '-------------------- Sawtooth Plotting ----------------
Picture1.CurrentX = 0
Picture1.CurrentY = 1700
For count = 0 To 4000
   Ysaw = 1700 - (((Val(Vsaw)) * Cos(phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 9)) * Cos(3 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 25)) * Cos(5 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 49)) * Cos(7 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 81)) * Cos(9 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 121)) * Cos(11 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 169)) * Cos(13 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 225)) * Cos(15 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 289)) * Cos(17 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 361)) * Cos(19 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 441)) * Cos(21 * phi)) + _
   (((Vsaw * 2) / (pi * 529)) * Cos(23 * phi)))
Picture1.Line (Picture1.CurrentX, Picture1.CurrentY)- _
      (Xsaw, Ysaw), QBColor(14)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Xsaw = Xsaw + Tsaw
                phi = phi + 0.0314159265
    Next count
            '---------- PWM Plotting ----------
    If Tsin > 0 And Tsaw > 0 Then
        ratio = Tsin / Tsaw
    End If
    If Tsin = 0 Or Tsaw = 0 Then
        ratio = 1
    End If
    count = 0
    ceta = 0
    phi = 0
    Picture1.CurrentX = 0
    Picture1.CurrentY = 500
    Ysaw = 0
    Ysin = 0
    For count = 0 To 4000
        Ysaw = (Vsaw * Cos(ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (9 * pi)) * Cos(3 * ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (25 * pi)) * Cos(5 * ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (25 * pi)) * Cos(7 * ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (81 * pi)) * Cos(9 * ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (121 * pi)) * Cos(11 * ratio * phi)) + _
        (((Vsaw * 2) / (169 * pi)) * Cos(13 * ratio * phi))
        Ysin = Vsin * Sin(ceta)
        ceta = ceta + 0.0314159265
        phi = phi + 0.0314159265
    If Ysin > Ysaw Then
        Picture1.Line (Picture1.CurrentX, 4000)-(Xpwm, 4000) _
        , QBColor(12)
    End If
    If Ysin < Ysaw Then
        Picture1.Line (Picture1.CurrentX, 5500)-(Xpwm, 5500) _
```

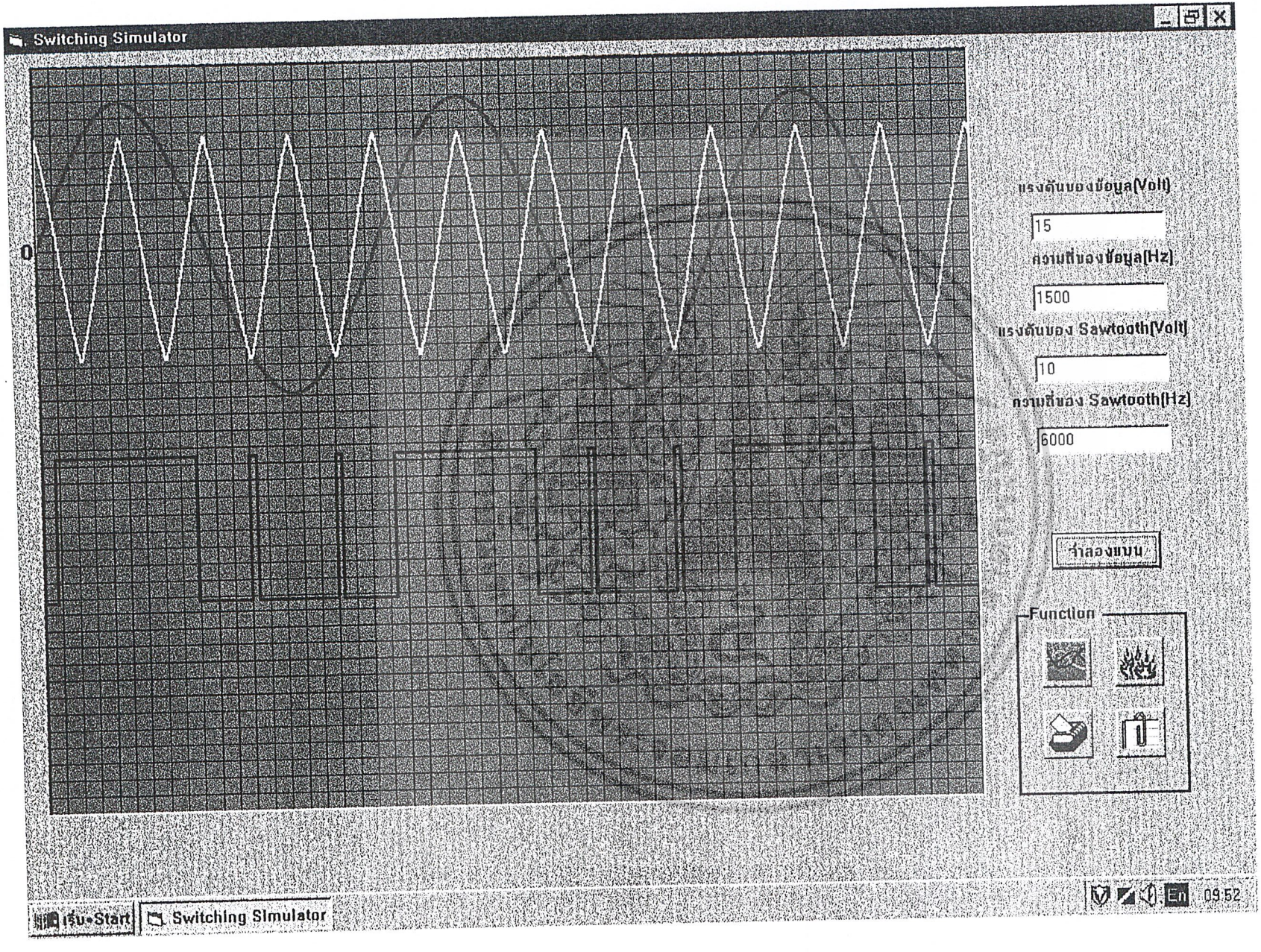
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                , QBColor(12)
            End If
                Xpwm = Xpwm + Val(Tsin)
        Next count
            Cmd_clear.Enabled = True
    End Sub

    Public Sub Object()
            Cmd_ok.Visible = 1
            Label2.Visible = 1
            Label3.Visible = 1
            Label4.Visible = 1
            Label5.Visible = 1
            Label6.Visible = 1
            Text1.Visible = 1
            Text2.Visible = 1
            Text3.Visible = 1
            Text4.Visible = 1
            Text5.Visible = 1
            Label2.Caption = "ลำดับของข้อมูล"
            Label3.Caption = "แรงดันของข้อมูล"
            Label4.Caption = "ความถี่ของข้อมูล"
            Label5.Caption = "แรงดันของ Sawtooth"
            Label6.Caption = "ความถี่ของ Sawtooth"
    End Sub

    Public Sub Data_appear(inum As Integer)
            Dim chk_o As pnt
            Get #1, inum, chk_o
            Text2.Text = chk_o.Sine_Amp
            Text3.Text = chk_o.Sine_Freq
            Text4.Text = chk_o.Saw_amp
            Text5.Text = chk_o.Saw_freq
    End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tion Explicit
    Type pnt
        Sine_Amp As String * 2
        Sine_Freq As String * 4
        Saw_amp As String * 3
        Saw_freq As String * 4
        Crlf As String * 2
    End Type
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Switching Simulator
0
แรงดันของข้อมูล(Volt)
15
ความถี่ของข้อมูล(Hz)
1500
แรงดันของ Sawtooth(Volt)
10
ความถี่ของ Sawtooth(Hz)
6000
จำลองแบบ
Function
Start
Switching Simulator
En
09:52

สรุปผลและวิจารณ์

วงจรขยายกำลังแบบคลาสดี เป็นวงจรขยายสัญญาณที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากมีการใช้สัญญาณ Pulse width modulator มาควบคุมการสวิตช์ของเพาเวอร์มอสเฟสให้มีการเปิด และปิด โดยในช่วงที่มอสเฟท onเกือบจะไม่มีโวลเตจตกคร่อมมอสเฟทเลย และในช่วงที่มอสเฟส off เกือบจะไม่มีกระแสไหลผ่านมอสเฟทเลยดังนั้นการสูญเสียพลังงานในรูปความร้อนที่ตัวมอสเฟทจึงมีน้อยมาก

ข้อเสียของวงจร คือ ความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุตจะมีมาก เนื่องจากวงจรนี้ต้องนำเอาสัญญาณสามเหลี่ยมมาทำการมอดดูเลทสัญญาณอินพุต จึงจำเป็นต้องออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำที่ดีมากๆเพื่อที่จะกรองสัญญาณสามเหลี่ยมออกมาให้หมด ให้เหลือแต่สัญญาณอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. Hirotaka Koizumit , Minoru Iwadaret , Shinsaku Morit and Kazunage Ikeda , " A class D type High Frequency Tuned Power Amplifier with class E switching conditions " , TEEE Power electronic conf. ,pp 105 – 107 , Dec 1994
2. Ronaldo C. Oliveira , Ernane A. A. JoaoB. Viera Jr. Luize. Freitas and Valteir J Farias , " Switching Power Amplifier with soft commatation for Audio Application , " IEEE Powerelectronic conf. , pp 557 – 560 , Nov 1995
3. สุวัฒน์ ดั่นฯ " สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย , " บริษัทเอนเทลไทย , พิมพ์ครั้งที่ 2 , มิถุนายน 2538
4. Harold Davis , " Visual Basic 5 Secrets " , IDG books , 1997
5. Vincent Chen , John Mongomery , woody Leon hard , " Hack Guide to Visual Basic " , Addison – Wesley publishing , 1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เครื่องขยายกำลังแบบสวิทชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIGH SLEW RATE OP AMP — SE/NE538

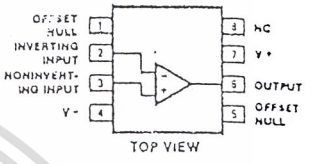
DESCRIPTION

The SE/NE538 is a new generation operational amplifier featuring high slew rates combined with improved input characteristics. Internally compensated for gains of 5 or larger, the SE538 offers guaranteed minimum slew rates of 40V/μs or larger. Featuring 2mV max input offset voltage, the 538 is a single amplifier. Industry standard pin out and internal compensation allow the user to upgrade system performance by directly replacing general purpose amplifiers, such as 748, 101A and 741.

FEATURES

- 2mV input offset voltage
- 80nA max input offset current
- Short circuit protected
- Offset null capability
- Large common mode and differential voltage ranges
- 60V/μs slew rate (gain of +5, −4 min)
- 6MHz gain bandwidth product (gain +5, −4 minimum)
- Internal frequency compensation (gain of +5, −4 minimum)
- Pin out: 538 same as 741 (single)

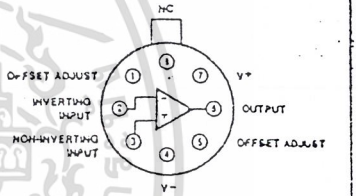
FE,N PACKAGE



TOP VIEW

ORDER NUMBERS
SE538N, FE NE538N, FE

H PACKAGE*



ORDER NUMBERS
SE538H NE538H

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS[1,2,3]

	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		
	SE military grade	±22	V
	NE commercial grade	±18	V
P_D	Internal power dissipation FE package	1000	mW
P_D	Internal power dissipation[1] N package	500	mW
P_D	Internal power dissipation[1] H package	800	mW
	Differential input voltage	±30	V
	Input voltage[2]	±15	V
	Operating temperature range		
	SE military grade	-55 to +125	°C
	NE commercial grade	0 to 70	°C
	Output short circuit[3]	indefinite	
	Storage temperature range	-65 to +150	°C
	Lead temperature (solder, 60sec.)	300	°C

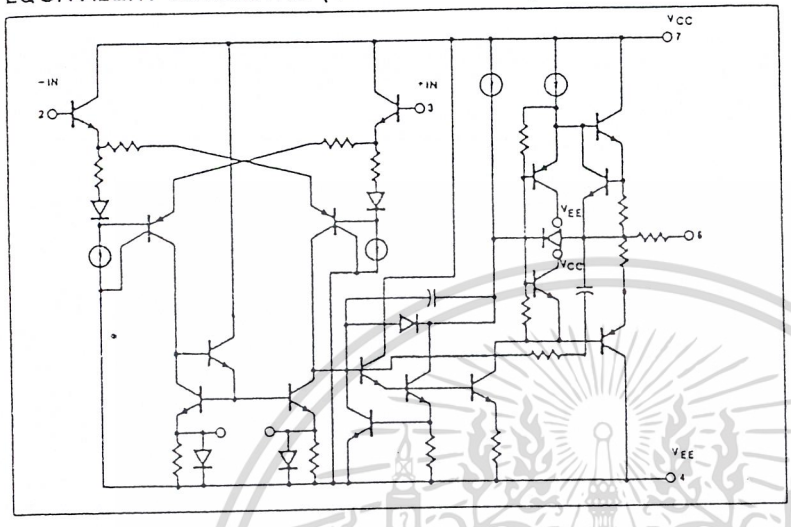
NOTES

1. Rating applies for thermal resistances of 240°C/W and 150°C/W junction to ambient for N and H packages. Maximum chip temperature is 150°C.
2. For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
3. Short circuit may be to ground or either supply. Rating applies to 125°C case temperature or 75°C ambient temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIGH SLEW RATE OP AMP

EQUIVALENT SCHEMATIC (EACH AMPLIFIER)



DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25°C$, $V_S = \pm 15V$ unless otherwise specified.

PARAMETER		TEST CONDITIONS	SE538			NE538			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Input offset voltage	$R_S \le 10k\Omega$ $R_S \le 10k\Omega$, over temp.		0.7	4.0 5.0		2.0	6.0 7.0	mV mV
ΔV_{OS}	Input offset voltage drift	$R_S = 0\Omega$, over temp.		4.0			6.0		µV/°C
I_{OS}	Input offset current	Over temp.		5	20 40		15	40 80	nA nA
ΔI_{OS}	Input offset current	Over temp		25			40		pA/°C
I_B	Input current	Over temp.		45	80 200		65	150 200	nA nA
ΔI_B	Input current	Over temp.		50			80		pA/°C
V_{CM}	Input common mode voltage range		± 12	± 13		± 12	± 13		V
CMRR	Common mode rejection ratio	$R_S \le 10k\Omega$, over temp.	70	90		70	90		dB
PSRR	Power supply rejection	$R_S \le 10k\Omega$, over temp.		30	150		30	150	µV/V
R_{IN}	Input resistance		3	10		1	6		MΩ
A_{VOL}	Large signal voltage gain	$R_L \ge 2k\Omega$, $V_{OUT} = \pm 10V$ Over temp., $R_L \ge 2k\Omega$, $V_{OUT} = \pm 10V$	50 25	200		50 25	200		V/mV V/mV
V_{OUT}	Output voltage	Over temp., $R_L \ge 2k\Omega$ Over temp., $R_L \ge 10k\Omega$	± 10 ± 12	± 13 ± 14		± 10 ± 12	± 13 ± 14		V V
I_{CC}	Supply current	Per amplifier Over temp., per amplifier		2 2.2	3 3.6		2 2.2	3 3.6	mA mA
P_D	Power dissipation	Per amplifier Over temp., per amplifier		60 66	90 108		60 66	90 108	mW mW
I_{SC}	Output short circuit current		10	25	50	10	25	50	mA
R_{OUT}	Output resistance			100			100		Ω

NOTE
Temperature Range
SE Types $-55°C \le T_A \le 125°C$
NE Types $0°C \le T_A \le 70°C$

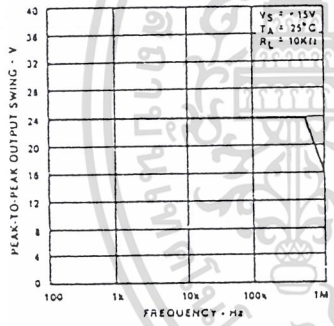
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25°C$ unless otherwise specified.

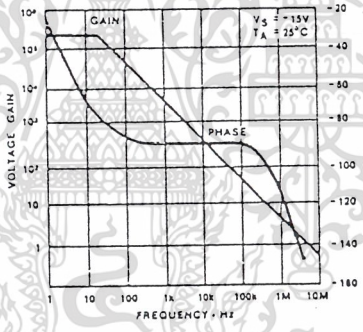
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE538/SE5538			SE538/NE5538			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Gain bandwidth product (Gain +5, −4 minimum)			6			6		MHz
Transient response Small signal rise time Small signal overshoot			0.25 6			0.25 6		μs %
Settling time	To 0.1%		1.2			1.2		μs
Slew rate	Minimum gain = 5 Noninverting $R_L \geq 2k\Omega$	40	60			60		V/μs
Input noise voltage	f = 1kHz, $T_A = 25°C$		30			30		$nV/\sqrt{Hz}$

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

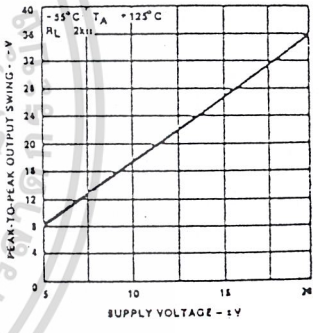
OUTPUT VOLTAGE SWING AS A FUNCTION OF FREQUENCY



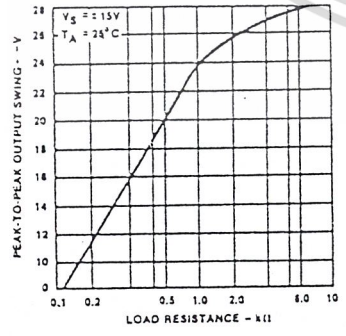
OPEN LOOP VOLTAGE GAIN AS A FUNCTION OF FREQUENCY



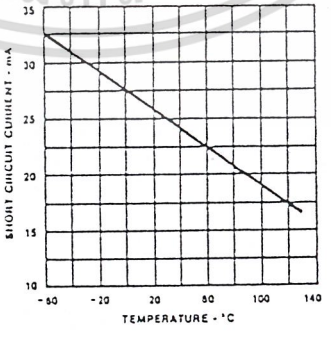
OUTPUT VOLTAGE SWING AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



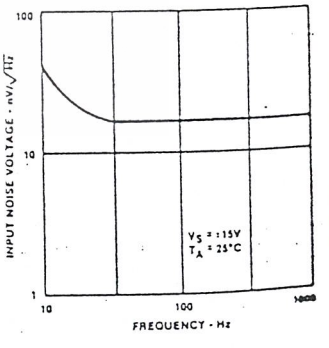
OUTPUT VOLTAGE SWING AS A FUNCTION OF LOAD RESISTANCE



OUTPUT SHORT-CIRCUIT CURRENT AS A FUNCTION OF AMBIENT TEMPERATURE



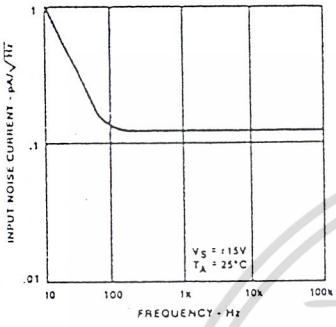
INPUT NOISE VOLTAGE AS A FUNCTION OF FREQUENCY



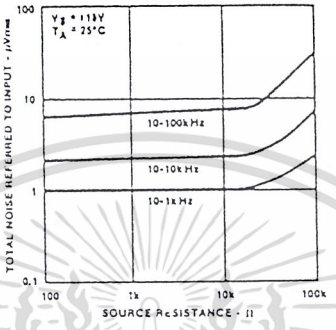
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Cont'd)

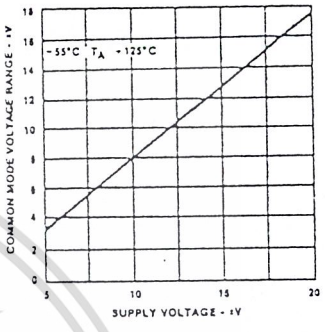
INPUT NOISE CURRENT AS A FUNCTION OF FREQUENCY



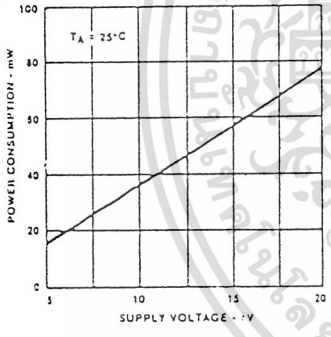
BROADBAND NOISE FOR VARIOUS BANDWIDTHS



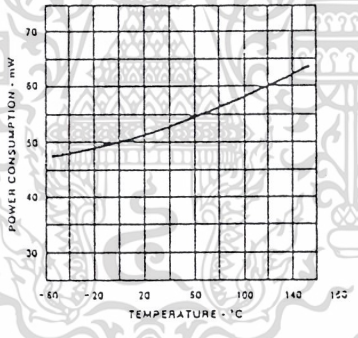
INPUT COMMON MODE VOLTAGE RANGE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



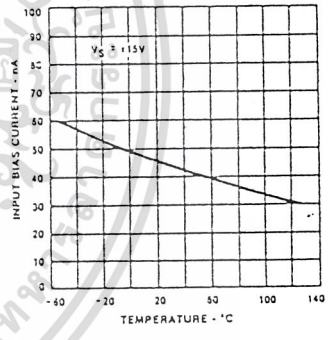
POWER CONSUMPTION AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



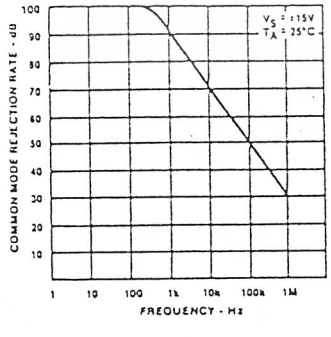
POWER CONSUMPTION AS A FUNCTION OF AMBIENT TEMPERATURE



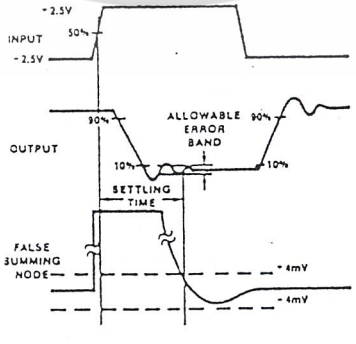
INPUT BIAS CURRENT AS A FUNCTION OF AMBIENT TEMPERATURE



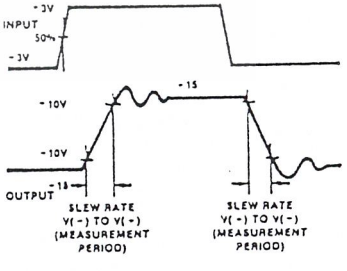
COMMON MODE REJECTION RATIO AS A FUNCTION OF FREQUENCY



SETTLING TIME MEASUREMENT WAVEFORMS



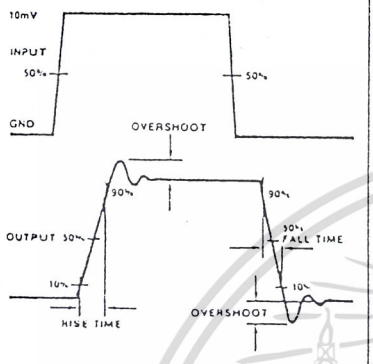
SLEW RATE MEASUREMENT VCC = ±20V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ[illegible]นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

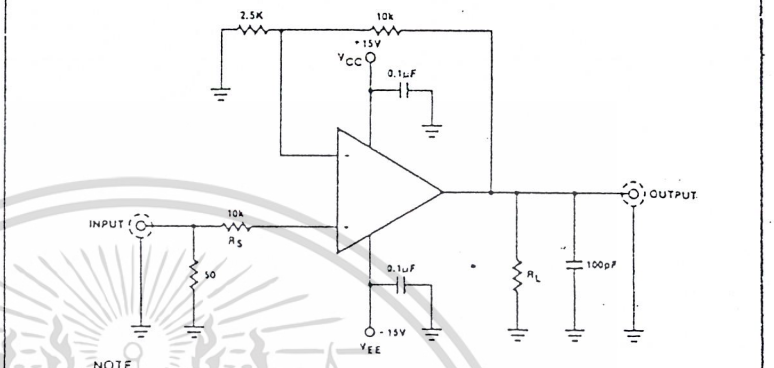
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Cont'd)

SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE DEFINITIONS



TEST LOAD CIRCUITS

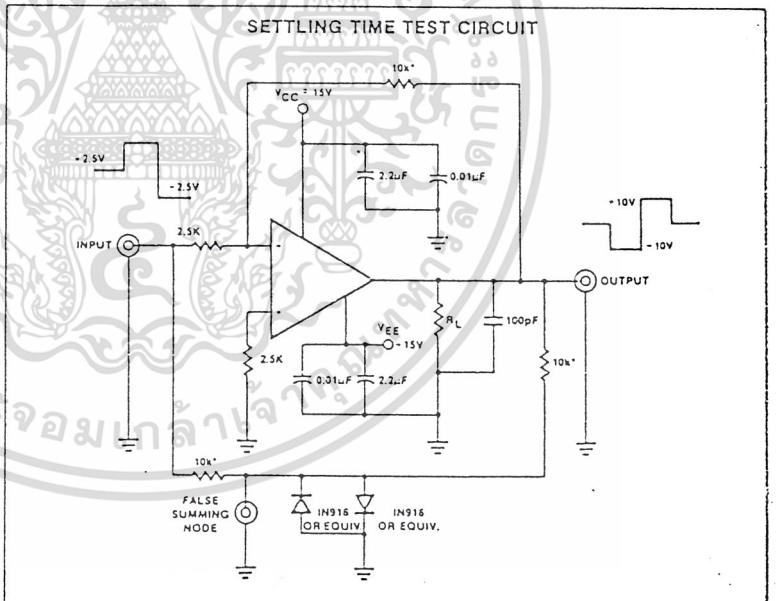
SLEW RATE AND SMALL SIGNAL TRANSIENT RESPONSE TEST CIRCUIT



NOTE
Pins not shown are not connected
All resistors values are typical and in ohms.

TEST LOAD CIRCUITS (Cont'd)

SETTLING TIME TEST CIRCUIT



*Match to within 0.01%.
NOTE
Pins not shown are not connected.
All resistors values are typical and in ohms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIGH SLEW RATE OP AMP

INTRODUCTION

The Signetics NE538 is an undercompensated op amp. The NE538 has a typical slew rate of 50V/μs and a gain bandwidth product of 6MHz.

The internal frequency compensation is designed for a minimum inverting gain of 4 and a minimum non-inverting gain of 5. Below these gains the NE538 will be unstable and will need external compensation (see Figure 1 and 2).

The higher slew rate of the NE538 has made this device quite appealing for high speed designs and the fact that it has a standard pinout will allow it to be used to upgrade existing systems that now use the μA741 or μ748.

Equations:

$$f_{LAG} = \frac{1\,(6MHz)}{10} = \frac{1}{2\pi R_L C_L}$$

$$f_{LEAD} = 6MHz = \frac{1}{2\pi R_F C_F}$$

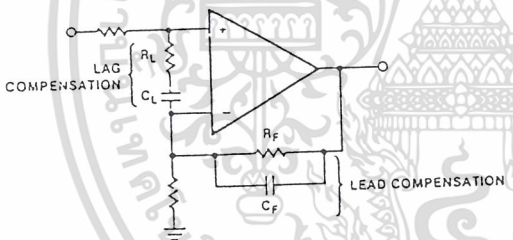


Figure 1. Non-Inverting Configuration

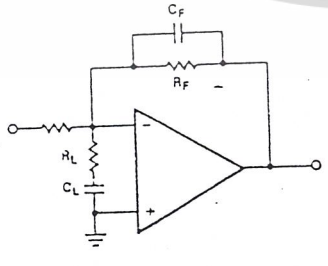


Figure 2. Inverting Configuration

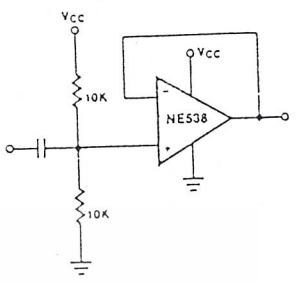


Figure 3. Voltage Follower with Single Power Source

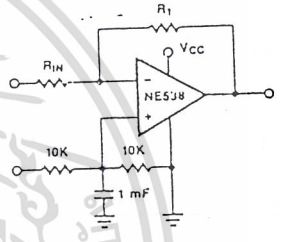


Figure 4. Inverting Amp With Single Power Supply

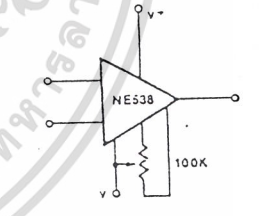
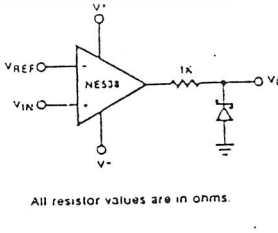


Figure 5. Offset Adjust Circuit



All resistor values are in ohms.

Figure 6. Voltage Comparator

6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS SEMICONDUCTOR

HIP4080A

PRELIMINARY

April 1994

80V/2.5A Peak, High Frequency Full Bridge FET Driver

Features

- Drives N-Channel FET Full Bridge Including High Side Chop Capability
- Bootstrap Supply Max Voltage to 95VDC
- Drives 1000pF Load at 1MHz in Free Air at +50°C with Rise and Fall Times of Typically 10ns
- User-Programmable Dead Time,
- Charge-Pump and Bootstrap Maintain Upper Bias Supplies
- DIS (Disable) Pin Pulls Gates Low
- Input Logic Thresholds Compatible with 5V to 15V Logic Levels
- Very Low Power Consumption
- Undervoltage Protection

Applications

- Medium/Large Voice Coil Motors
- Full Bridge Power Supplies
- Class D Audio Power Amplifiers
- High Performance Motor Controls
- Noise Cancellation Systems
- Battery Powered Vehicles
- Peripherals
- U.P.S.

Description

The HIP4080A is a high frequency, medium voltage Full Bridge N-Channel FET driver IC, available in 20 lead plastic SOIC and DIP packages. The HIP4080A includes an input comparator, used to facilitate the "hysteresis" and PWM modes of operation. Its HEN (high enable) lead can force current to freewheel in the bottom two external power MOSFETs, maintaining the upper power MOSFETs off. Since it can switch at frequencies up to 1MHz, the HIP4080A is well suited for driving Voice Coil Motors, switching amplifiers in class D high-frequency switching audio amplifiers and power supplies.

HIP4080A can also drive medium voltage brush motors, and two HIP4080As can be used to drive high performance stepper motors, since the short minimum "on-time" can provide fine micro-stepping capability.

Short propagation delays of approximately 55ns maximizes control loop crossover frequencies and dead-times which can be adjusted to near zero to minimize distortion, resulting in precise control of the driven load.

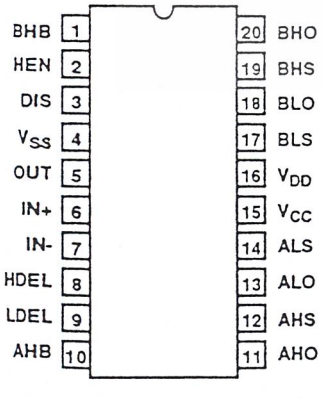
The similar HIP4081 IC allows independent control of all 4 FETs in an Full Bridge configuration.

Ordering Information

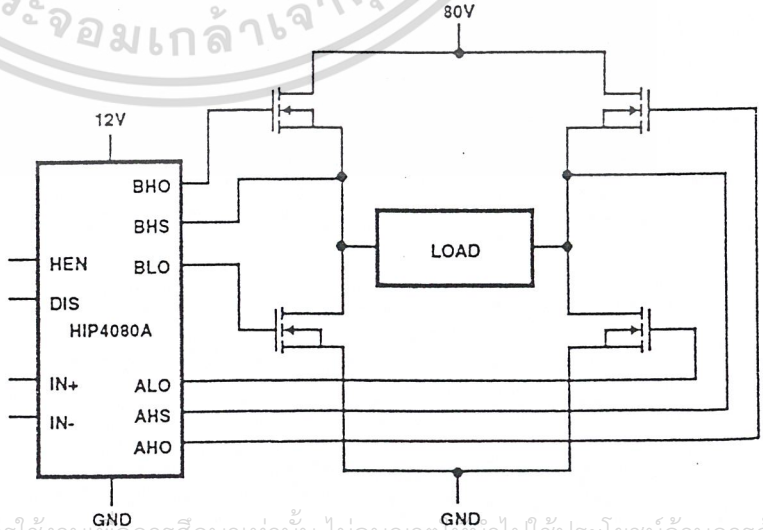
PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
HIP4080AIP	-40°C to +85°C	20 Lead Plastic DIP
HIP4080AIB	-40°C to +85°C	20 Lead Plastic SOIC (W)
HIP4080AIW	-40°C to +85°C	Wafer
HIP4080AIY	-40°C to +85°C	Die

Pinout

HIP4080A (PDIP, SOIC)
TOP VIEW

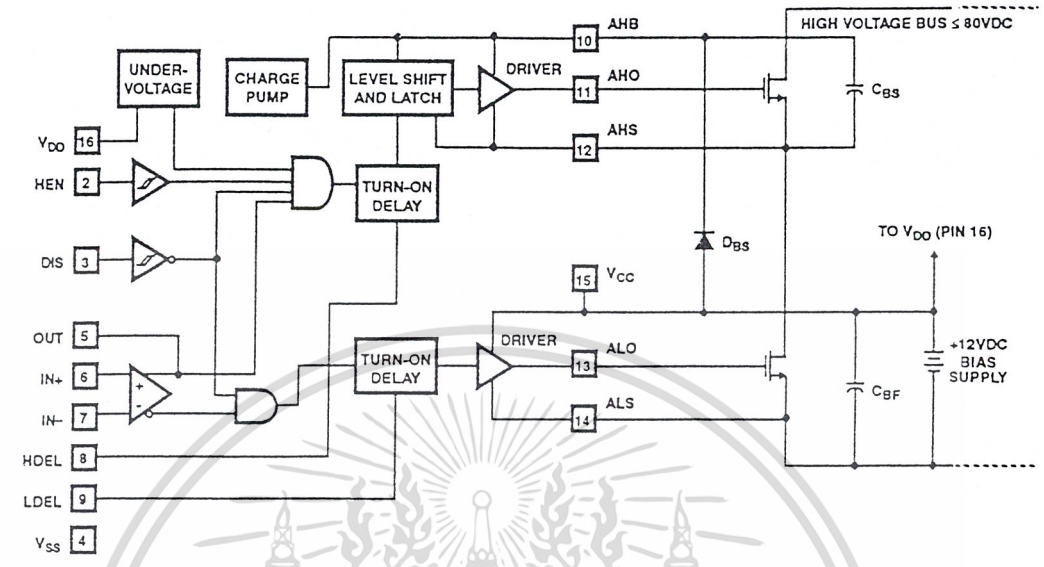


Application Block Diagram

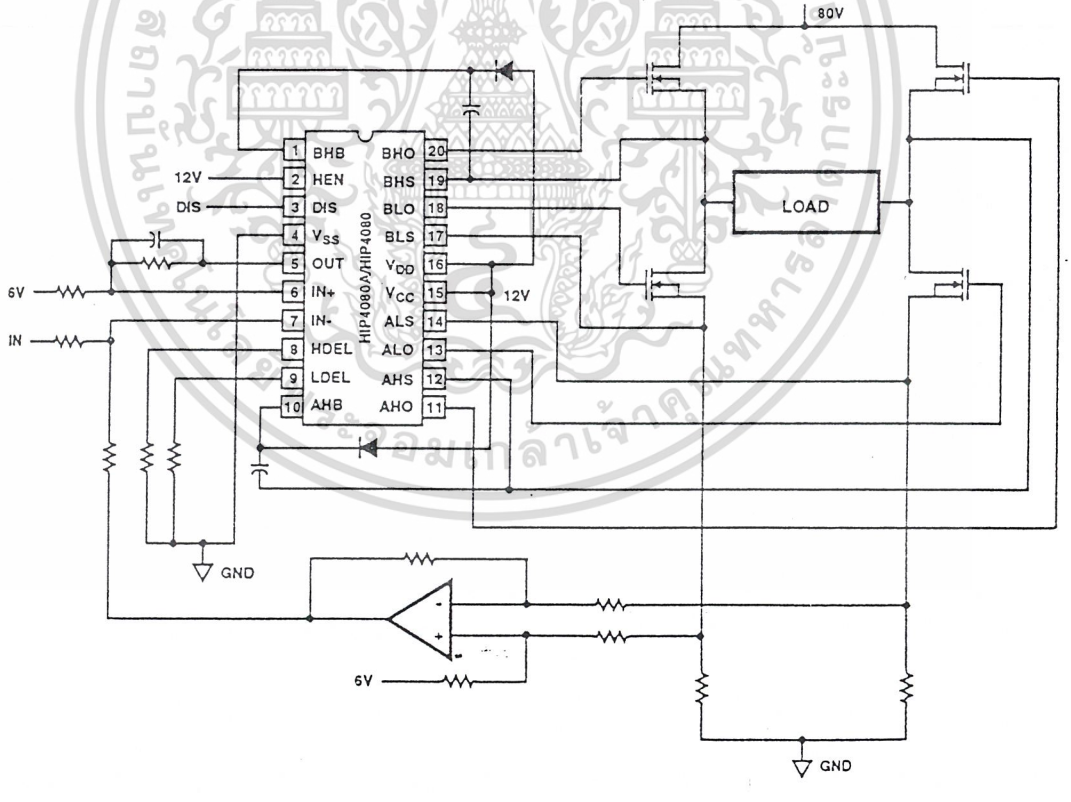


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Block Diagram (1/2 HIP4080A)



Typical Application (Hysteresis Mode Switching)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage, V_{DD} and V_{CC} ..... -0.3V to 16V
Logic I/O Voltages ..... -0.3V to V_{DD} +0.3V
Voltage on AHS, BHS ..... -6.0V (Transient) to 88V
Voltage on ALS, BLS .....-2.0V (Transient) to +2.0V (Transient)
Voltage on AHB, BHB..... $V_{AHS, BHS}$ -0.3V to $V_{AHS, BHS}$ +16V, or 95V whichever is less
Voltage on ALO, BLO..... $V_{ALS, BLS}$ -0.3V to V_{CC} +0.3V
Voltage on AHO, BHO ..... $V_{AHS, BHS}$ -0.3V to $V_{AHB, BHB}$ +0.3V
Input Current, HDEL and LDEL .....-5mA to 0mA
Phase Slew Rate 20V/ns
NOTE: All Voltages relative to pin 4, V_{SS}, unless otherwise specified.

Thermal Information

Thermal Resistance	θ_{JA}
SOIC Package	+85°C/W
DIP Package	+75°C/W

Maximum Power Dissipation at +85°C
SOIC Package.....470mW
DIP Package 530mW
Storage Temperature Range.....-65°C to +150°C
Operating Max. Junction Temperature .....+125°C
Lead Temperature (Soldering 10s) .....+300°C
(For SOIC - Lead Tips Only)

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Operating Conditions

Supply Voltage, V_{DD} and V_{CC}.....+9.5V to +15V
Voltage on ALS, BLS .....-1.0V to +1.0V
Voltage on AHS, BHS.....-1V to 80V
Voltage on AHB, BHB ..... $V_{AHS, BHS}$ +5V to $V_{AHS, BHS}$ +15V
Input Current, HDEL and LDEL.....-500µA to -50µA
Operating Ambient Temperature Range .....-40°C to +85°C

Electrical Specifications

$V_{DD} = V_{CC} = V_{AHB} = V_{BHB} = 12V$, $V_{SS} = V_{ALS} = V_{BLS} = V_{AHS} = V_{BHS} = 0V$, $R_{HDEL} = R_{LDEL} = 100K$, and $T_A = +25°C$, Unless Otherwise Specified

PARAMETERS	SYMBOL	TEST CONDITIONS	T_J = +25°C			T_J = -40°C TO +125°C		UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
SUPPLY CURRENTS AND CHARGE PUMPS								
V_{DD} Quiescent Current	I_{DD}	IN- = 2.5V, Other Inputs = 0V	8	11	14	7	14	mA
V_{DD} Operating Current	I_{DDO}	Outputs switching f = 500kHz, No Load	9	12	15	8	15	mA
V_{CC} Quiescent Current	I_{CC}	IN- = 2.5V, Other Inputs = 0V, $I_{ALO} = I_{BLO} = 0$	-	25	80	-	100	µA
V_{CC} Operating Current	I_{CCO}	f = 500kHz, No Load	1	1.25	2.0	0.8	3	mA
AHB, BHB Quiescent Current - Qpump Output Current	I_{AHB}, I_{BHB}	IN- = 2.5V, Other Inputs = 0V, $I_{AHO} = I_{BHO} = 0$, $V_{DD} = V_{CC} = V_{AHB} = V_{BHB} = 10V$	-50	-25	-11	-60	-10	µA
AHB, BHB Operating Current	I_{AHBO}, I_{BHBO}	f = 500kHz, No Load	0.62	1.2	1.5	0.5	1.9	mA
AHS, BHS, AHB, BHB Leakage Current	I_{HLK}	$V_{AHS} = V_{BHS} = V_{AHB} = V_{BHB} = 95V$	-	0.02	1.0	-	10	µA
AHB-AHS, BHB-BHS Qpump Output Voltage	$V_{AHB} - V_{AHS}$ $V_{BHB} - V_{BHS}$	$I_{AHB} = I_{AHB} = 0$, No Load	11.5	12.6	14.0	10.5	14.5	V
INPUT COMPARATOR PINS: IN+, IN-, OUT								
Offset Voltage	V_{OS}	Over Common Mode Voltage Range	-10	0	+10	-15	+15	mV
Input Bias Current	I_{IB}		0	0.5	2	0	4	µA
Input Offset Current	I_{OS}		-1	0	+1	-2	+2	µA
Input Common Mode Voltage Range	CMVR		1	-	V_{DD} -1.5	1	V_{DD} -1.5	V
Voltage Gain	AVOL		10	25	-	10	-	V/mV
OUT High Level Output Voltage	V_{OH}	IN+ > IN-, I_{OH} = -250µA	V_{DD} -0.4	-	-	V_{DD} - 0.5	-	V
OUT Low Level Output Voltage	V_{OL}	IN+ < IN-, I_{OL} = +250µA	-	-	0.4	-	0.5	V
Low Level Output Current	I_{OL}	V_{OUT} = 6V	6.5	14	19	6	20	mA
High Level Output Current	I_{OH}	V_{OUT} = 6V	-17	-10	-3	-20	-2.5	mA
INPUT PINS: DIS								
Low Level Input Voltage	V_{IL}	Full Operating Conditions	-	-	1.0	-	0.8	V
High Level Input Voltage	V_{IH}	Full Operating Conditions	2.5	-	-	2.7	-	V
Input Voltage Hysteresis			-	35	-	-	-	mV
Low Level Input Current	I_{IL}	V_{IN} = 0V, Full Operating Conditions	-130	-100	-75	-135	-65	µA
High Level Input Current	I_{IH}	V_{IN} = 5V, Full Operating Conditions	-1	-	+1	-10	+10	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Specifications $V_{DD} = V_{CC} = V_{AHB} = V_{BHB} = 12V$, $V_{SS} = V_{ALS} = V_{BLS} = V_{AHS} = V_{BHS} = 0V$, $R_{HDEL} = R_{LDEL} = 100K$, and $T_A = +25°C$, Unless Otherwise Specified **(Continued)**

PARAMETERS	SYMBOL	TEST CONDITIONS	$T_J = +25°C$			$T_J = -40°C$ TO $+125°C$		UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
INPUT PINS: HEN								
Low Level Input Voltage	V_{IL}	Full Operating Conditions	-	-	1.0	-	0.8	V
High Level Input Voltage	V_{IH}	Full Operating Conditions	2.5	-	-	2.7	-	V
Input Voltage Hysteresis			-	35	-	-	-	mV
Low Level Input Current	I_{IL}	$V_{IN} = 0V$, Full Operating Conditions	-260	-200	-150	-270	-130	µA
High Level Input Current	I_{IH}	$V_{IN} = 5V$, Full Operating Conditions	-1	-	+1	-10	+10	µA
TURN-ON DELAY PINS: LDEL AND HDEL								
LDEL, HDEL Voltage	$V_{HDEL}V$	$I_{HDEL} = I_{LDEL} = -100µA$	4.9	5.1	5.3	4.8	5.4	V
GATE DRIVER OUTPUT PINS: ALO, BLO, AHO, AND BHO								
Low Level Output Voltage	V_{OL}	$I_{OUT} = 100mA$	0.7	0.85	1.0	0.5	1.1	V
High Level Output Voltage	$V_{CC} - V_{OH}$	$I_{OUT} = -100mA$	0.8	0.95	1.1	0.5	1.2	V
Peak Pullup Current	I_{O+}	$V_{OUT} = 0V$	1.7	2.6	3.8	1.4	4.1	A
Peak Pulldown Current	I_{O-}	$V_{OUT} = 12V$	1.7	2.4	3.3	1.3	3.6	A
Under Voltage, Rising Threshold	UV+		8.1	8.8	9.4	8.0	9.5	V
Under Voltage, Falling Threshold	UV-		7.6	8.3	8.9	7.5	9.0	V
Under Voltage, Hysteresis	HYS		0.25	0.4	0.65	0.2	0.7	V

Switching Specifications $V_{DD} = V_{CC} = V_{AHB} = V_{BHB} = 12V$, $V_{SS} = V_{ALS} = V_{BLS} = V_{AHS} = V_{BHS} = 0V$, $R_{HDEL} = R_{LDEL} = 10K$, $C_L = 1000pF$, and $T_A = +25°C$, Unless Otherwise Specified

PARAMETERS	SYMBOL	TEST CONDITIONS	$T_J = +25°C$			$T_J = -40°C$ TO $+125°C$		UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
Lower Turn-off Propagation Delay (IN+/IN- to ALO/BLO)	T_{LPHL}		-	40	70	-	90	ns
Upper Turn-off Propagation Delay (IN+/IN- to AHO/BHO)	T_{HPHL}		-	50	80	-	110	ns
Lower Turn-on Propagation Delay (IN+/IN- to ALO/BLO)	T_{LPLH}		-	40	70	-	90	ns
Upper Turn-on Propagation Delay (IN+/IN- to AHO/BHO)	T_{HPLH}		-	70	110	-	140	ns
Rise Time	T_R		-	10	25	-	35	ns
Fall Time	T_F		-	10	25	-	35	ns
Turn-on Input Pulse Width	$T_{PWIN-ON}$		50	-	-	50	-	ns
Turn-off Input Pulse Width	$T_{PWIN-OFF}$		40	-	-	40	-	ns
Disable Turn-off Propagation Delay (DIS - Lower Outputs)	T_{DISLOW}		-	45	75	-	95	ns
Disable Turn-off Propagation Delay (DIS - Upper Outputs)	$T_{DISHIGH}$		-	55	85	-	105	ns
Disable to Lower Turn-on Propagation Delay (DIS - ALO and BLO)	T_{DLPLH}		-	45	70	-	90	ns
Refresh Pulse Width (ALO and BLO)	T_{REF-PW}		240	380	500	200	600	ns
Disable to Upper Enable (DIS - AHO and BHO)	T_{UEN}		-	480	630	-	750	ns
HEN-AHO, BHO Turn-off, Propagation Delay	$T_{HEN-PHL}$	$R_{HDEL} = R_{LDEL} = 10K$	-	40	70	-	90	ns
HEN-AHO, BHO Turn-on, Propagation Delay	$T_{HEN-PLH}$	$R_{HDEL} = R_{LDEL} = 10K$	-	60	90	-	110	ns

TRUTH TABLE

INPUT				OUTPUT			
IN+ > IN-	HEN	U/V	DIS	ALO	AHO	BLO	BHO
X	X	X	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0
X	X	1	X	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Descriptions

PIN NUMBER	SYMBOL	DESCRIPTION
1	BHB	B High-side Bootstrap supply. External bootstrap diode and capacitor are required. Connect cathode of bootstrap diode and positive side of bootstrap capacitor to this pin. Internal charge pump supplies 30µA out of this pin to maintain bootstrap supply. Internal circuitry clamps the bootstrap supply to approximately 12.8V.
2	HEN	High-side Enable input. Logic level input that when low overrides IN+/IN- (Pins 6 and 7) to put AHO and BHO drivers (Pins 11 and 20) in low output state. When HEN is high AHO and BHO are controlled by IN+/IN- inputs. The pin can be driven by signal levels of 0V to 15V (no greater than V_{DD}). An internal 100µA pull-up to V_{DD} will hold HEN high, so no connection is required if high-side and low-side outputs are to be controlled by IN+/IN- inputs.
3	DIS	DISable input. Logic level input that when taken high sets all four outputs low. DIS high overrides all other inputs. When DIS is taken low the outputs are controlled by the other inputs. The pin can be driven by signal levels of 0V to 15V (no greater than V_{DD}). An internal 100µA pull-up to V_{DD} will hold DIS high if this pin is not driven.
4	V_{SS}	Chip negative supply, generally will be ground.
5	OUT	OUTput of the input control comparator. This output can be used for feedback and hysteresis.
6	IN+	Noninverting input of control comparator. If IN+ is greater than IN- (Pin 7) then ALO and BHO are low level outputs and BLO and AHO are high level outputs. If IN+ is less than IN- then ALO and BHO are high level outputs and BLO and AHO are low level outputs. DIS (Pin 3) high level will override IN+/IN- control for all outputs. HEN (Pin 2) low level will override IN+/IN- control of AHO and BHO. When switching in four quadrant mode, dead time in a half bridge leg is controlled by HDEL and LDEL (Pins 8 and 9).
7	IN-	Inverting input of control comparator. See IN+ (Pin 6) description.
8	HDEL	High-side turn-on DELay. Connect resistor from this pin to V_{SS} to set timing current that defines the turn-on delay of both high-side drivers. The low-side drivers turn-off with no adjustable delay, so the HDEL resistor guarantees no shoot-through by delaying the turn-on of the high-side drivers. HDEL reference voltage is approximately 5.1V.
9	LDEL	Low-side turn-on DELay. Connect resistor from this pin to V_{SS} to set timing current that defines the turn-on delay of both low-side drivers. The high-side drivers turn-off with no adjustable delay, so the LDEL resistor guarantees no shoot-through by delaying the turn-on of the low-side drivers. LDEL reference voltage is approximately 5.1V.
10	AHB	A High-side Bootstrap supply. External bootstrap diode and capacitor are required. Connect cathode of bootstrap diode and positive side of bootstrap capacitor to this pin. Internal charge pump supplies 30µA out of this pin to maintain bootstrap supply. Internal circuitry clamps the bootstrap supply to approximately 12.8V.
11	AHO	A High-side Output. Connect to gate of A High-side power MOSFET.
12	AHS	A High-side Source connection. Connect to source of A High-side power MOSFET. Connect negative side of bootstrap capacitor to this pin.
13	ALO	A Low-side Output. Connect to gate of A Low-side power MOSFET.
14	ALS	A Low-side Source connection. Connect to source of A Low-side power MOSFET.
15	V_{CC}	Positive supply to gate drivers. Must be same potential as V_{DD} (Pin 16). Connect to anodes of two bootstrap diodes.
16	V_{DD}	Positive supply to lower gate drivers. Must be same potential as V_{CC} (Pin 15). De-couple this pin to V_{SS} (Pin 4).
17	BLS	B Low-side Source connection. Connect to source of B Low-side power MOSFET.
18	BLO	B Low-side Output. Connect to gate of B Low-side power MOSFET.
19	BHS	B High-side Source connection. Connect to source of B High-side power MOSFET. Connect negative side of bootstrap capacitor to this pin.
20	BHO	B High-side Output. Connect to gate of B High-side power MOSFET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

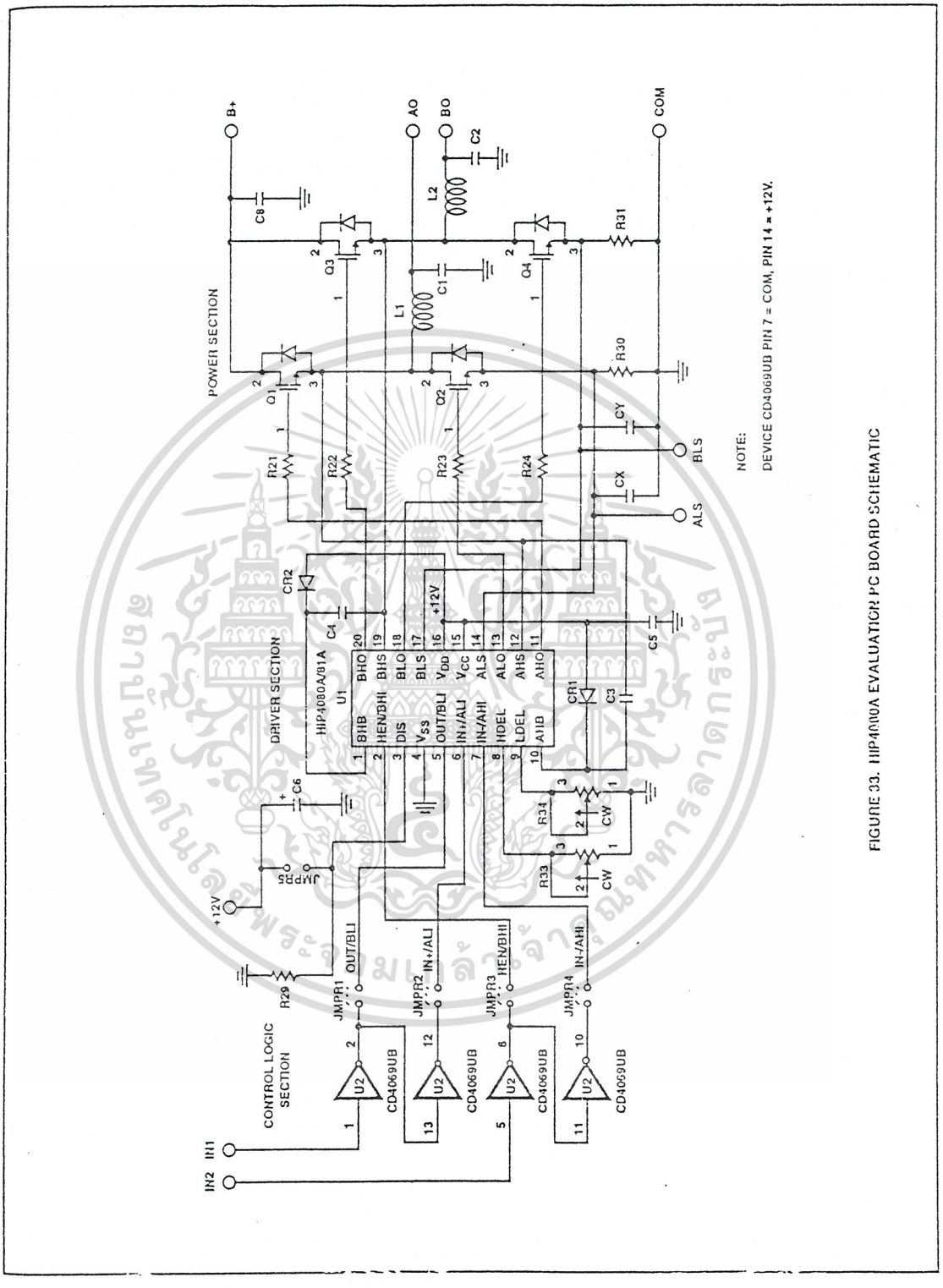


FIGURE 33. HIP4080A EVALUATION PC BOARD SCHEMATIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIP4080EVAL2 Parts List

LINE ITEM NO.	QTY PER PCB	REFERENCE DESIGNATION	DESCRIPTION	RETAILER				MANUFACTURER	
				NAME	STOCK NO.	CATALOG	PAGE	NAME	PART NO.
0	1	P.C.B.	Bare Circuit Board	EPC	HIP4080A Eval2	-	-	E.P.C.	Rev C MK95
1	9	C1, C4, C13, C15, C16, C29, C30, C32, C35	0.22µF 63V Z5U 20% Mono Cer	Digikey	P4918	951	219	Panasonic	ECU-S1J224MEA
2	6	C17,C18,C20, C21,C22,C23	0.1µF 100V X7R 10% Mono Cer	Digikey	P4910	955	225	Panasonic	ECU-S2A104KBA
3	1	C2	100µF 50V Electro	Digikey	P6268	951	181	Panasonic	ECE-A1HU101
4	1	C5	1µF 50V Electro	Digikey	P6260	951	181	Panasonic	ECE-A1HU010
5	1	C6	47pF 10(NPO Cer Disk	Digikey	P4452	951	212	Panasonic	ECC-F2A470JCE
6	1	C7	100µF 10V Electro	Digikey	P6214	951	181	Panasonic	ECE-A1AU101
7	1	C8	470µF 50V Switch-grade Elect	Digikey	P5772	951	187	Panasonic	ECA-1HFQ471
8	1	C9	0.1µF 50V Radial Film	Digikey	P4525	951	205	Panasonic	ECQ-V1H104JL
9	1	C10	330pf 63V COG Mono Cer	Digikey	P4806	951	218	Panasonic	ECU-S1J331JCA
10	1	C11	100µF 16V Electro	Digikey	P6227	951	181	Panasonic	ECE-A1CU101
11	2	C12, C28	0.001µF 100V YP5 Cer Disk	Digikey	P4185	951	212	Panasonic	ECK-F2A102KBE
12	2	C33, C34	1µF 100V Radial Film	Digikey	EF1105	951	208	Panasonic	ECQ-E1105KF
13	1	C14	1µF 63V Radial Film	Digikey	P4548	951	205	Panasonic	ECQ-V1J105JM
14	2	C24, C25	0.001µF 100V Radial Film	Digikey	P4785	951	203	Panasonic	ECQ-B1102JF
15	2	C26, C27	3.9µF 100V Radial Film	Digikey	EF1395	951	208	Panasonic	ECQ-E1395KF
16	1	C31	82µF 16V Switch-grade Elect	Digikey	P5665	951	186	Panasonic	ECA-1CFQ820
17	1	C36	1µF 1210 50V Chip Cap	Digikey	-	-	-	Panasonic	-
18	1	D1	LED	Digikey	P300	951	137	Panasonic	LN21RPHL
19	1	D2	1N4148	Newark	1N4148	113	83	-	-
20	2	D3, D4	UF4002TR	Mouser	UF4002TR	-	-	Diodes, Inc.	-
21	1	F1 HOLDER	5X20mm Fuse Holder	Mouser	534-3527	-	-	-	-
22	1	F1	10A 250V FAST BLOW	Digikey	F955-ND	955	319	-	-
23	1	J1	RCA Receptacle, PC Mount	Mouser	161-4214	-	-	-	-
24	3	J2, J4, J6	Red Binding Post	Bisco	-	-	-	Keystone	7006
25	3	J3, J5, J7	Black Binding Post	Bisco	-	-	-	Keystone	7007
26	2	L1, L2	16.5µH (19t #20 on T106-3)	Amidon	-	-	-	Amidon	T106-3
27	2	L3, L4	11.5µH (2· #20 on T68-15)	Amidon	-	-	-	Amidon	T68-15
28	1	P1	100K Trimpot	Digikey	36C15	951	250	Panasonic	EVN-36CA00B15
29	2	P2, P4	1K Trimpot	Digikey	36C13	951	250	Panasonic	EVN-36CA00B13
30	1	P3	10K Trimpot	Digikey	36C14	951	250	Panasonic	EVN-36CA00B14
31	1	Q1	J112 N-Channel JFET	Allied	J112	113	32	Motorola	J112
32	4	Q2, Q3, Q4, Q5	RFP22N10	Harris	SOAR	-	-	Harris	-
33	4	Q2, Q3, Q4, Q5	Heat Sinks	Digikey	HS104-1	951	108	-	-
34	4	Q2, Q3, Q4, Q5	6-32 X 3/8" Machine Screws	Digikey	H356	951	301	-	-
35	4	Q2, Q3, Q4, Q5	Nylon washer, #6	Digikey	3370K-ND	951	299	-	-
36	4	Q2, Q3, Q4, Q5	Nut, 6-32 Hex	Digikey	H220	951	301	-	-
37	2	R3, R15	2K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	2.0KQBK	951	226	Yageo	-
38	4	R4, R38, R39, R42	4.7K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	4.7KQBK	951	226	Yageo	-
39	4	R36, R37, R40, R41	4.64K 1/4W 1% MF Resist	Digikey	4.64QBK	951	226	Yageo	-
40	3	R9, R13, R21	3.3K 1/4W 1% MF Resist	Digikey	3.3KQBK	951	226	Yageo	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

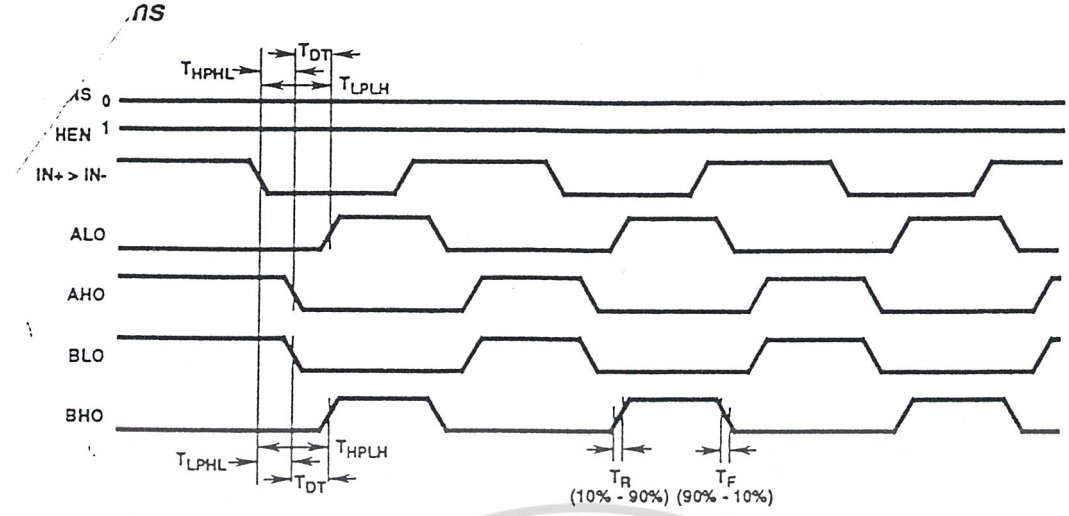


FIGURE 1. BISTATE MODE

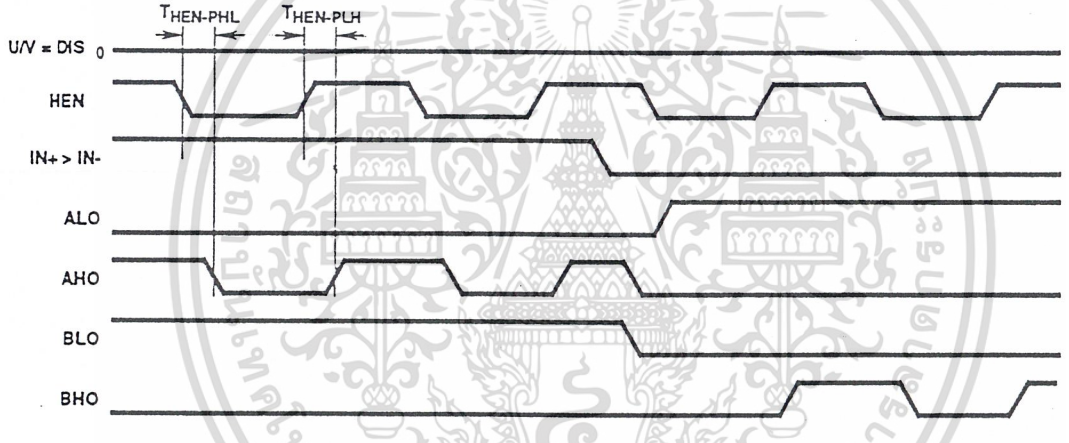


FIGURE 2. HIGH SIDE CHOP MODE

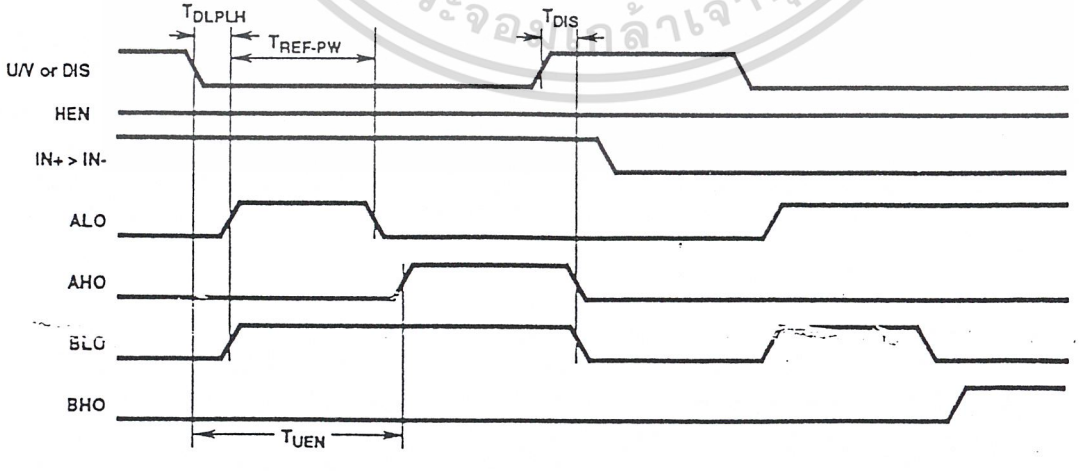


FIGURE 3. DISABLE FUNCTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIP4080EVAL2 Parts List

LINE ITEM NO.	QTY PER PCB	REFERENCE DESIGNATION	DESCRIPTION	RETAILER				MANUFACTURER	
				NAME	STOCK NO.	CATALOG	PAGE	NAME	PART NO.
41	4	R6, R10, R11, R17	10K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	10KQBK	951	226	Yageo	-
42	1	R7	47K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	47KQBK	951	226	Yageo	-
43	1	R8	NOT INSTALLED	-	-	-	-	-	-
44	2	R25, R26	46.4K 1/4W 1% MF Resist	Digikey	46.4KQBK	951	226	Yageo	-
45	2	R12, R19	470K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	470KQBK	951	226	Yageo	-
46	3	R14, R18, R43	1K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	1KQBK	951	226	Yageo	-
47	1	R16	18K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	18KQBK	951	226	Yageo	-
48	1	R20	1M 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	1MQBK	951	226	Yageo	-
49	1	R22	20K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	20KQBK	951	226	Yageo	-
50	1	R23	6.8K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	6.8KQBK	951	226	Yageo	-
51	1	R24	100K 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	100KQBK	951	226	Yageo	-
52	4	R28, R29, R30, R31	10 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	10.0QBK	951	226	Yageo	-
53	1	R32	3.9Ω 5% 3W	Digikey	P3.9W-3	951	227	Yageo	-
54	1	R33	0.1 3W 5% WW Resistor	Digikey	SC3D-0.1	951	228	Yageo	-
55	2	R34, R35	200K, 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	200KQBK	951	226	Yageo	-
56	1	R44	20K, 1/4W CF 5% Resistor	Digikey	20KQBK	951	226	Yageo	-
57	1	S1	Push Button Switch	Mouser	102-1271	-	-	C&K	8121SD9AV2GE
58	1	U1	CA3290E	Harris	CA3290E	SOAR	-	-	-
59	1	U2	CD4013BE	Harris	CD4013BE	SOAR	-	-	-
60	1	U3	LM2931CT	Digikey	9192B-ND	951	89	National	-
61	1	U5	CA5470E	Harris	CA5470E	SOAR	-	-	-
62	1	U7	HIP4080AIP	Harris	HIP4080AIP	SOAR	-	-	-
63	1	U9	CD4069UBE	Harris	CD4069UBE	SOAR	-	-	-
64	1	U10	78L06 Voltage Reg.	Digikey	NJM78L06A	-	-	Motorola	-
65	1	SU1	8-pin IC Mach. Screw Sockets	Digikey	AE7208	951	75	Assmann	-
66	3	SU2, SU5, SU9	14-pin IC Mach. Screw Sockets	Digikey	AE7214	951	75	Assmann	-
67	1	SU7	20-pin IC Mach. Screw Sockets	Digikey	AE7220	951	75	Assmann	-
68	4	Standoff	Board Standoff	Newark	81N2587	113	1226	-	-

All Harris Semiconductor products are manufactured, assembled and tested under ISO9000 quality systems certification.

Harris Semiconductor products are sold by description only. Harris Semiconductor reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that data sheets are current before placing orders. Information furnished by Harris is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Harris or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves

$V_{DD} = V_{CC} = V_{AHB} = V_{BHB} = 12V$, $V_{SS} = V_{ALS} = V_{BLS} = V_{AHS} = V_{BHS} = 0V$, $R_{HDEL} = R_{LDEL}$ = 100K, and $T_A = +25°C$, Unless Otherwise Specified (Continued)

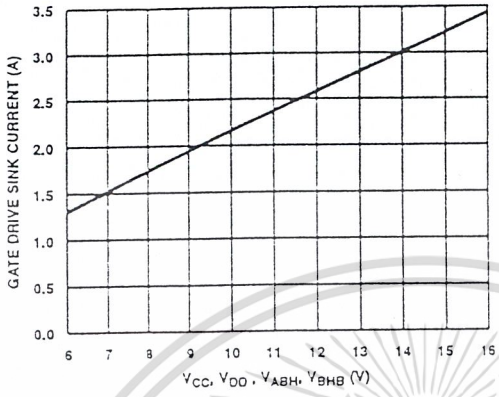


FIGURE 28. PEAK PULLUP CURRENT I_{O+} vs SUPPLY VOLTAGE

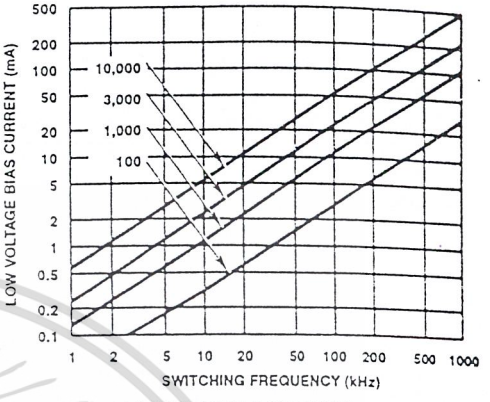


FIGURE 29. LOW VOLTAGE BIAS CURRENT I_{DD} AND I_{CC} (LESS QUIESCENT COMPONENT) vs FREQUENCY AND GATE LOAD CAPACITANCE

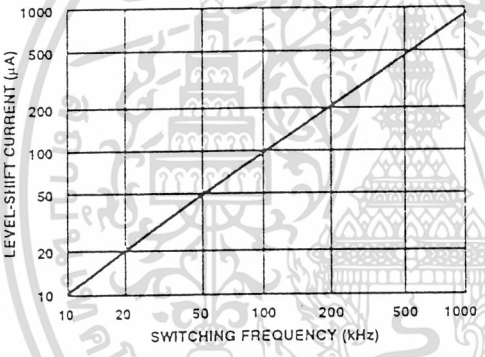


FIGURE 30. HIGH VOLTAGE LEVEL-SHIFT CURRENT vs FREQUENCY AND BUS VOLTAGE

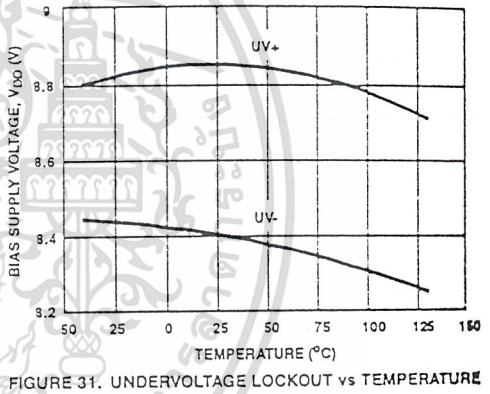


FIGURE 31. UNDERVOLTAGE LOCKOUT vs TEMPERATURE

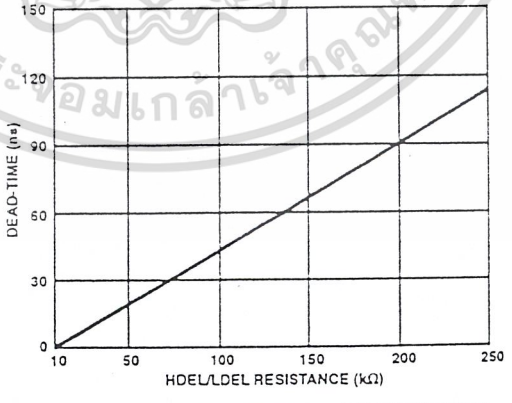


FIGURE 32. MINIMUM DEAD-TIME vs DEL RESISTANCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้