สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรพัลส์และสวิตชิ่งแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

Pulse and Switching Circuit Demonstrator on Computer

ชื่อนักศึกษา

1. นายนัครบ	ชมอารมณ์	รหัสประจำตัว	40031214
2. นายวิเชียร	ปิตุภูมินรักษ์	รหัสประจำตัว	40031224
3. นายอนันตพัฒน์	อนันตชัย	รหัสประจำตัว	40031238
4. นายอำนาจ	ไตอนันต์	รหัสประจำตัว	40031241

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
2. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....
3. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
4. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32789
วัน, เดือน, ปี 10 มิ.ย. 2542

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.ประพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

PULSE AND SWITCHING CIRCUIT DEMONSTATOR ON COMPUTER

นายนักรบ ชุ่มอารมณ์

นายวิเชียร ปีตุภูมินุรักษ์

นายอนันตพัฒน์ อนันตชัย

นายอานนท์ โตอนันต์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

Pulse and Switching Circuit Demonstrator on Computer

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งที่ใช้ทดลอง การอินเตอร์เฟส ขั้นตอนและวิธีการเขียนโปรแกรม
2. เพื่อออกแบบวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งสำหรับการปฏิบัติการทดลอง การ์ดอินเตอร์เฟสและการออกแบบวงจรการทดลอง
3. เพื่อสร้างชุดฝึกวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง
4. เพื่อทดลองใบงานที่ออกแบบมาสำหรับการปฏิบัติการทดลอง
5. เพื่อนำชุดฝึกวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องการทำงานของวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง การอินเตอร์เฟส ขั้นตอนและวิธีการเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์
2. มีความรู้เรื่องการออกแบบวงจรพัลซ์และสวิทชิ่งสำหรับการปฏิบัติการทดลองและการ์ดอินเตอร์เฟส
3. มีความรู้เกี่ยวกับการทดลองใบงานที่ได้ออกแบบมาปฏิบัติการทดลอง
4. ได้ชุดฝึกวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์	
นักศึกษา	นายนักรบ	ชุ่มอารมณ์
	นายวิเชียร	ปิตุภูมินุรักษ์
	นายอนันตพัฒน์	อนันตชัย
	นายอานนท์	โตอนันต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2541	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยประกอบไปด้วยบอร์ดการทดลองและการ์ดอินเตอร์เฟส ซึ่งต่อร่วมระหว่างบอร์ดการทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ การ์ดอินเตอร์เฟสทำการแปลงสัญญาณแอนะลอกจากบอร์ดการทดลองให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อเป็นอินพุตให้กับคอมพิวเตอร์ประมวลผลตามโปรแกรมที่สั่งงาน ซึ่งจอคอมพิวเตอร์จะแสดงรูปวงจรการทดลอง ขั้นตอนการปฏิบัติการทดลอง รูปสัญญาณที่ปรากฏและคำถามท้ายการทดลอง

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Pulse and Switching Circuit Demonstrator on Computer	
Students	Mr.Nakrop	ChumArrom
	Mr.Wichien	Pituphoomnuraks
	Mr.Anantapad	Anantachai
	Mr.Anon	Toanan
Advisor	Mr.Piya	Supavarasuwat
Co-Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Acadamic Year	1998	

ABSTRACT

Thesis present the project of Pulse and Switching circuit Demonstrator on computer, which consists of demonstrated board and interface card, is connected between demonstrated board and computer. The interface card converts analog signal, from demonstrated board, to be digital signal input for computer to process according to command program. Computer monitor displays demonstrated circuit, step of the demonstrated operation, wave from and review question.

This Pulse and Switching circuit Demonstrator on computer can be used for learning and teaching in Pulse and Switching circuit subject of Vocational Certificate education level very well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องมาจากความช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ตลอดจนได้รับการสนับสนุนทางด้านทุนทรัพย์จากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ขอขอบคุณ อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์อมรชัย ชัยชนะและอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้คำปรึกษา แนะนำการแก้ปัญหาต่างๆ รวมถึงครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้ เพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดา มารดาที่คอยให้ความรัก ความเมตตา รวมถึงการสนับสนุนให้ศึกษามาจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	XI
สารบัญรูป	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพัลซ์	3
2.3 ทฤษฎี หลักการและสาเหตุของการใช้วิชวลเบสิก	6
2.3.1 เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับวิชวลเบสิก	6
2.3.2 สาเหตุที่ต้องใช้วิชวลเบสิก	7
2.4 การอินเตอร์เฟส	26
2.5 การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	31
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	36
3.1 กล่าวนำ	36
3.2 การออกแบบ	36
3.2.1 การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์	37
3.2.2 การออกแบบชุดเชื่อมต่อสัญญาณ	43
3.2.3 การออกแบบส่วนซอฟต์แวร์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	46
4.1 กล่าวนำ	46
4.2 การทดลองชุดปฏิบัติการทดลอง	46
4.2.1 วงจรกำเนิดแรงดัน	46
4.2.2 วงจรกำเนิดความถี่	47
4.3 การทดลองโปรแกรม	49
4.4 การทดลองการ์ดอินเตอร์เฟส	54
4.5 การทดลองการ์ดปฏิบัติงาน	55
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและการพัฒนา	58
5.1 บทสรุป	58
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	58
5.3 แนวทางการพัฒนา	59
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	60
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	67
ภาคผนวก ค ใบงานการทดลอง	77
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	139
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้ชุดปฏิบัติการ	159
บรรณานุกรม	169
ประวัติผู้แต่ง	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้สำหรับเขียนข้อความบนจอภาพ	21
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้สำหรับรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด	21
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติที่ใช้เป็นปุ่มต่างๆ บน Control	22
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติที่ใช้วาดเส้น	24
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้วาดรูปภาพทางเลขาคณิต	25
ตารางที่ 2.6 การจัดตำแหน่งพอร์ตของระบบ	26
ตารางที่ 2.7 ตำแหน่งพอร์ต	29
ตารางที่ 4.1 ผลของแรงดันที่วัดได้	47
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการ์ดอินเตอร์เฟส	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปทรงและลักษณะของคลื่นไฟฟ้า	4
รูปที่ 2.2 รูปคลื่นลักษณะต่าง ๆ	4
รูปที่ 2.3 รูปคลื่นจัตุรัส	5
รูปที่ 2.4 วงจรที่ใช้สร้างพัลซ์รูปสี่เหลี่ยม	6
รูปที่ 2.5 การวาด Label ลงบน Form	9
รูปที่ 2.6 เมนูอิดิตเตอร์	10
รูปที่ 2.7 หน้าต่างโปรเจ็คของ Visual Basic	11
รูปที่ 2.8 การเลือก Option จากเมนู Tools	14
รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนจอภาพเพื่อพัฒนาโปรแกรม	15
รูปที่ 2.10 แจ้งการเปลี่ยนจอภาพให้อยู่ในสภาพการพัฒนาโปรแกรม	15
รูปที่ 2.11 สภาพแวดล้อมของ Visual Basic	16
รูปที่ 2.12 การเปลี่ยนขนาดตัวอักษรของ Visual Basic ให้ใหญ่ขึ้น	17
รูปที่ 2.13 เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์	18
รูปที่ 2.14 การจัดเก็บ Form	20
รูปที่ 2.15 การตั้งตำแหน่ง DIP SW	29
รูปที่ 2.16 วงจรของการ์ด PC 82555	30
รูปที่ 2.17 ลักษณะของ A/D	31
รูปที่ 2.18 แผนผังการทำงานของ Parallel Comparator A/D	32
รูปที่ 2.19 แผนผังการทำงานของวงจร Dual-Slope A/D	33
รูปที่ 2.20 เอาต์พุตที่ได้จากวงจรอินทิเกรเตอร์	33
รูปที่ 2.21 แผนผังการทำงานของวงจร Successive Approximate A/D	34
รูปที่ 2.22 ผังงานแสดงการทำงานของวงจร Successive Approximation A/D	35
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน	37
รูปที่3.2 ส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่ + 5V, - 5V, +15 V และ -15V	39
รูปที่3.3 ส่วนควบคุมรงดันไฟบวก (+) และไฟลบ (-)	40
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณทดสอบ	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.5 วงจรนับความถี่	42
รูปที่ 3.6 วงจรยกระดับแรงดัน	43
รูปที่ 3.7 แปลงวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (CA3306)	44
รูปที่ 4.1 แรงดันที่วัดได้ในข้อ 1	48
รูปที่ 4.2 แรงดันที่วัดได้ในข้อ 2	48
รูปที่ 4.3 แรงดันที่วัดได้ในข้อ 3	49
รูปที่ 4.4 สัญญาณ Square Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 1	50
รูปที่ 4.5 สัญญาณ Square Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 2	50
รูปที่ 4.6 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 3	51
รูปที่ 4.7 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 4	51
รูปที่ 4.8 สัญญาณ Sawtooth Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 5	52
รูปที่ 4.9 สัญญาณ Sawtooth Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 6	53
รูปที่ 4.10 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 7	53
รูปที่ 4.11 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 8	54
รูปที่ 4.12 วงจร RC differentiater	55
รูปที่ 4.13 สัญญาณ Vin ที่วัดได้	56
รูปที่ 4.14 สัญญาณ Vout ที่วัดได้	56
รูปที่ 4.15 สัญญาณ Vin ที่วัดได้ เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคป	57
รูปที่ 4.16 สัญญาณ Vout ที่วัดได้ เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคป	57
รูปที่ ก.1 การแนะนำเมนูชุดปฏิบัติการทดลอง	60
รูปที่ ก.2 การแนะนำเมนูการทดลองของชุดปฏิบัติการทดลอง	60
รูปที่ ก.3 ส่วนประกอบการปฏิบัติงานทั้งหมด ของชุดปฏิบัติการทดลอง	61
รูปที่ ก. 4 ส่วนประกอบด้านหน้าของชุดปฏิบัติการทดลอง	61
รูปที่ ก.5 ส่วนประกอบด้านบนของชุดปฏิบัติการทดลอง	62
รูปที่ ก.6 การ์ดของชุดปฏิบัติการทดลอง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.7 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	63
รูปที่ ก.8 วงจรกำเนิดความถี่	63
รูปที่ ก.9 วงจรกำเนิดแรงดันคงที่	64
รูปที่ ก.10 วงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้	64
รูปที่ ก.11 การ์ดอินเตอร์เฟส	65
รูปที่ ข.1 ส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่	68
รูปที่ ข.2 ลายทองแดงส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่	68
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่	69
รูปที่ ข.4 วงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้	69
รูปที่ ข.5 ลายทองแดงของวงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้	70
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้	71
รูปที่ ข.7 วงจรกำเนิดสัญญาณทดสอบ	71
รูปที่ ข.8 วงจรนับความถี่	72
รูปที่ ข.9 ลายทองแดงของวงจรกำเนิดความถี่	73
รูปที่ ข.10 การวางอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดความถี่	74
รูปที่ ข.11วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (CA 3306) และวงจรยกระดับสัญญาณ	75
รูปที่ ข.12 ลายทองแดงของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลและวงจรบกระดับแรงดัน	75
รูปที่ ข.13 ลายทองแดงของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลและวงจรบกระดับแรงดัน	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากการเรียนการสอนในวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง ปัญหาอย่างหนึ่งที่พบมากคือ การเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ เพราะการลงปฏิบัติในวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งนั้น จะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่อร่วมจำนวนมาก เช่น เครื่องกำเนิดสัญญาณ, แหล่งจ่ายไฟ, ออสซิลโลสโคป. มัลติมิเตอร์, แผงต่อวงจรและอุปกรณ์ในการทดลอง เป็นต้น รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีจำนวนมากนี้ นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้ว ถ้าหากเครื่องมือหรืออุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ย่อมจะทำให้การทดลองดำเนินไปได้ไม่ดีนัก และในการวัดรูปสัญญาณอาจเกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณ เนื่องจากต่อวงจรผิดหรือวัดสัญญาณผิดจุดก็จะทำให้การทดลองผิดพลาด ล่าช้า เป็นผลให้อุปกรณ์บางตัวชำรุดเสียหายได้ ดังนั้นถ้าในการทดลองมีชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพ ประหยัด ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานแล้ว ย่อมที่จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ และเพื่อทำให้การเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่มีการเรียนวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเป็นสิ่งที่ตอบสนองความต้องการทางด้านการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีความสามารถดังต่อไปนี้

1. มีใบงานปฏิบัติการทดลอง 10 ใบงาน
2. สามารถแสดงรูปสัญญาณ Sine Wave, Square Wave, Sawtooth Wave ได้
3. สามารถแสดงรูปสัญญาณที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ได้ 1 ช่องสัญญาณ
4. สามารถวัดความถี่สูงสุดได้ 5 กิโลเฮิรตซ์
5. สามารถแสดงผลเป็นแบบ Storage Times
6. สามารถแสดงรูปวงจรที่ใช้ปฏิบัติงาน ขั้นตอนในการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึง ทฤษฎี และหลักการทำงานของวงจรการปฏิบัติงานการทดลอง การ์ดอินเตอร์เฟสที่ใช้ และโปรแกรมที่ใช้เขียนสั่งงานคอมพิวเตอร์

บทที่ 3 การสร้าง การออกแบบและการทำงานของวงจรการทดลอง ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรกำเนิดความถี่ การ์ดอินเตอร์เฟส วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ผังงานของโปรแกรม และโปรแกรมที่ใช้เขียนสั่งงานคอมพิวเตอร์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง มีเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะของสัญญาณที่ได้จากจุดทดสอบต่างๆ ของชุดทดลอง ซึ่งได้แบ่งชุดทดลองออกเป็น 10 การทดลอง ลำดับขั้นการทดลอง และผลการทดลอง

บทที่ 5 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข เป็นการสรุปถึงข้อบกพร่องต่างๆ ของชุดทดลองที่ได้จัดทำขึ้น การอภิปรายถึงสาเหตุของข้อบกพร่อง และแนวทางในการแก้ไขชุดทดลองนี้

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ง ใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ค ผังการทำงานของโปรแกรมและโปรแกรม

ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

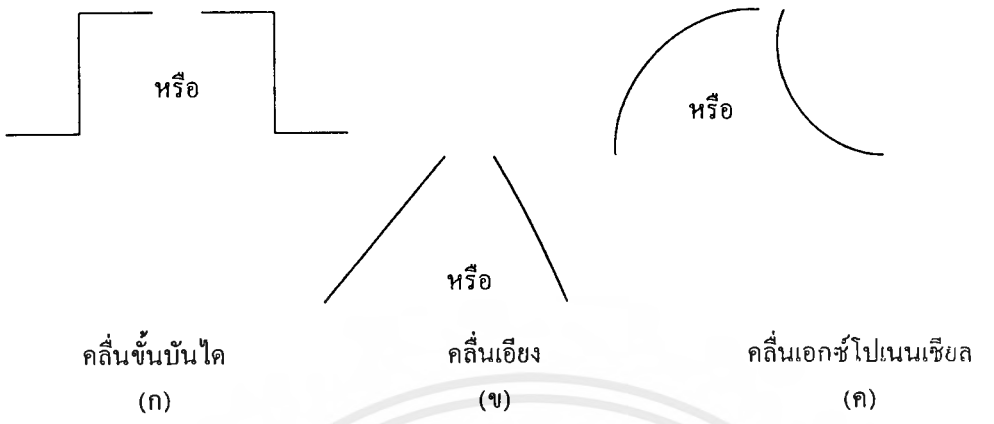
เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎี และหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพัลซ์ ทฤษฎีและหลักการของการอินเตอร์เฟส ทฤษฎี หลักการและสาเหตุของการใช้วิชวล เบสิก การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล ซึ่งจะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพัลซ์

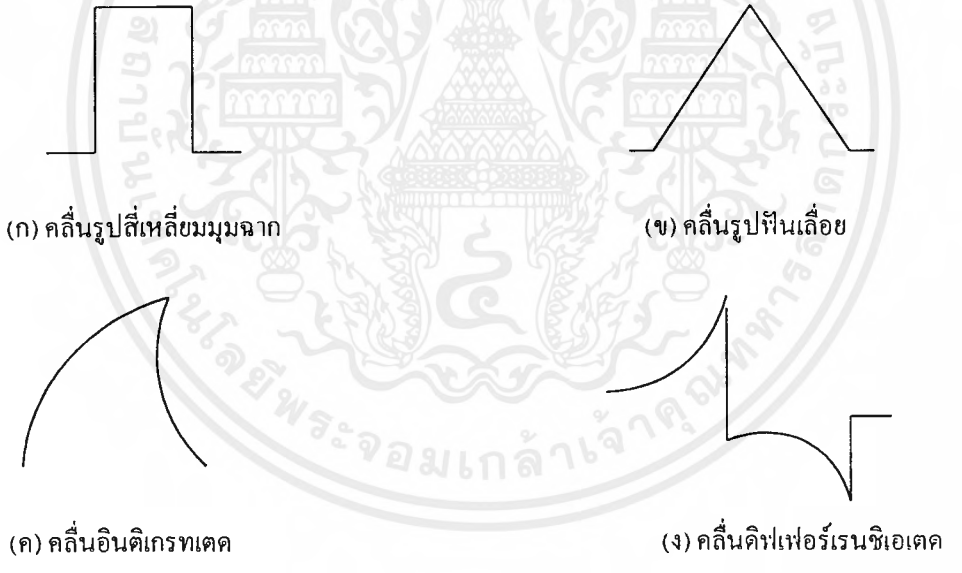
รูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของพัลซ์สามารถกำหนดได้ โดยการออกแบบวงจรสวิตชิ่งให้เหมาะสม สัญญาณพัลซ์ต่างๆ จะถูกนำไปใช้งานด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบควบคุม (Control system) และในงานดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital computer) สัญญาณพัลซ์ต่างๆ ส่วนใหญ่เกิดจากการประกอบของรูปคลื่นย่อย เช่น คลื่นขั้นบันได (Step), คลื่นเอียง (Ramp), หรือคลื่นเอกซ์โปเนนเชียล (Exponantial) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก), (ข) และ (ค) ตามลำดับ รูปคลื่นของแรงดันไฟฟ้าที่เรานิยมนำไปใช้งานกันมากที่สุด คือ รูปคลื่นที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ก) คลื่นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก (Rectangular wave) นี้ได้มาจากการรวมกันของคลื่นบันได 2 ส่วน และมักถูกเรียกว่าพัลซ์ หรือในกรณีคลื่นรูปฟันเลื่อย (Sawtooth wave) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ข) ได้มาจากการรวมกันของคลื่นเอียง 2 ส่วนหรืออาจเป็นการรวมกันของคลื่นเอียงหนึ่งส่วนกับคลื่นขั้นบันไดอีกหนึ่งส่วนได้ นอกจากนี้คลื่นอินทิเกรต (Integrated) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ค) คือ รูปคลื่นที่ประกอบขึ้นมาจากคลื่นย่อยรูปเอกซ์โปเนนเชียลสองรูปและคลื่นดิฟเฟอร์เรนชิเอเตด (Differentiated) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ง) คือ คลื่นซึ่งประกอบขึ้นมาจากคลื่นย่อยขั้นบันไดและคลื่นเอกซ์โปเนนเชียลรวมกัน

คลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสของแรงดันไฟฟ้าเรามักนิยมเรียกว่า "คลื่นจัตุรัส" (Square wave) คลื่นจัตุรัสจะมีลักษณะคล้ายกับคลื่นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งปรากฏอย่างต่อเนื่องเป็นช่วงๆ โดยมีลักษณะพิเศษอย่างหนึ่ง คือ ช่วงเวลาของพัลซ์ที่ปรากฏกับช่วงเวลาของพัลซ์ที่ไม่ปรากฏจะมีค่าเท่ากันดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

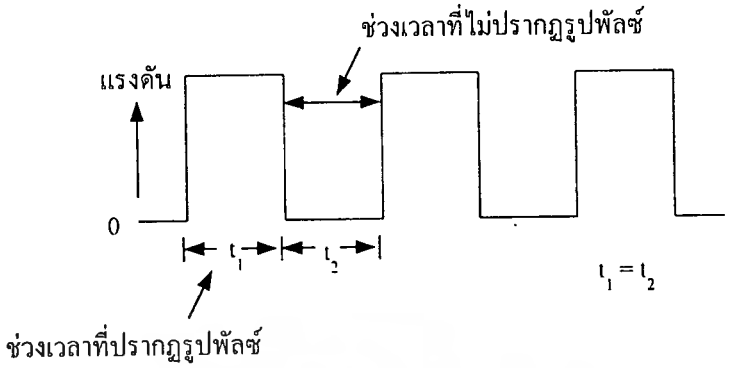


รูปที่ 2.1 รูปทรงและลักษณะของคลื่นไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 รูปคลื่นลักษณะต่าง ๆ

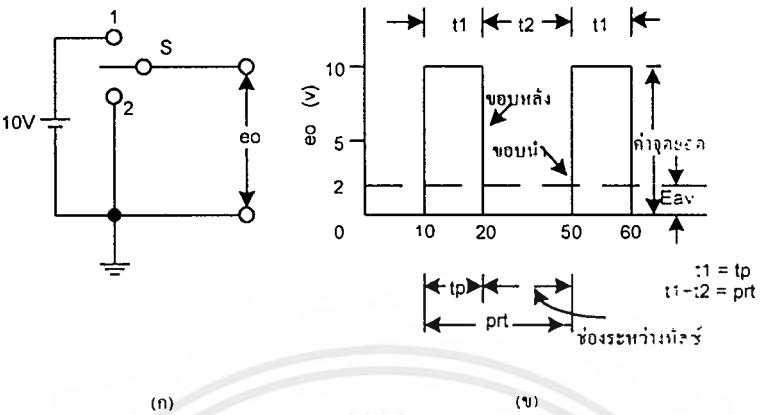
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รูปคลื่นจัตุรัส

วงจรไฟฟ้าที่แสดงในรูปที่ 2.4 (ก) เป็นวงจรที่ใช้สร้างพัลซ์รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ข) ในวงจรนี้จะมีระดับของแรงดันอยู่สองระดับ คือ ที่ปลายทางออก หรือเอาต์พุตของวงจรนี้จะมีแรงดัน 10 โวลต์ เมื่อขั้วของสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่ง 1 และจะมีแรงดันเป็น 0 โวลต์ เมื่อขั้วของสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่ง 2 เมื่อพิจารณาขนาดของพัลซ์นี้กับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปจะเห็นได้ดังในรูปที่ 2.4 (ข) กล่าวคือ ขนาดของพัลซ์นี้คือ "จุดยอด" (Peak value) เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจากศูนย์ "ขอบนำ" (Leading edge) ของพัลซ์จะปรากฏ และต่อมาเมื่อขนาดของพัลซ์ตกลงมาจะปรากฏ "ขอบหลัง" (Trailing edge) ช่วงของคลื่นระหว่างขอบแรกกับขอบหลังเรียกว่า "ความกว้างของพัลซ์" เขียนแทนด้วย t_p และช่วงระหว่างจุดที่เริ่มเกิดพัลซ์หนึ่งๆ จนกระทั่งถึงช่วงที่จะเกิดพัลซ์อื่นถัดมาเราเรียกว่า "เวลาที่พัลซ์เกิดซ้ำ" (Pulse repetition time) เขียนแทนด้วย prt และพัลซ์ที่เกิดอย่างต่อเนื่องกันหลายๆ พัลซ์ถูกเรียกว่า "ขบวนพัลซ์" (Pulse train) ในขบวนพัลซ์หนึ่งๆ จำนวนของพัลซ์ที่เกิดขึ้นในเวลา 1 วินาทีเราเรียกว่า "อัตราการเกิดพัลซ์ซ้ำ" (Pulse repetition rate) และเขียนแทนด้วย prr หรือบางครั้งถูกรียกว่า "ความถี่ของการเกิดพัลซ์ซ้ำ" (Pulse repetition frequency) เขียนแทนด้วย prf ซึ่งมีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที (Hz) จากรูปที่ 2.4 (ข) ถ้าหากช่วงของ tp หรือ t_1 มีค่าเท่ากับ t_2 แล้วพัลซ์นี้คือ คลื่นจัตุรัส (Square wave) นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 วงจรที่ใช้สร้างพัลซ์รูปสี่เหลี่ยม

2.3. ทฤษฎี หลักการและสาเหตุของการใช้วิชวล เบสิก

2.3.1 เรื่องทั่วไปเกี่ยวกับวิชวล เบสิก

ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการในลักษณะของวินโดว์ ได้เข้ามาแทนที่ระบบปฏิบัติการในลักษณะเดิม ซึ่งส่วนใหญ่ที่นิยมใช้ คือ ระบบปฏิบัติการดอส วินโดว์ได้ทำการเปลี่ยนรูปแบบของคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถมากกว่าการเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ด้วยการเพิ่มความสามารถทางด้านการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ ซึ่งเรียกว่า "User Interface" เข้าไป โดยทำให้คอมพิวเตอร์มีการใช้งานที่ง่ายมากขึ้น ด้วยการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ให้อยู่ในรูปของ Graphic User Interface (GUI) ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบของโปรแกรมในลักษณะเดิมที่ใช้งานอยู่บนระบบปฏิบัติการดอส แต่เดิมการแสดงผลจะอยู่ในรูปแบบของตัวอักษร ซึ่งค่อนข้างมีข้อจำกัดโดยเฉพาะรูปแบบของคำสั่งที่ใช้จะเป็นแบบป้อนทีละบรรทัด หรือที่เรียกว่า "Command Line" โดยผู้ใช้จะต้องทำการเรียนรู้และจดจำรูปแบบของแต่ละคำสั่งให้ถูกต้องแม่นยำ จึงจะใช้งานโปรแกรมนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี

ในการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้งานเช่นเดียวกัน แต่เดิมโปรแกรมเมอร์พัฒนาโปรแกรมอยู่บนระบบปฏิบัติการดอส จึงเปลี่ยนแปลงรูปแบบและแนวความคิดมาทำการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดว์แทน ในยุคแรกของการพัฒนาโปรแกรมวินโดว์ นั้นค่อนข้างจะทำได้ยาก โดยอาจจะใช้ภาษา C หรือ Software Development Kit (SDK) มาเขียนโปรแกรมแต่ต้องเขียน Routine ต่างๆ เป็นจำนวนมากเพื่อพัฒนาโปรแกรมหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จ ด้วยเหตุนี้ Microsoft จึงนำภาษาคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ "BASIC" ในรูปแบบเดิมมาพัฒนาขึ้นใหม่ให้ชื่อว่า "Visual Basic" โดยเริ่มต้นจาก Visual Basic Version 1.0 และได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับจนกระทั่งจนถึงในปัจจุบัน

2.3.2 สาเหตุที่ต้องใช้วิชวล เบสิก

เราสามารถใช้ Visual Basic สร้างโปรแกรมบนวินโดว์ โดยอาศัยการออกแบบโปรแกรมในลักษณะ Visualize ซึ่งใช้การกำหนดตำแหน่งของออปเจ็ค ลงบนจอภาพ เพื่อติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง ออปเจ็ค เหล่านี้จะเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเคลื่อนเม้าส์ หรือการรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด ในการกำหนดขั้นตอนการทำงานให้กับออปเจ็ค ภายใต้เหตุการณ์ใดๆ จะใช้ภาษา BASIC เข้ามาช่วยในการเขียนโปรแกรม ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดว์ โดยการใช้ Visual Basic มีความง่ายและสะดวกในการใช้งาน รวมทั้งมีขั้นตอนน้อยเพียงแต่เลือก Form และ Control ที่เหมาะสมแล้ววาดลงบนจอภาพเพื่อใช้ติดต่อกับผู้ใช้ จากนั้นจึงทำการเขียนภาษา BASIC เพื่อสร้างโปรแกรมด้วยตนเอง ด้วยวิธีที่ง่ายและเร็วกว่าที่คิด จึงทำให้ผู้ใช้เรียนรู้ได้ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมง สามารถสร้างโปรแกรมบน Windows แบบง่ายๆ ได้

นอกจากนี้ Visual Basic ยังใช้ได้ตั้งแต่ User ระดับต้นเพื่อใช้สร้างโปรแกรมง่ายๆ บนวินโดว์ หรือโปรแกรมเมอร์ระดับกลางที่จะเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของ Visual Basic ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ในระดับอาชีพที่จะพัฒนาโปรแกรมในระดับสูง โดยการใช้ Object Linking and Embedding (OLE) Windows Application Programming Interface (API) มาประกอบในการเขียนโปรแกรม

1) องค์ประกอบหลักๆ ในหน้าต่างวิชวล :บสิก

องค์ประกอบหลักๆ ในหน้าต่างของ Visual Basic 5 จะมีดังต่อไปนี้

1.1) Menu Bar และ Tool Bar

จะเป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของหน้าต่างจะเป็นส่วนของเมนูของเครื่องมือที่ใช้ใน Visual Basic ซึ่งมีส่วนคล้ายๆ กับ Menu Bar ของโปรแกรมตัวอื่นๆ

1.2) File จะมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. นำ File เข้าเพื่อทำการแก้ไข หรือทำการทดลอง Run เพื่อตรวจสอบดูว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้แล้วเราสามารถนำ File ที่แก้ไขหลังสุดทั้งหมด 4 Files ขึ้นมาโดยเร็วด้วยการไป Click File ที่ต้องการแสดงอยู่ที่ด้านล่างของ Menu File

2. สร้าง File ใหม่ด้วยการเลือกหัวข้อ New Filers แต่ถ้าต้องการเลือก File อื่นๆ ต้องไปเลือก Open Files

3. ทำหน้าที่บันทึกโปรแกรมที่เราเขียนลงในคอมพิวเตอร์ หรือทำการบันทึกโปรเจ็คลงในคอมพิวเตอร์ หลังจากที่เราเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว ต้องการออกจาก Visual Basic 5 ต้องทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเก็บด้วย ในการจัดเก็บจะมีสองแบบ คือ Save project และ Save run ถ้าเราเลือก Save project มันจะช่วย Save From ต่างๆ ที่ประกอบขึ้นในโปรเจ็คให้ด้วย ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บจะเลือก Save Project แต่ในบางครั้งถ้าเราไม่มีการเปลี่ยนแปลงใน Form อื่น แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพียง Form เดียวเราจะใช้การจัดเก็บ แบบ Save Form ในการจัดเก็บนี้ จะจัดเก็บลงที่ชื่อเดิมทั้ง Project และ Form แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนชื่อใหม่ทั้ง Project และ Form จะต้องเลือกการ Save Project หรือ Save Form As จากนั้นจึงเปลี่ยนชื่อใหม่

4. ทำหน้าพิมพ์โปรแกรมและ Form ลงสู่กระดาษ เพื่อเลือกที่จะพิมพ์แล้วถามเราว่าเราจะพิมพ์ตัวโปรแกรมหรือพิมพ์ Form ถ้าต้องการเลือกอันใดเลือกอันนั้น

5. ทำหน้าที่ Compile โปรแกรมที่เราเขียนเป็นจุด Exe หรือจุด DLL แล้วแต่การเปิดไฟล์ตอนแรก ตามปกติแล้วโปรแกรมที่เราเขียนอยู่จะต้อง Run ภายใต้โปรแกรม Visual Basic แต่เมื่อเราทดลอง Run ได้โดยไม่ติดอะไร แล้วเราควรที่จะ Compile เป็นจุด Exe หรือจุด DLL เลยเนื่องจากเมื่อ Compile เป็นจุด Exe แล้วสามารถ Run ได้ใน Window ทันทีไม่ต้องเข้าไปใน Visual Basic

6. ทำหน้าที่ออกจากโปรแกรม Visual Basic โดยการเลือก Exit ที่อยู่ล่างสุด ในขณะที่ออกจากโปรแกรม ถ้าโปรแกรมที่เราเขียนอยู่ยังไม่ได้จัดเก็บ จะมีหน้าต่างในการจัดเก็บปรากฏขึ้นมาถามอีกครั้งหนึ่ง เราสามารถที่จะจัดเบหรือไม่ได้

1.3) Edit

จะมีหน้าที่สำคัญในการเขียนโปรแกรม โดยใช้ Cut, Copy และ Paste ทั้งสามหัวข้อนี้สามารถติดต่อกับโปรแกรมอื่นนอกจากใน Visual Basic ได้ เช่น เราสามารถ Cut หรือ Copy ข้อความ Text จาก Word Pad แล้วมา Paste ลงที่โปรแกรมที่เขียนอยู่บน Visual Basic นอกจากข้อความ Text แล้วคุณสมบัติพิเศษของ Cut, Copy และ Paste ยังสามารถหา Cut หรือ Copy ภาพต่างๆ มา Paste ลงใน Form ใน Visual Basic ได้ และในระหว่างที่เราเขียนโปรแกรมอยู่ เราสามารถ Cut, Copy และ Past ได้ในโปรแกรมเช่น เราจะ Copy ตัวโปรแกรมส่วนหนึ่ง เราเพียงแต่ลากแลเงาในส่วนของข้อความที่ต้องการด้วยการกด Mouse ค้างแล้วลาก เมื่อจบข้อความที่ต้องการปล่อย Mouse เมื่อลากจนเกิดเงาในข้อความที่ต้องการแล้วเราไป Click ที่ Edit ใน Menu Bar เพื่อเลือก Cut หรือ Copy ถ้า Cut หลังจาก Click แล้ว ข้อความที่เราแลเงาไว้จะหายไปเหมือนถูกลบทิ้งไป แต่ข้อความนั้นไม่ได้ไปไหนกลับไปเก็บในหน่วยความจำ คือ Clip Board แต่ถ้าเราเลือก Copy แล้ว ข้อความที่แลเงาไว้จะไม่หายยังคงอยู่แต่จะ Copy ข้อความเหล่านั้นเข้า Clip Board เช่นกัน

จากนั้นถ้าเราจะ Copy ไปไว้ที่ไหนให้เลือก Cursor ไปไว้ที่ตรงนั้น แล้วกลับไป Click ที่ Edit อีกครั้งแล้วเลือก Paste ข้อความที่ต้องการ Copy จะปรากฏตั้งแต่ Cursor นั้นเป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) View

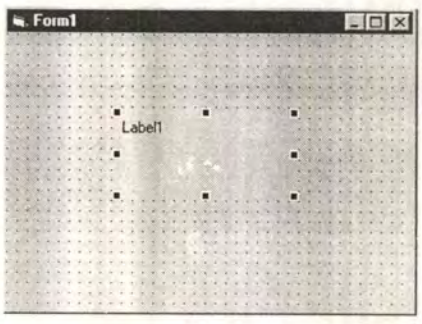
จะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือกว้างๆ ในหน้าจอของ Visual Basic 5 เช่น การแสดง Form การแสดงโปรแกรมที่เขียนการแสดงออปเจ็ค Browser การแสดง Project Explorer หรือการแสดง Tool Bar เป็นต้น ตามปกติแล้วเครื่องมือเหล่านี้จะแสดงบนหน้าจออยู่แล้ว แต่ถ้าเราต้องการไม่ให้แสดงสามารถปิดเครื่องมือนั้นๆ ได้

1.5) Project

เป็น Menu สำหรับทำหน้าที่เพิ่ม Form ต่างๆ เข้าไปในโปรแกรม เช่น การเพิ่ม Form การเพิ่ม Model การเพิ่ม MDI เข้าใน Form ในระหว่างที่พัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้แล้วที่ Menu ย่อย คอมพิวเตอร์จะเป็นส่วนที่จะเพิ่ม Custom Control เข้าไปใน Tool Bar ด้วย ซึ่งตามปกติแล้ว Tool Bar ที่เห็นอยู่จะเป็น Tool Bar พื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ Form แต่ถ้าต้องการ Custom Control แบบพิเศษจะต้อง Click เลือกจาก Menu Custom Control เมื่อ Click แล้วจะมีรายการของ Custom Control แสดงให้เห็น ถ้า Custom Control ตัวไหนมีอยู่ใน Tool Bar แล้วจะมีเครื่องหมายถูกที่ Check Box แต่ถ้าต้องการนำ Custom Control เข้าไปใน Tool Bar ให้ไป Click ที่ Check Box จากนั้นจะมี Custom Control ตัวใหม่เข้ามาใน Tool Box หรือ Tool Bar

1.6) Format

จะมี Menu ย่อย Lock ที่ใช้สำหรับ Lock ตำแหน่งของออปเจ็ค ที่ติดตั้งบน Form ให้อยู่กับที่ โดยจะลากไปมาไม่ได้และสิ่งแรกที่ได้หลังจาก Lock แล้วเวลาไป Click ที่ออปเจ็คที่ติดตั้งจะมีจุดดำๆ รอบออปเจ็ค แต่ถ้าเป็นออปเจ็คที่ผ่านการ Lock ตำแหน่งแล้วจุดรอบออปเจ็ค จะเปลี่ยนเป็นสีขาว แต่ถ้าเป็นจุดดำๆ แล้วออปเจ็คจะเปลี่ยนตำแหน่งได้โดยการกด Mouse ค้างไว้ แล้วลากออปเจ็คนั้นไปมาดังรูป



รูปที่ 2.5 การวาด Label ลงบน Form

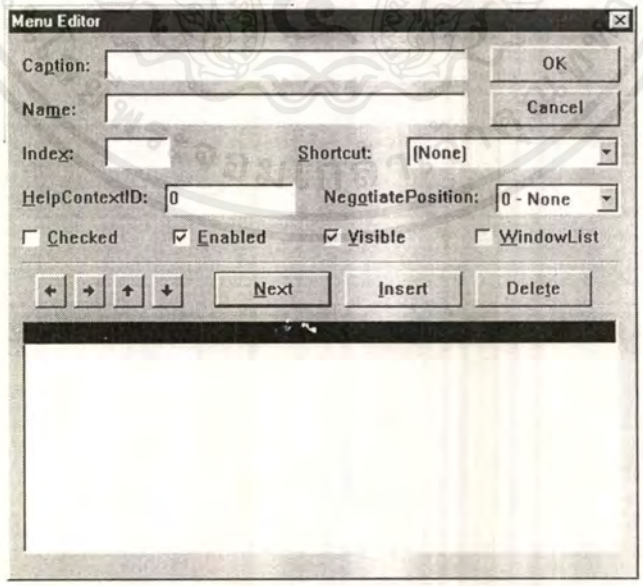
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7) Run

เป็นส่วนที่กำหนดสำหรับเริ่ม Start โปรแกรมที่เราเขียน หรือสิ้นสุดโปรแกรมที่เราเขียนในระหว่างการเขียนโปรแกรม ถ้าเราต้องการทดสอบว่าโปรแกรมที่เราเขียนนั้นถูกต้องหรือไม่ต้องทดลอง Run โปรแกรม หากโปรแกรมที่เราเขียนไม่สำเร็จหรือมีข้อผิดพลาดจะมีการเตือนให้ทราบ และเมื่อมีโปรแกรมผิดพลาดขึ้นเราควรที่จะจบโปรแกรมก่อน โดยการเลือก End ใน Menu จากนั้นจึงเข้าไปแก้ไขในโปรแกรมอีกทีแล้วจึงทดลอง Run อีกครั้งหากยังมีที่ผิดพลาดเกิดขึ้นอีกโดยการประกาศเป็น Massage Box ควรที่จะจบโปรแกรมที่ Run อยู่ก่อนด้วยแล้วจึงแก้ไข ถึงแม้ว่าเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการเขียนโปรแกรมจะทำการแก้ไขและเลือก Restart อีกครั้งตามแต่อาจจะทำให้การ Run มีปัญหาและทำให้จุดที่แก้ไขไม่ตรง

1.8) Tool

ใน Menu Tool จะมีเครื่องมือสำหรับออกแบบ Menu ที่ชื่อ Menu Editor ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยในการออกแบบ Menu สามารถสร้าง Menu ย่อยๆ ลงไปอีกกี่ชั้นได้และ Menu ที่เราออกแบบจะมีคุณสมบัติเป็นออปเจ็คด้วย ทั้งยังมีคุณสมบัติและเหตุการณ์ต่างๆ เหมือนออปเจ็ค ทั่วไปอย่างปรากฏการณ์ของ Menu ที่เราพบทั่วไปในโปรแกรมต่างๆ สามารถทำได้ตามเครื่องมือเหล่านั้น เช่น การที่มีเครื่องหมายถูกหน้า Menu หรือกากบาทใน Menu เป็น False คือเป็นสีจางๆ ไม่สามารถใช้งานได้ส่วนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน Menu จะมีเหตุการณ์เดียว คือ เหตุการณ์ Click

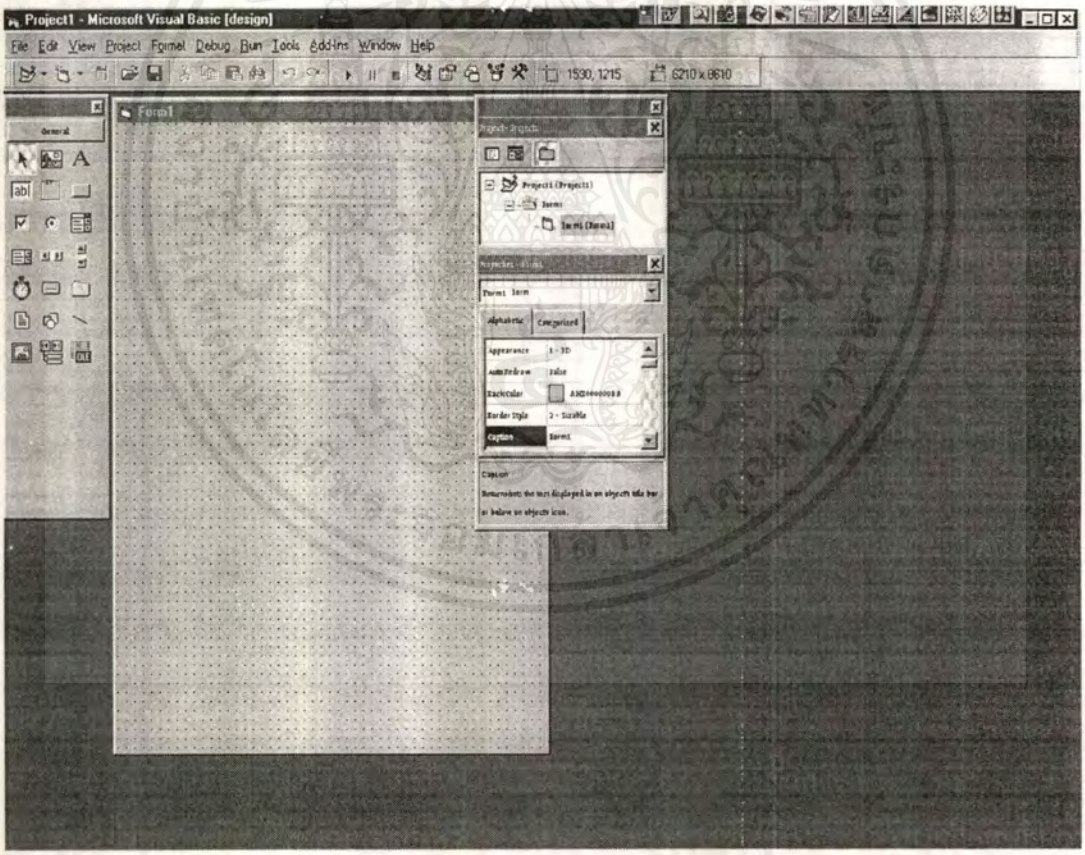


รูปที่ 2.6 เมนูอิดิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้แล้ว Menu ย่อย Option จะเป็นส่วนของการปรับแต่งสภาพแวดล้อมที่ใช้ Visual Basic เช่น การแสดงหรือไม่แสดงจุดที่อยู่บน Form ตลอดจนกำหนดระยะหน้าของจุดเรา สามารถกำหนดได้ใน Menu ย่อยนี้ หรือการปรับแต่งสีสันของตัวอักษรระหว่างการเขียนโปรแกรม เช่น ถ้าตัวโปรแกรมปกติให้เป็นสีดำ แต่ถ้าเป็น Text คือ บรรทัดโปรแกรมที่มีการ Remark ไว้ โดยมีคำสั่ง Rem จะเป็นสีเขียว หรือบรรทัดโปรแกรมที่เขียนผิดพลาดจะเป็นสีแดงเป็นต้น นอกจากการเปลี่ยนสีบนตัวอักษรแล้ว ฉากหลังของตัวอักษรสามารถปรับเปลี่ยนได้ หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงโปรแกรมที่เขียนแบบต่อเนื่องตลอดแบบแสดงทีละออปเจ็ค ๆ ไป

ผู้อ่านจะสามารถเลือกแบบเก่าหรือแบบใหม่นั้นเลือกจาก Option ของ Advance แล้วไป Click ตรงช่อง SDK เครื่องหมายถูก ถ้าต้องการแบบใหม่ให้เป็นช่องว่างสำหรับผู้เขียน แล้วเลือกหน้าต่างของ Project เป็น Maximum ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 หน้าต่างโปรเจ็คของ Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.9) ADD-IN

Menu Add-in จะเป็นส่วนที่ให้ผู้เขียนโปรแกรมใช้เขียนโปรแกรม เพื่อติดตั้งเครื่องมือพิเศษเข้าไป ซึ่งเราจะเรียกใช้ได้โดยไป Click ที่ Add-in Manager จากนั้นจะมีรายการของเครื่องมือต่างๆ ที่เราเขียนโปรแกรมไว้ขึ้นมาแสดง ถ้าต้องการให้เครื่องมืออันไหนติดตั้งใน Menu ให้ Click กากบาทในช่องเครื่องมือที่เลือกจะมีรายการเป็น Menu ย่อยต่อจาก Add-in Manager ทันที

เครื่องมือที่เขียนขึ้นเองนี้จะสร้างจาก Class และหลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วจะต้อง Compile เป็นจุด Exe เสมอ แล้วจึงลงทะเบียนใน Window 95 จากนั้นเครื่องมือที่เขียนขึ้นจะไปปรากฏอยู่ในรายการของ Add-in Manager

2) Project, Property และ Form Lay Out

กลุ่มของเครื่องมือเหล่านี้จะอยู่ด้านขวาของจอคอมพิวเตอร์ โดยจะประกอบด้วย Project Browser, Property Box และ Form Lay Out ทั้งสามส่วนสามารถแยกกันอยู่อย่างอิสระ หรือจะจับมารวมกันได้เวลาปรับขยายจะขยายเข้าออกพร้อมๆ กัน

ที่ส่วนของ Project Browser จะเป็นการนำเสนอในรูปแบบของ Tree View โดยเริ่มจาก Project จากนั้นจึงแยกย่อยลงไปเป็น Folder ของ Form. Model และ Class ตามลำดับและในแต่ละ Form จะเป็นที่เก็บของ Model และ Class ต่างๆ ด้วยเมื่อเราเพิ่มเข้าไปในโปรแกรม

ในระหว่างการเขียนโปรแกรม หรือการออกแบบ Form นั้นจะต้องมาตรวจสอบใน Project Browser ด้วยว่า Form ที่ปรากฏอยู่บนจอนั้นเป็น Form ใด โดยสามารถสังเกตได้จาก Height light ใน Project Browser ว่าอยู่ที่ไหน จะหมายถึงส่วนที่แสดงอยู่บนหน้าจอขณะนี้

ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมหรือการแก้ไขโปรแกรมที่ Form ไหนต้องดูให้ดี ถ้าหากแก้ไขผิด Form จะทำให้โปรแกรมเสียหายมากขึ้น

2.1) Property Box

จะเป็นส่วนสำหรับติดตั้ง Property ของออปเจ็คต่างๆ ใน Form การแก้ไข Property ของ ออปเจ็คใดนั้นจะต้องดูให้ดีเช่นเดียวกับ Project ซึ่งเราสามารถตรวจสอบจาก Combo Box ที่อยู่ด้านบนของ Property Box ว่าเป็นการแก้ไข Property ของออปเจ็คใด หรือเราอาจจะเลือก Mouse ไป Click ตรงบริเวณของออปเจ็คให้เกิดจุดแสดงเป็นสีเหลืองปรากฏขึ้นล้อมระบบออปเจ็คนั้นๆ

การติดตั้ง Property ให้กับออปเจ็ค โดยการแก้ไขบน Property Bar นั้นเรายังสามารถเขียนโปรแกรมกำหนด Property กับออปเจ็คในรูปแบบของ Object Property การนำเสนอรายการ Property ของออปเจ็คใน Property Box ของ Visual Basic 5 จะแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ การนำเสนอแบบเรียงลำดับตัวอักษร หรือเรียงตัวอักษรตั้งแต่ A-Z ยกเว้นที่ Property Name เท่านั้นที่จะนำเสนอเป็นบรรทัดที่หนึ่งเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนล่างสุดจะเป็น Form Lay Out หน้าที่ของ Form Lay Out จะช่วยให้เรานำ Form ที่เขียนโปรแกรมอยู่สามารถไปวางอยู่ตำแหน่งในบนจอคอมพิวเตอร์ได้ เครื่องมือนี้จะอำนวยความสะดวกอย่างมากในกรณีที่เรามี Form หลาย Form ในหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.2) Tool Box

จะเป็นส่วนของเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำไปใช้ใน Form ในส่วนนี้จะอยู่ด้านซ้ายมือ และเราจะใช้ Mouse ลากขนาดของ Tool Bar ออกไปทางซ้ายทางขวาเพื่อเพิ่มหรือลดขนาดของ Tool Bar ได้

ในขณะที่เข้าไปสู่ Visual Basic 5 แล้วเราจะเห็นว่าจะมี Tool Box แสดงอยู่ด้านซ้ายมืออยู่แล้ว และมีเครื่องมือพื้นฐานอยู่ในรายการของ Tool Box อยู่แล้วเช่น Label, Text Box, Form. List Box, Combo Box เครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องมือพื้นฐานของ Visual Basic ไม่มีรายการอยู่ใน Component และในระหว่างการเขียนโปรแกรมเราจะใช้เครื่องมือเหล่านี้ ถ้าหากมีความจำเป็นที่ต้องติดตั้งเครื่องมือพิเศษขึ้น เราสามารถเรียกออกมาใช้ที่ Tool Box ได้โดยการ Click ที่ Component เพื่อเรียกเครื่องมือพิเศษออกมาดังได้กล่าวไปแล้ว เครื่องมือพิเศษเหล่านี้จะเป็น File จำพวกนามสกุลจุด OCX และ DEV โดยจะอยู่ที่ Sub Directory Windows System ดังนั้นที่ File OCX เหล่านี้ใน Component จะปรากฏขึ้นในรายการด้วย

2.3) Immediate Window (debug Window)

จะเป็นหน้าต่างอันหนึ่งมีไว้สำหรับตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม Computer ที่เราเขียน โดยการใช้คำสั่ง Debug Print ตามด้วยข้อความที่ตองการพิมพ์ลงไปในโปรแกรมของคุณตามจุดต่างๆ เพื่อทดลองว่ามีการทำงานที่จุดนั้นหรือไม่ เมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่ง Debug Print นี้จะทำได้ภายในเหตุการณ์ทุกเหตุการณ์ ไม่ว่าจะเป็น Form Load

3) ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมของ Visual Basic

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม ประกอยด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างจอภาพของโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบ Form เพื่อใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้หรือเรียกว่า การออกแบบ "User Interface" ในการพัฒนาโปรแกรมแบบเดิม ขั้นตอนนี้จะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างจอภาพต่างๆ จากนั้นต้อง Compile โปรแกรมนั้น แล้ว Run จึงจะเห็นภาพที่จัดทำขึ้น แต่สำหรับ Visual Basic ปัญหาในลักษณะนี้ได้ถูกแก้ไขโดยใช้เทคนิคของ Visualize ซึ่งเป็นความสามารถส่วนหนึ่งของ Visual Basic ขั้นตอนนี้จึงสามารถทำได้ง่าย เพียงแต่นำเอา Control ต่างๆ ใน Tool Box ที่ต้องการใช้งานมาวางไว้บน Form ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาและสามารถเห็นลักษณะจอภาพที่ออกแบบได้ในขณะนั้นเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

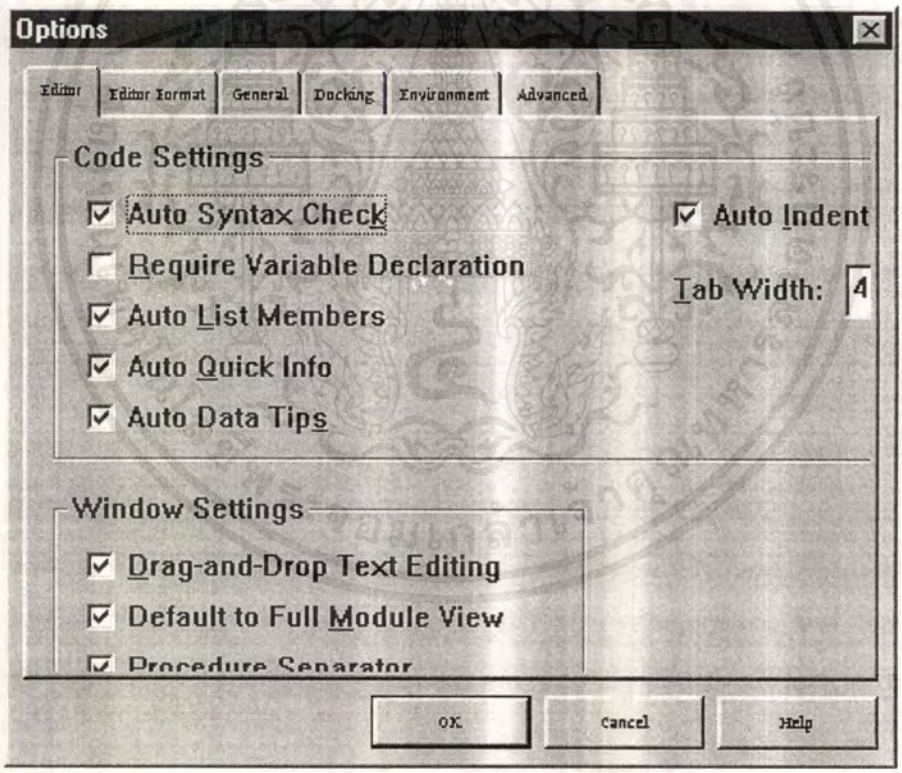
ขั้นที่ 2 เขียนโปรแกรม

เมื่อทำการวาง Control ต่างๆ ลงบน Form เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดการทำงานให้กับแต่ละออปเจ็ค ภายใต้เหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับจอภาพนั้นๆ

การจัดจอภาพเพื่อให้สะดวกกับการใช้งาน

ในขณะที่ทำการพัฒนาโปรแกรมเราไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ทุกๆ ส่วนที่ Visual Basic เตรียมมาให้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อต้องการพื้นที่ของจอภาพสำหรับ Form ที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นเราจึงควรที่กำหนดรูปแบบของจอภาพขึ้นใหม่ เพื่อให้มีเฉพาะส่วนที่จำเป็นต่อการใช้งาน ขั้นตอนในการจัดจอภาพเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมมีดังนี้

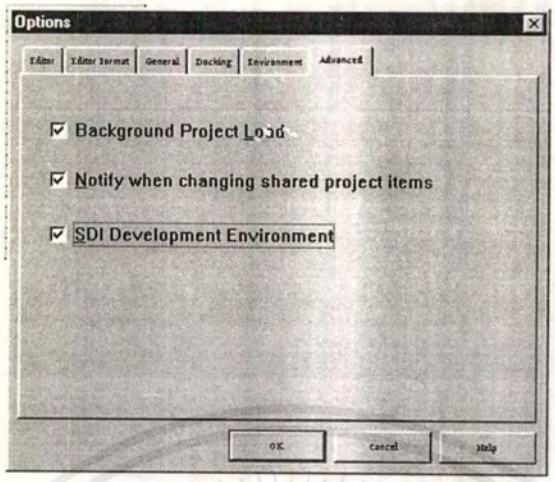
1. คลิกที่เมนู Tools และ Option จะปรากฏจอภาพ Option บนจอภาพดังรูป



รูปที่ 2.8 การเลือก Option จากเมนู Tools

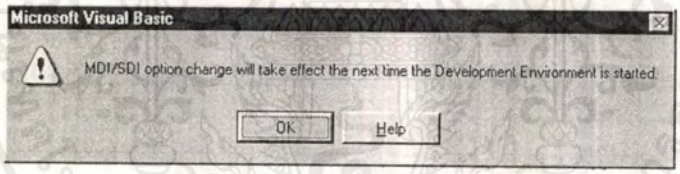
2. คลิกที่ Tab "Advanced" และ Check Box "SDI Development Environment" ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนจอภาพเพื่อพัฒนาโปรแกรม

3. คลิกที่ปุ่ม OK จะปรากฏจอภาพแจ้งให้ทราบว่า Visual Basic จะทำการเปลี่ยนจอภาพให้อยู่ในสภาพแวดล้อมของการพัฒนาโปรแกรม เมื่อเราเรียกใช้ Visual Basic ในครั้งต่อไปดังรูป



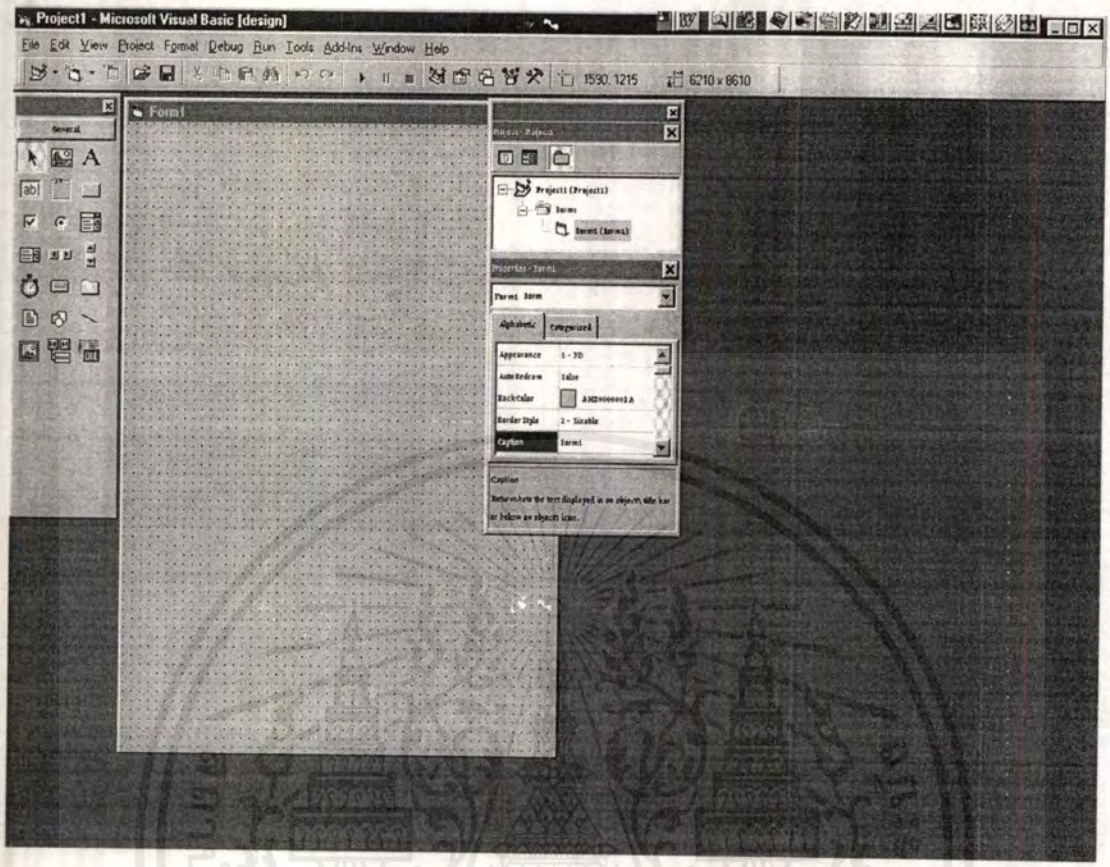
รูปที่ 2.10 แจ้งการเปลี่ยนจอภาพให้อยู่ในสภาพการพัฒนาโปรแกรม

4. คลิกที่ปุ่ม OK

5. คลิกที่ปุ่ม OK ของจอภาพ Option แล้วเลิกงานจาก Visual Basic โดยเลือกจากเมนู File และ Exit

6. เรียกใช้งาน Visual Basic ใหม่ จะสังเกตเห็นจอภาพของ Visual Basic เปลี่ยนไปเหลือเฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรม จอภาพที่จัดขึ้นใหม่แต่ละส่วนจะเป็นอิสระต่อกัน ทำให้สามารถปิดหรือย้ายจอภาพที่ต้องการไปยังส่วนอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 สภาพแวดล้อมของ Visual Basic

4) การเปลี่ยน Font ของ Visual Basic

สำหรับผู้ที่ใช้ Visual Basic กับ Windows 95 Thai Edition จะพบกับปัญหาที่ Font ของ มีขนาดเล็ก ซึ่งไม่สะดวกต่อการอ่านให้แก้ไขดังนี้

1. เลิกงานจาก Visual Basic เพื่อกลับไปยัง Windows 95

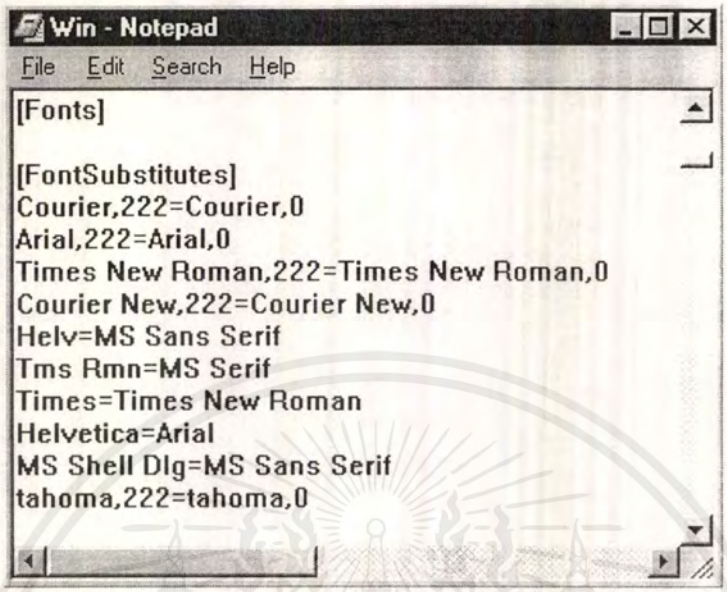
2. เรียกโปรแกรม Editor ใดได้ เช่น NotePad หรือ WordPad แล้วเปิด File "Win.INI" แล้วให้เลื่อนไปยังส่วน Font Substitutes แล้วพิมพ์คำสั่งเพิ่มเติมลงไปในส่วนนี้ ดังนี้ Tahoma.222=Tahoma,0 ดังรูปที่ 2.11

3. บันทึก File ที่ได้แก้ไขแล้ว Restart Windows ใหม่

4. เรียกใช้โปรแกรม Visual Basic อีกครั้ง Font ของตัวอักษรใน Visual Basic จะมีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.12 การเปลี่ยนขนาดตัวอักษรของ Visual Basic ให้ใหญ่ขึ้น

5) การสร้างและการออกแบบจอภาพ

จุดเด่นของโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะ Visualize คือ สามารถสร้างจอภาพต่างๆ ของโปรแกรมได้สะดวก ซึ่งต่างจากการเขียนโปรแกรมในลักษณะเดิมที่จะต้องใช้เวลามากในการจัดทำแต่ละจอภาพ Visual Basic มีลักษณะนี้เช่นเดียวกัน จึงมีผู้นิยมนำ Visual Basic ไปใช้ในการออกแบบต้นแบบของโปรแกรมอยู่บ่อยๆ ในการสร้างจอภาพของ Visual Basic จะอาศัย Control ต่างๆ ใน Tool Box มาช่วยในการสร้าง

5.1 Object-Oriented Programming กับ Visual Basic

ออปเจ็คใน Visual Basic คือ ส่วนของ Control ต่างๆ ใน Tool Box ที่นำมาวางลงบน Form ซึ่งจะมีคุณสมบัติบางอย่างเช่นเดียวกับออปเจ็คใน OOP กล่าวคือ แต่ละออปเจ็คจะประกอบด้วย

1. Data เปรียบเสมือนข้อมูลของออปเจ็ค สำหรับใน Vistual Basic คำว่า "Data" หมายถึง คุณสมบัติ (Properties) ประจำตัวของแต่ละออปเจ็ค เช่น ชื่อ ความยาว ความสูง เป็นต้น

2. Code เปรียบเสมือนกับพฤติกรรมของออปเจ็ค สำหรับใน Vistual Basic คำว่า "Code" หมายถึง Method ประจำตัวของแต่ละออปเจ็ค เช่น Method "MoveFirst" ของออปเจ็คชื่อ "Data Control" ใช้สำหรับเลื่อนตัวชี้ (Pointer) ไปยัง Record แรกของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32789

ดังนั้น ในการเขียนโปรแกรมที่จะเขียนในแบบเดิมที่เป็นลำดับขั้น ซึ่งเริ่มจากส่วนขอ Main Program ทำหน้าที่ Call SubProgram ต่าง ๆ กลายมาเป็นการเขียนโปรแกรมให้แต่ละออปเจ็คแทน โดยอาศัยคำสั่งและ Method ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละออปเจ็ค

จากหลักการของ OOP ที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้น ในการพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Basic จึงได้แบ่งออกเป็น

1. เลือกออปเจ็คที่ต้องการใช้งาน ซึ่งคือ การวาด Control ที่ต้องการใช้งานลงบน Form

2. กำหนดข้อมูลในส่วน Data ให้กับแต่ละออปเจ็คที่เลือก ซึ่งคือ การกำหนดคุณสมบัติ (Properties) ให้กับ ออปเจ็ค

3. นำเอา Method ที่จำเป็นของแต่ละออปเจ็คมาเขียนขึ้นเป็นโปรแกรม โดยอาจนำคำสั่งของ Visual Basic มากำหนดการทำงานให้กับออปเจ็ค นั้นๆ

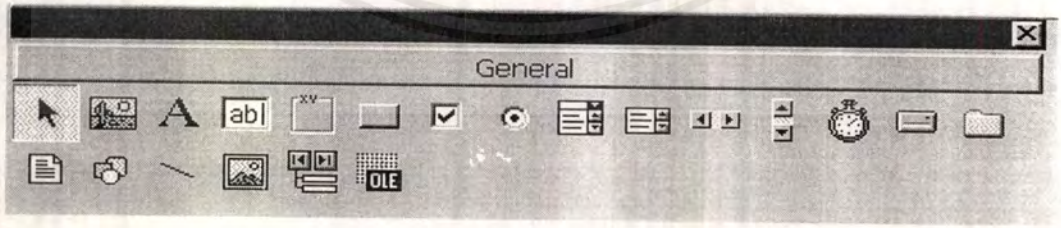
6) การวาด Control ลงบน Form

Control ต่างๆ ใน ToolBox ใช้ในการวาดจอภาพสำหรับโปรแกรม ซึ่งแต่ละ Control จะมีชื่อเรียกและการทำหน้าที่ ที่แตกต่างกันไป การเลือก Control ใดมาทำงานขึ้นอยู่กับการออกแบบจอภาพของนักพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น Label ใช้สำหรับเขียนข้อความ Text Box ใช้กำหนดพื้นที่เพื่อป้อนข้อมูล เป็นต้น

ในการวาด Control บน Form ทำได้ดังนี้

1. คลิกที่ Control ที่ต้องการใน Tool Box

2. เลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการวาดบน Form คลิกเมาส์ค้างไว้แล้วลากเป็นทะแยงมุม จะปรากฏเป็นไข่ปลารูปสี่เหลี่ยมล้อมรอบพื้นที่ไว้เพื่อบอกขนาดของออปเจ็ค ให้ประมาณขนาดที่จะต้องใช้จากนั้นจึงปล่อยเมาส์จะปรากฏ Control นั้นบน Form



รูปที่ 2.13 เครื่องมือที่ใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์

ข้อความที่ปรากฏอยู่ในออปเจ็คที่วาดไว้ จะเป็นชื่อและหมายเลขของออปเจ็คนั้น เพื่อเป็นการแสดงลำดับของออปเจ็คชนิดเดียวกันที่ปรากฏบน Form โดยเริ่มนับจาก 1 เป็นต้นไป เช่น Label1, Label2 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) กำหนดคุณสมบัติ (Property) ให้กับออปเจ็ค

หลังจากที่วาด Control ลงบน Form แล้ว ขั้นตอนต่อไปในการพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Basic คือ การกำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละออปเจ็คที่ปรากฏอยู่บน Form ออปเจ็คหนึ่งๆ จะมีคุณสมบัติประจำตัวบางอย่างที่เป็นส่วนตัวไม่ซ้ำกับออปเจ็คอื่น แต่มีบางคุณสมบัติที่เหมือนกับออปเจ็คอื่นๆ เช่น คุณสมบัติที่เกี่ยวกับความยาว ความสูง ชื่อ เป็นต้น การกำหนดคุณสมบัติ จะกระทำตั้งแต่เริ่มต้นวาดออปเจ็คลงบน Form หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงโดยการเขียนโปรแกรมได้

การกำหนด Property ให้กับออปเจ็ค ทำได้ 2 วิธี คือ

1. คลิกที่ออปเจ็ค หรือ Form ที่ต้องการกำหนดคุณสมบัติ จะปรากฏจุดสี่เหลี่ยมล้อมรอบ ออปเจ็คนั้น ยกเว้น Form ซึ่งจะมองไม่เห็นจุดดังกล่าว คลิกเมาส์ขวาจะปรากฏเมนูขึ้นบนจอภาพ ให้เลือกเมนู Properties

2. เลื่อนเมาส์ไปคลิกยังออปเจ็ค หรือ Form จนมีจุดล้อมรอบ แล้วให้กด F4 แทน จะปรากฏจอภาพสำหรับกำหนด Property ของ Form ขึ้นมาบนจอภาพ

8) การ Run และการเลิกงาน Project

Visual Basic จะเป็นทั้ง Interpreter และ Compiler กล่าวคือ เราสามารถทดลอง Run สิ่งต่างๆ ที่เราจัดทำขึ้นไปพร้อมๆ กับการแก้ไขโปรแกรมในส่วนต่างๆ และเมื่อทำเสร็จจนสมบูรณ์แล้วสามารถที่จะ Compiler โปรแกรมให้อยู่ในรูปของ Executed Program เพื่อนำไปใช้งานได้เช่นเดียวกัน

ในการ Run Project นั้นทำได้ 3 วิธีคือ

1. Run โดยวิธีการกด F5
2. คลิกที่ Icon "Run" ใน Tool Bar
3. เลือกจากเมนู Run และ start

สำหรับวิธีเลิกงาน Project ทำได้ 2 วิธีคือ

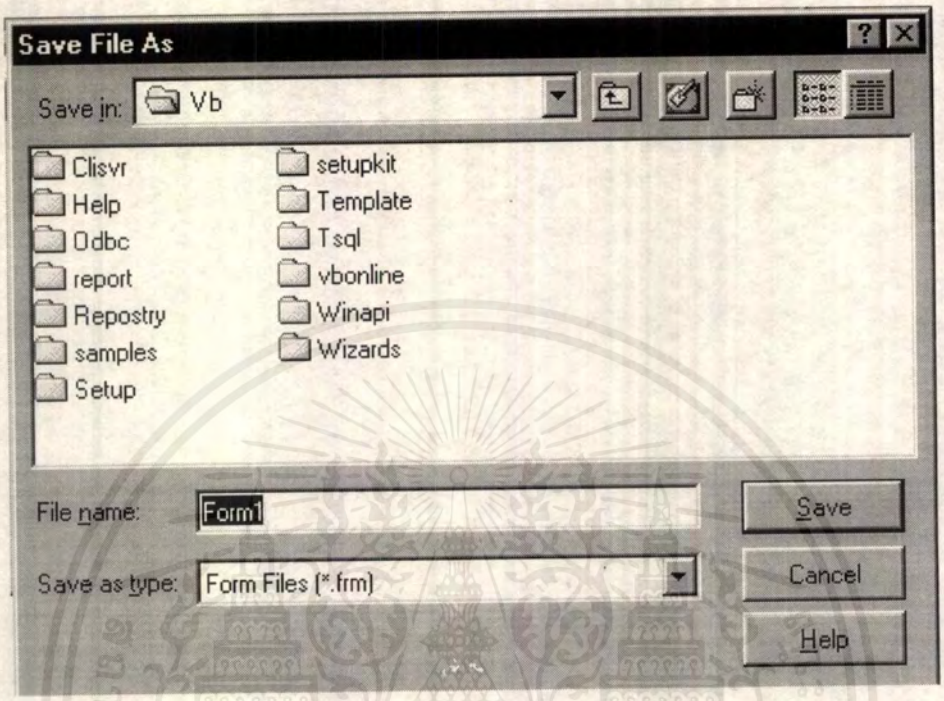
1. เลือกจากเมนู Run และ End
2. คลิกที่ Icon "End" ใน Tool Bar

9) การจัดเก็บ Form และ Project

ในการบันทึก Project จะต้องทำการบันทึกทั้งส่วนของ Form และ Project โดย Form จะทำการจัดเบลงใน File นามสกุล FRM ในขณะที่ Project จะทำการบันทึกลงใน File นามสกุล VBP ในการบันทึก Form ให้ทำดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลิกที่ Icon “Save” ใน Tool Bar จะปรากฏจอภาพดังรูป



รูปที่ 2.14 การจัดเก็บ Form

2.ใส่ชื่อ File ที่จะใช้เบ Form ซึ่ง Visual Basic จะใช้ Default Name เป็นชื่อเดียวกับ Form เสมอ ดังนั้น จึงปรากฏชื่อ Form1 มาให้ เราสามารถเปลี่ยนแปลงชื่อได้ตามต้องการ จากนั้นให้คลิกที่ปุ่มบันทึก

3. จะปรากฏภาพสำหรับบันทึก Project เช่นเดียวกับ Form และจะปรากฏชื่อ File เป็นชื่อ Project1 ให้เปลี่ยนชื่อตามต้องการแล้วคลิกที่ปุ่ม Save

10) หน้าที่ของแต่ละ Control และ Property ที่เกี่ยวข้อง

Control มาตราฐานที่ปรากฏอยู่ใน Tool Bar จะมีหน้าที่แตกต่างกันไป แต่ละ Control จะมี Property เฉพาะตัวแต่มีบาง Property ที่เหมือนกัน เช่น Property Caption ของออปเจ็ค Label และ Command Button ต่างใช้สำหรับกำหนดข้อความบนออปเจ็คเหมือนกัน เป็นต้น ในส่วนนี้เราจะศึกษาถึงหน้าที่ของ Control แต่ละตัว รวมทั้ง Property ต่างๆ ที่น่าสนใจ เมื่อเราเรียนรู้ถึงหน้าที่เหล่านี้แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในออปเจ็คอื่นได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.1) Label

เป็น Control ที่ใช้สำหรับเขียนข้อความบนจอภาพ ซึ่งมี Property ต่างๆ ที่น่าสนใจดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้สำหรับเขียนข้อความบนจอภาพ

คุณสมบัติ	การใช้งาน
Property Caption	ใช้สำหรับกำหนดข้อความให้แสดงบนจอภาพ
Property Font	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบของตัวอักษร
Property Fore Color	ใช้สำหรับกำหนดสีของตัวอักษร
Property Alignment	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบในการแสดงผลของข้อความที่กำหนดใน Property Caption
Property Back Color	ใช้สำหรับกำหนดสีฉากหลังของออปเจ็ค

10.2) Text box

เป็น Control ที่ใช้สำหรับรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด ซึ่งมี Property ต่างๆ ที่น่าสนใจดังนี้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้สำหรับรับข้อมูลจากคีย์บอร์ด

คุณสมบัติ	การใช้งาน
Property Text	ใช้สำหรับรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดและแสดงผล
Property Width	ใช้สำหรับกำหนดความยาวของออปเจ็ค
Property Height	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งความสูงของออปเจ็ค
Property Left	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของออปเจ็ค ในแนวแกน X
Property Top	ใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของออปเจ็ค ในแนวแกน Y
Property Max Length	ใช้สำหรับกำหนดจำนวนตัวอักษรสูงสุดที่จะรับได้
Property Multi Line	เป็นข้อมูลชนิดตรรกะ ซึ่งจะมีค่าเป็นจริง หรือ เท็จ โดยเมื่อกำหนดให้มีค่าเป็นจริง จะทำให้สามารถรับข้อมูลได้หลายบรรทัดในกรณีที่ใช้กับข้อมูลชนิด Memo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3) Command Button

ใช้เป็นปุ่มต่างๆ บน Control ซึ่งมี Property ต่างๆ ที่น่าสนใจดังนี้

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติที่ใช้เป็นปุ่มต่างๆ บน Control

คุณสมบัติ	การใช้งาน
Property Enabled	ถ้ามีค่าเป็นจริง จะทำให้ออปเจ็คนั้นใช้งานได้
Property Default	ถ้ามีค่าเป็นจริง จะทำให้ปุ่มนั้นเป็นปุ่มที่ถูกเลือก โดยจะปรากฏกรอบสีดำล้อมรอบปุ่มนั้น
Property Tool Tip Text	ใช้แสดงข้อความอธิบายใดๆ เมื่อนำเมาส์ไปชี้ยังคุณสมบัตินั้น
Property Picture	ใช้สำหรับแสดงรูปภาพบนปุ่ม
Property Style	ใช้สำหรับกำหนดรูปแบบ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ 0 – Standard เป็นปุ่มที่มีเฉพาะข้อความบนปุ่มเท่านั้น 1 – Graphical เป็นปุ่มที่มีทั้งรูปภาพและข้อความบนปุ่ม โดยจะต้องใช้คู่กับ Picture ในการแสดงภาพ
Property Tab Index	ใช้สำหรับกำหนดลำดับในการทำงาน Property บน Form

10.4) Option Button

ใช้สำหรับกำหนดข้อความที่เป็นทางเลือก โดยบังคับให้เลือกตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่ง ซึ่งมี Property ที่น่าสนใจคือ Property Value ที่ใช้สำหรับกำหนดตัวเลือกเริ่มต้นไว้ล่วงหน้า ซึ่งมักจะเป็นตัวเลือกที่ถูกเลือกบ่อยครั้งกว่าตัวเลือกอื่น หรือใช้ตรวจสอบว่าตัวเลือกใดที่ถูกเลือกในการเขียนโปรแกรม

10.5) Frame

ใช้สำหรับวาดกรอบลงบน From ซึ่งนอกจากความสวยงามแล้วเรายังนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแบ่งกลุ่มของ Option Button ที่ต่างกันออกจากกัน

10.6) Check Box มีลักษณะเช่นเดียวกับ Option Button ต่างกันตรงที่สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ทางเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.7) List Box

เป็น Control ที่มีลักษณะเป็นทางเลือกเช่นเดียวกับ Option Button แต่จะมีทางเลือกไม่จำกัด เนื่องจากสามารถเพิ่มเติมได้ และสามารถเลือกได้มากกว่า 1 ทางเลือก ซึ่งแตกต่างจาก Option Button ที่มีทางเลือกตายตัวและเลือกได้เพียงทางเลือกเดียว Property ที่น่าสนใจ ได้แก่ Property List ซึ่งใช้สำหรับกำหนดข้อมูลให้กับ List Box

10.8) Combo Box

เป็น Control ที่มีรูปแบบของ Text Box และ List Box รวมกัน โดยใช้ Property Style ในการกำหนดรูปแบบ มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 เซ็ทค่า = 0 – Drop Down Combo

จะมีรูปแบบของ Text Box และ List Box รวมกัน กล่าวคือ สามารถเอาข้อมูลได้โดยการป้อนข้อมูลลงในช่องของ Combo Box หรือเลือกข้อมูลจากช่อง List Box ที่ปรากฏขึ้น เมื่อคลิกปุ่มใน Combo Box เช่น ตัวกำหนด Font ใน Microsoft Word

รูปแบบที่ 2 เซ็ทค่า = 1- Simple Combo

จะมีรูปแบบของ Text Box เพียงอย่างเดียวกล่าวคือ จะเลือกข้อมูลได้จากการป้อนข้อมูล

รูปแบบที่ 3 เซ็ทค่า = 2 – Drop Down List

จะมีรูปแบบของ List Box เพียงอย่างเดียว เช่น ตัวกำหนดรูปแบบของกรอบในแถบเครื่องมือ (Border)ใน Microsoft Word

10.9) HScroll Bar และ VScroll Bar

เป็นแถบ Scroll Bar ที่การเลื่อนแต่ละครั้งจะให้ค่าออกมาเป็นตัวเลข โดยที่จะเป็นแถบในแนวนอนส่วน **VScroll Bar** จะเป็นแถบในแนวตั้งค่าของตัวเลขที่ได้จากการเลื่อนของทั้ง 2 Control จะประมาณออกมาผ่านทาง Property Value โดยจะมีค่าอยู่ระหว่างค่าที่กำหนดไว้ใน Property Min และ Max

10.10) Drive List Box, Dir List Box และ File List Box

ทั้ง 3 Control นี้จะเกี่ยวข้องกับ File, Directory และ Drive โดยที่จะทำหน้าที่เป็น Drop Down List Box ที่แสดง Drive ต่างๆ ของเครื่อง Dir List Box ใช้แสดง Directory ต่างๆ และ File List Box ใช้แสดงรายชื่อ File ใน Directory ที่เลือกไว้ใน Dir List Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.11) Image และ Picture Box

เป็น Control ที่ใช้อ่าน File รูปภาพมาแสดงบน Form โดยการกำหนดชื่อ File ใน Property Picture สามารถอ่าน File รูปภาพได้ทั้ง File ที่มีนามสกุล BMP, ICO, WMF, DIF และ JPG ทั้ง 2 Control มีข้อแตกต่างกัน ดังนี้

1. Control Image ไม่สามารถใช้งานร่วมกับ Control Line ที่ใช้ในการวาดรูปอื่นๆ ได้ เช่น Control หรือ Shape เป็นต้น ส่วน Control Picture Box ทำได้

2. Control Image ไม่สามารถใช้กับไฟล์รูปภาพในลักษณะ Data Dynamic Exchange (DDE) ซึ่งเป็นความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่ทำอยู่บนระบบการปฏิบัติการวินโดว์ได้ ส่วน Control Picture Box ทำได้

3. Control Image สามารถใช้งานในลักษณะของปุ่มที่มีรูปภาพได้ ส่วน Control Picture Box ทำไม่ได้

4. Control Image จะปรับขนาดของภาพที่อ่านมาให้เหมาะกับขนาดของออปเจ็คที่จัดไว้โดยอัตโนมัติ ส่วน Control Picture Box จะต้องกำหนดให้ Property Auto Size มีค่าเป็นจริงจึงจะทำได้

5. Control Image สามารถย่อขยายรูปภาพได้ เมื่อกำหนดค่าให้กับ Property Strech เป็นจริง ส่วน Control Picture Box ทำไม่ได้

10.12) Line

เป็น Control ที่ใช้วาดเส้น โดยกำหนดรูปแบบของเส้นผ่านทางคุณสมบัติ ดังนี้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติที่ใช้วาดเส้น

คุณสมบัติ	การใช้งาน
Property Border Style	ใช้กำหนดรูปแบบของเส้น เช่น เส้นตรง เส้นประ จุดไข่ปลา เป็นต้น
Property Border Width	ใช้กำหนดความหนาของเส้น
Property X1	ใช้กำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นในแนวแกน X
Property X2	ใช้กำหนดจุดสิ้นสุดของเส้นในแนวแกน X
Property Y1	ใช้กำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นในแนวแกน Y
Property Y2	ใช้กำหนดจุดสิ้นสุดของเส้นในแนวแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.13) Shape

ใช้วาดรูปภาพทางเรขาคณิต โดยกำหนดรูปแบบผ่านทาง Property Shape ซึ่งมี 6 รูปดังนี้

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้วาดรูปภาพทางเลขาคณิต

คุณสมบัติ	การใช้งาน
Property 0 – Rectangle	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
Property 1 – Square	รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
Property 2 – Oval	รูปวงรี
Property 3 – Circle	รูปวงกลม
Property 4 – Rounded Rectangle	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีมุมมน
Property 5 – Rounded Square	รูปสี่เหลียมจัตุรัสที่มีมุมมน

10.14) Timer

เป็น Control ที่จะไม่ปรากฏบนจอภาพ เมื่อทำการ Run ทำหน้าที่เป็นตัวจับเวลาเพื่อกำหนดการทำงานของโปรแกรมตามช่วงเวลาที่ทำกำหนด ซึ่งใช้ในการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียว

10.15) OLE

ใช้สำหรับเรียกใช้งานโปรแกรมอื่นที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ และสามารถทำงานในลักษณะออปเจ็ค Linking and Embedding ได้

10.16) Data

เป็น Control ที่ใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล

11) การสร้างเมนู

ในการสร้างเมนูลงบน Form จะต้องระบุ Form ที่จัดทำเมนูก่อน โดยการเรียก Form ที่จะจัดทำเมนูขึ้นมาบนจอภาพ จากนั้นให้เลือกเมนู Tool Bar แทนจะปรากฏภาพ Menu Editor ใน Menu Editor นี้ จะมีส่วนที่น่าสนใจดังนี้

1. ข้อความที่ใส่ถ้าต้องการให้ตัวอักษรใดมีการขีดเส้นใต้ ให้ใส่ & ไว้ข้างหน้าตัวอักษรนั้น เช่น &Exit เป็นต้น จะปรากฏเป็น Exit ซึ่งตัวอักษรที่ขีดเส้นใต้นี้จะใช้ร่วมกับคีย์ Alt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Caption ใช้สำหรับใส่ข้อความที่จะใช้เป็นเมนู เช่น ข้อความ File. Edit. View ในจอภาพของ Visual Basic

3. Name ใช้สำหรับกำหนดชื่อให้กับแต่ละเมนู เพราะ Visual Basic จะถือว่าแต่ละเมนูคือ 1 ออปเจ็ค

4. Shortcut จะอยู่ในรูปของ Drop-Down List ซึ่งใช้กำหนด Hot Key ให้กับเมนู เช่น Al-X

5. Checked ใช้สำหรับกำหนดให้เมนูนั้นเป็นแบบ On/Off เช่น การ Set Default Printer ในเมนูของ Setting Printer ใน Windows 95

6. Enabled ใช้กำหนดว่าต้องการให้เมนูนั้นทำงานหรือไม่ ซึ่งถ้าไม่เลือก Enabled เมื่อทำการ Run เมนูนั้นจะปรากฏเป็นข้อความสีเทาในเมนู ซึ่งไม่สามารถเลือกเพื่อใช้งานได้

7. Visible ใช้กำหนดให้เมนูนั้นปรากฏบนจอภาพหรือไม่

8. Windows List ใช้กำหนดว่า เมนูดังกล่าวจะมีเมนูย่อยหรือไม่

2.4 การอินเตอร์เฟสพื้นฐาน

เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกรุ่น (PC/AT 286. 386, 486) จะหมายเลขพอร์ตสำหรับใช้งานต่างๆ ดังตารางที่ 2.6 จะเห็นได้ว่าบางพอร์ตที่ไม่ได้ถูกใช้งาน เช่น 360H-36FH, 3C0H-3CFH เราสามารถที่จะนำหมายเลขพอร์ตเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้งานได้ หรือจะใช้หมายเลขพอร์ตเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้งานได้ หรือจะใช้หมายเลขพอร์ตที่ถูกกำหนดเอาไว้แล้ว แต่เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราไม่ได้ต่ออุปกรณ์ใช้งานกับพอร์ตนั้น

ตารางที่ 2.6 การจัดตำแหน่งพอร์ตของระบบ

หมายเลขพอร์ต	การใช้งาน
000-01FH	ตัวควบคุมดีเอ็มเอ 1. 8237A-5
020H-03FH	ตัวควบคุมอินเตอร์รัปต์ 1, 8259 (มาสเตอร์)
040H-05FH	ตัวควบคุมไทเมอร์เคาน์เตอร์ 8254-52
060H-06FH	ตัวควบคุมพอร์ตขนานและคีย์บอร์ด 8042
070H-07FH	Real Time Clock, NMI ของระบบ
080H-09FH	ดีเอ็มเอเพจรีจีสเตอร์74LS612
0A0H-0BFH	ตัวควบคุมอินเตอร์รัปต์ 2, 8259 (สเลฟ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) การจัดตำแหน่งพอร์ตของระบบ

หมายเลขพอร์ต	การใช้งาน
0C0H-0DFH	ตัวควบคุมดีเอ็มเอ 1, 8237A-5
0F0H	เคลียร์แมธโคโปรเซสเซอร์
0F1H	รีเซ็ตแมธโคโปรเซสเซอร์
0F8H-0FFH	แมธโคโปรเซสเซอร์ 80287
1F0H-1FBH	ฮาร์ดดิสก์
200H-207H	เกมอินพุต/เอาต์พุต
278H-27FH	เครื่องพิมพ์ขนาน พอร์ต 2
2F8H-2FFH	เครื่องพิมพ์อนุกรม พอร์ต 2
300H-31FH	การ์ดโปรโตไทป์ (Prototype)
360H-36FH	สงวนไว้
378H-37FH	เครื่องพิมพ์ขนาน พอร์ต 1
380H-38FH	SDLC ไบต์ซิงโครไนซ์ 1
3A0H-3AFH	ยะแดปเตอร์สี/กราฟฟิกส์
3F0H-0F7H	ตัวควบคุมดิสก์ไดรฟ์
3F8H-3FFH	พอร์ตอนุกรม

การใช้งานพอร์ตสามารถทำงานได้ โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตนั้นๆ สามารถจะใช้ภาษา เบสิก, ภาษาซี, ภาษาปาสคาลและแอสแซมบลี ก่อนอื่นจะต้องทราบหมายเลขพอร์ตที่จะใช้งาน แล้วศึกษารายละเอียดของตัวอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในพอร์ตนั้นว่ามีการทำงานอย่างไร จากนั้นจึงเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพอร์ตนั้น บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะมีพอร์ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการับคีย์บอร์ดสเกตโค้ตเป็นพอร์ตขนาน แล้วยังผลิตเสียงได้ด้วย พอร์ตหมายเลข 060H-06FH พอร์ตนี้จะใช้ชิป 8255 ในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การอินเตอร์เฟสสัญญาณ

PC 8255

PC 8255 จะเป็นการ์ดต่อขยายระบบเครื่อง PC ให้มีส่วนอินพุต, เอาต์พุตพอร์ต ใช้งานมากขึ้น โดยจะมีพอร์ตใช้งานเป็นอินพุต หรือเอาต์พุตจำนวน 9 พอร์ต หรือ 72 Bit I/O (TTL 0-5 V)

การทำงานของ PC 8255

การ์ด PC 8255 จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วน IC 8255 ซึ่งเป็น IC ทำหน้าที่เป็นอินพุต, เอาต์พุตพอร์ต และส่วนของวงจร IC DECODE (เลือกตำแหน่งของ พอร์ต PORT 8255) คือ IC 74LS688 , 74LS139 และ ดิพสวิตช์

การถอดรหัสพอร์ต

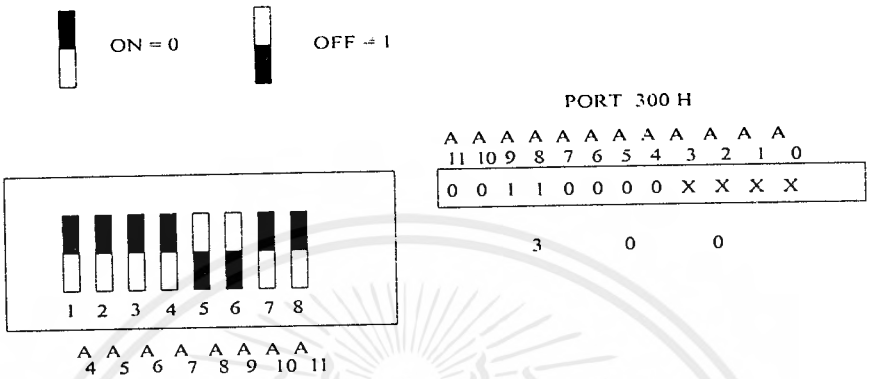
การถอดรหัสพอร์ต 8255 บนการ์ดเราจะใช้ IC TTL 74LS688 , IC TTL 74LS139 และ DIP SW. 8 PIN เป็นวงจรถอดรหัส เพื่อให้สามารถปรับเซตดิพสวิตช์ ตั้งตำแหน่งเบอร์ พอร์ตของการ์ดได้ โดยในการปรับดิพสวิตช์นั้นจะต้องไม่ไปตรงกับตำแหน่งพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC ด้วยดังรูปที่ 2.15

โดยการ์ด PC 82555 จะใช้ตำแหน่งพอร์ต 12 พอร์ต ต่อการ์ดการถอดรหัสพอร์ต

XX0H	PORT A (#1)
XX1H	PORT B (#1)
XX2H	PORT C (#1)
XX3H	CONTROL PORT (#1)
XX4H	PORT A (#2)
XX5H	PORT B (#2)
XX6H	PORT C (#2)
XX7H	CONTROL PORT (#2)
XX8H	PORT A (#3)
XX9H	PORT B (#3)
XXAH	PORT C (#3)
XXBH	CONTROL PORT (#3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราตั้งเบอร์การถอดรหัสพอร์ตได้ โดยการปรับดิพสวิตช์ ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าแอดเดรสนั้นๆ เช่น ตั้งตำแหน่ง 300H จะเซตดิพสวิรตช์ ดังนี้



รูปที่ 2.15 การตั้งตำแหน่ง DIP SW

เพราะฉะนั้นตำแหน่งพอร์ต 12 พอร์ต ต่อ การ์ดการถอดรหัสพอร์ต เป็นดังนี้

ตารางที่ 2.7 การถอดรหัสพอร์ต

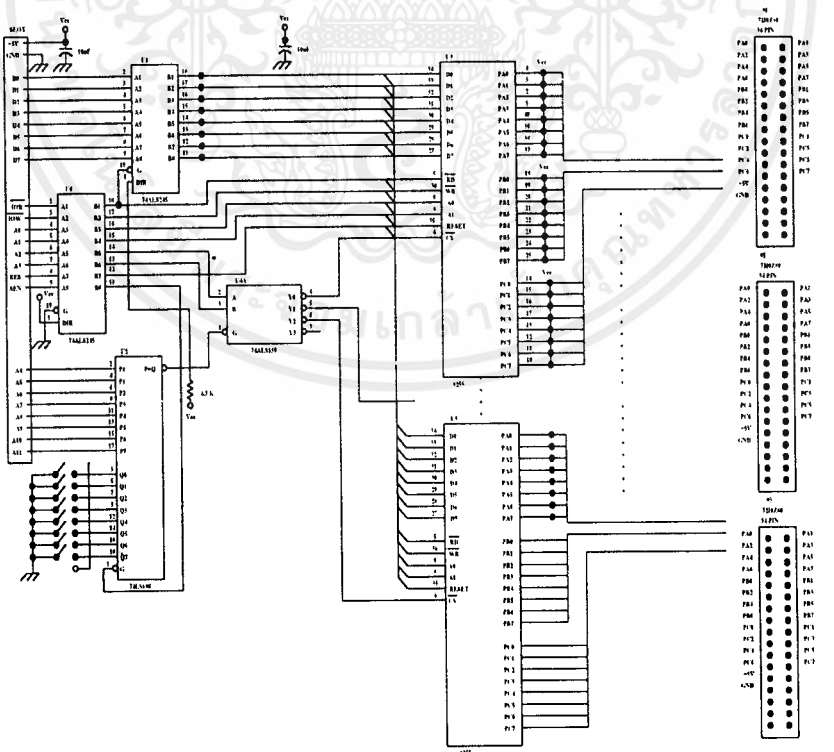
ตำแหน่งพอร์ต												ตำแหน่ง
A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0	แอดเดรส
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	300H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	301H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	302H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	303H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	304H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	305H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	306H
0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	307H
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	308H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ) การถอดรหัสพอร์ต

ตำแหน่งพอร์ต												ตำแหน่ง
A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0	แอดเดรส
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	309H
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	30AH
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	30BH

ในการทำงานของการ์ด PC 8255 นั้นจะมี IC 74LAS245 ทำหน้าที่เป็นที่พักข้อมูลให้กับข้อมูลของ IC 8255 แต่ละตัว และยังเป็นที่พักข้อมูลให้กับ ขา A1 และ A0 ของ IC 8255 แต่ละตัวเช่นกัน IC 74ALS139 จะรับสัญญาณจาก IC 74ALS245 เพื่อมาถอดรหัสเลือกใช้ IC 8255 โดยเมื่อ DECODE เสร็จจะส่งสัญญาณออกไปยังเอาต์พุต Y0 Y1 และ Y2 เข้าไปยังขา CS แต่ละตัว สุดท้าย IC 74LS688 ใช้ช่วยในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ใช้ควบคุม การ์ด PC 8255 และให้เอาต์พุตไปให้ IC 74ALS139 เพื่อกำหนดการถอดรหัส

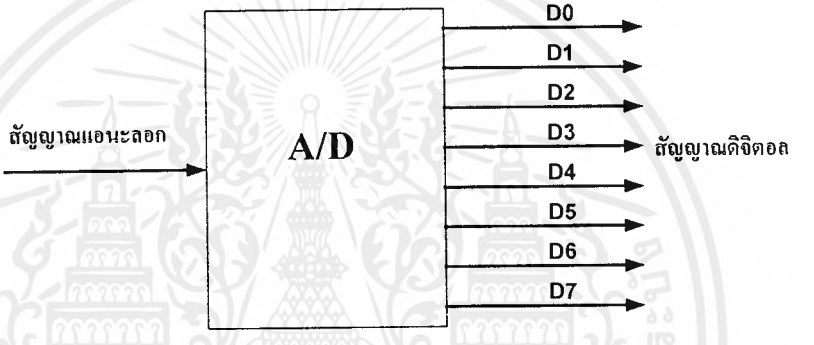


รูปที่ 2.16 วงจรของการ์ด PC 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

ลักษณะทั่วๆ ไปของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก และ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จะมีความเกี่ยวข้องกันเป็นอย่างมาก เมื่อเราสามารถนำสัญญาณดิจิตอลเปลี่ยนเป็นสัญญาณแอนะลอกได้แล้ว ในทางกลับกันเราก็ควรจะเปลี่ยนสัญญาณสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ด้วย ซึ่งในจุดนี้จะทำให้เราทำการอ่านค่าข้อมูลทางสัญญาณแอนะลอกได้ เช่น ค่าความดันค่าอุณหภูมิ โดยจะมีประโยชน์อย่างมากต่องานทางด้านวิศวกรรม



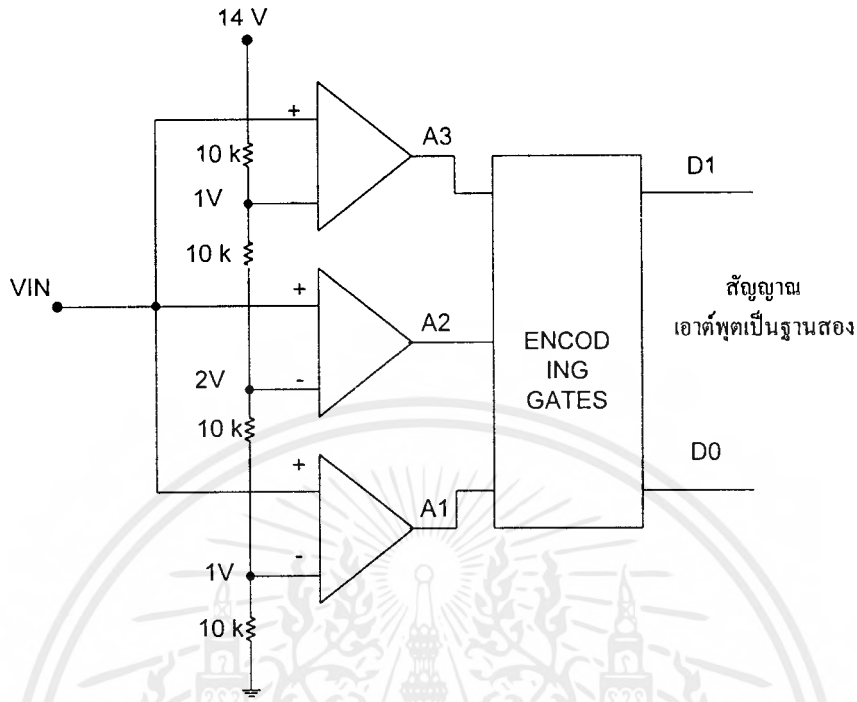
รูปที่ 2.17 ลักษณะของ A/D

คุณสมบัติของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จะมีลักษณะเหมือนกับวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก และจะมีคุณสมบัติพิเศษอีก 1 อย่าง คือ Conversion Time ดังนี้ หมายถึงช่วงเวลาที่วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลใช้ในการแปลงสัญญาณแอนะลอก เป็นสัญญาณดิจิตอลได้ 1 ค่าวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ดีควรมี Conversion Time น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลมีหลักการได้หลายแบบ โดยจะกล่าวเป็นข้อๆ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลแบบขนาน

จากรูปที่ 2.18 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้ใช้หลักการของการเปรียบเทียบแบบขนาน โดยสัญญาณที่นำมาแปลงนั้นจะต่อขนานกับตัวเปรียบเทียบทุกตัว สัญญาณจะเข้าที่ขาบวก ส่วนขาลบของตัวเปรียบเทียบจะต่อกับแรงดันอ้างอิงของแต่ละระดับ โดยมากได้มาจากการต่อแบ่งแยกของ R จากวงจรนี้ถ้าสัญญาณที่เข้ามามีค่าเท่ากับจุดเปรียบเทียบใดๆ ก็จะทำให้ เอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบอันนั้นเป็น 1 เช่น ถ้าสัญญาณเข้ามา 2.6 โวลต์ จะทำให้ A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แผนผังการทำงานของ Parallel Comparator A/D

และ A2 มีค่าเป็น 1 เอาต์พุต A1, A2,A3 นี้ไม่ได้อยู่ในรูปของรหัสไบนารี จึงจำเป็นต้องทำการแปลง โดยใช้วงจรทาง Logic ทั่วๆ ไปได้จุดเด่นของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล แบบนี้ก็คือ สามารถทำการกลับสัญญาณได้เร็วมาก ซึ่งมีค่าทั่วไปอยู่ที่ 20nS เท่านั้น แต่ข้อเสียคือ จะต้องสิ้นเปลืองฮาร์ดแวร์จำนวนมาก รูปที่ 2.19 คือ วงจรแปลงสัญญาณ แอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ขนาด 2 บิต เท่านั้น ซึ่งจะต้องใช้ตัวเปรียบเทียบถึง 3 ตัว เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

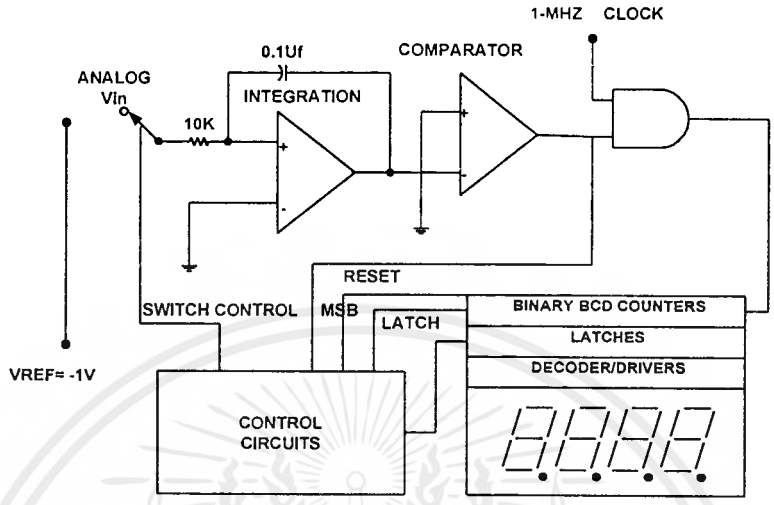
$$2^{n}-1 \qquad (2.1)$$

โดย n คือ จำนวน Bit ที่ต้องการ

หมายความว่าถ้าเราต้องการวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิตก็จะต้องใช้ตัวเปรียบเทียบถึง 255 ตัว จึงทำให้วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้ไม่ค่อยเป็นที่นิยมนัก

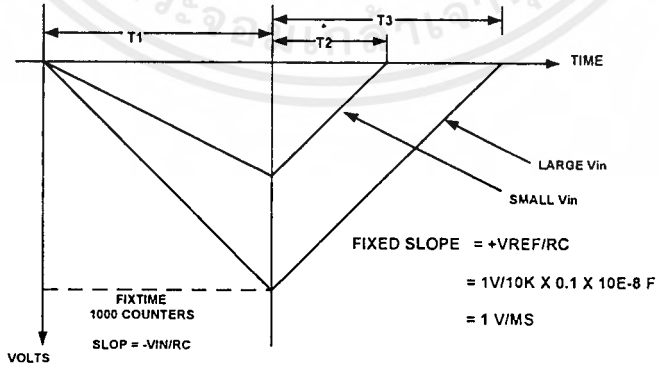
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบไดอัล สโลป



รูปที่ 2.19 แผนผังการทำงานของวงจรวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบไดอัล สโลป

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้มักจะใช้กับมิเตอร์วัดแรงดันที่เป็นดิจิตอล เนื่องจากมีราคาถูก ในขณะที่สามารถให้รายละเอียดได้ดีการทำงานเริ่มต้นด้วยการรีเซตตัววงจรนับให้มีค่าเป็น 0 และต่อสัญญาณแอนะลอก (Vin) เข้ากับวงจรอินทิเกรเตอร์ เราสมมติว่า Vin มีค่าเป็นบวก เอาต์พุตจากวงจรอินทิเกรเตอร์จะแสดงได้ดังรูปที่ 2.20



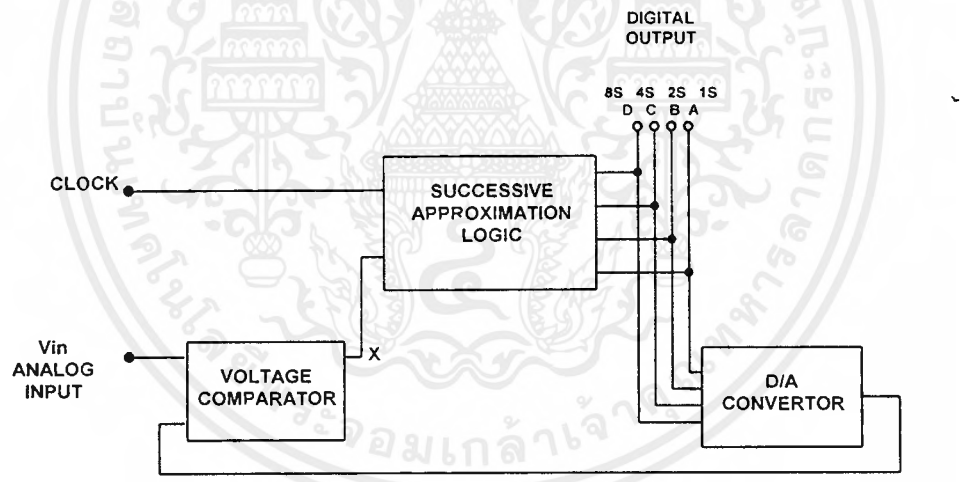
รูปที่ 2.20 เอาต์พุตที่ได้จากวงจรอินทิเกรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อค่าเอาต์พุต จากวงจรอินทิเกรเตอร์มีค่าเป็นลบจะทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานส่งผลให้แอนด์เกตเปิด และจะทำให้สัญญาณนาฬิกาสามารถผ่านไปยังระบบวงจรนับได้ ค่าเอาต์พุตจากวงจรอินทิเกรเตอร์นี้จะถูกกำหนดเวลาคงที่จากวงจรควบคุม เมื่อถึงจุดนี้จะทำการรีเซตวงจรนับอีกครั้งและต่อสัญญาณอินพุตของวงจรอินทิเกรเตอร์เข้ากับ V_{REF} ที่เป็นค่าลบ ซึ่งยังผลให้เอาต์พุตของวงจรอินทิเกรเตอร์มีสโลปขึ้นเป็นบวก ค่าสโลปตั้งแต่ขึ้นจนกระทั่งถึงค่า 0 นี้เอง ที่จะทำให้วงจรนับ นับความถี่ได้และค่าที่ได้จะสัมพันธ์กับ Vin เริ่มแรกที่วัดได้ วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้มักจะอยู่ในรูปของไอซี.สำเร็จรูปและใช้กับงานด้านมิเตอร์วัดแรงดันที่เป็นดิจิตอล ซึ่งโดยทั่วไปจะมี Conversion Time ประมาณ 300 ms

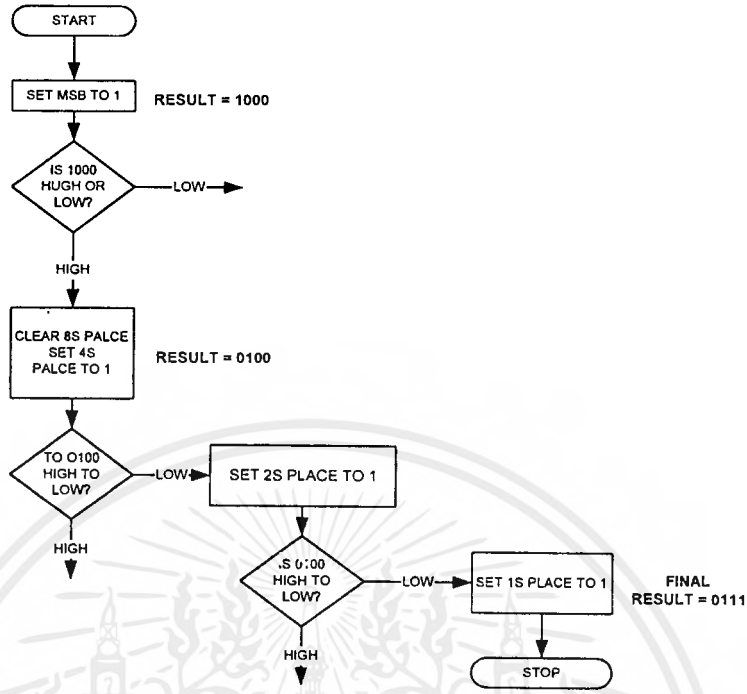
3. วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซัคเซสซีฟ แอปโปรซิเมท

วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้ ประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบแรงดัน วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะลอก และวงจร Successive Approximate Logic ดังแสดงในรูปที่ 2.21 และผังงานแสดงลำดับการทำงานแสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 แผนผังการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซัคเซสซีฟ แอปโปรซิเมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ผังงานแสดงการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบซัคเซสซีฟ แอปโปรซิ

จากในรูปที่ 2.22 สมมติว่าแรงดันแอนะลอกที่อินพุตเท่ากับ 7 โวลต์ วงจร Successive Approximation Logic จะต้องให้บิต MSB เป็นลอจิก "1" ทำให้ได้รหัสไบนารี "1000" ป้อนผ่านวงจร D/A ไปยังอินพุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ซึ่งจะเปรียบเทียบว่าแรงดันเปรียบเทียบที่ป้อนกลับสูงหรือต่ำกว่าแรงดันที่อินพุต ถ้าแรงดันเปรียบเทียบสูงกว่าวงจร Successive Approximation Logic ก็จะเคลียร์บิต MSB หรือบิต 2^3 ให้เป็นลอจิก "0" แล้วเซ็ตบิตถัดไป คือ บิตที่ 2^2 ให้เป็นลอจิก "1" ผลที่ได้ คือ รหัส "0100" ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแรงดันป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุตอีก คราวนี้ถ้าแรงดันเปรียบเทียบต่ำกว่าแรงดันที่อินพุตวงจรลอจิกก็จะเซ็ตบิตถัดไป คือ บิตที่ 2^1 ให้เป็นลอจิก "1"ผลที่ได้ คือ รหัส "0110" แล้วนำไปเปรียบเทียบใหม่ ถ้าแรงดันเปรียบเทียบยังต่ำกว่า แรงดันที่อินพุตอีก วงจรลอจิกก็จะเซ็ตบิตถัดไป คือ บิตที่ 2^0 ให้เป็นลอจิก "1" ผลที่ได้ คือ รหัส "0111" เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันที่อินพุตปรากฏว่าเท่ากัน วงจรเปรียบเทียบก็จะควบคุมให้วงจร Successive Approximation Logic A/D หยุดการทำงาน ข้อมูลรหัสไบนารีที่อยู่ในวงจรลอจิกควบคุมก็คือ "0111" ซึ่งจะเป็นรหัสไบนารีแทนค่าแรงดันแอนะลอกที่อินพุต 7 โวลต์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของวงจรวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบนี้ คือ จะใช้เวลาในการเปลี่ยนสัญญาณเร็วมาก เพราะไม่ต้องใช้วิธีนับเรียงลำดับไปเรื่อยๆ เหมือนกับวงจรวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบอื่นๆ วงจร Successive Approximation วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลจึงเป็นวงจรที่นิยมใช้อย่างมากมายและกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

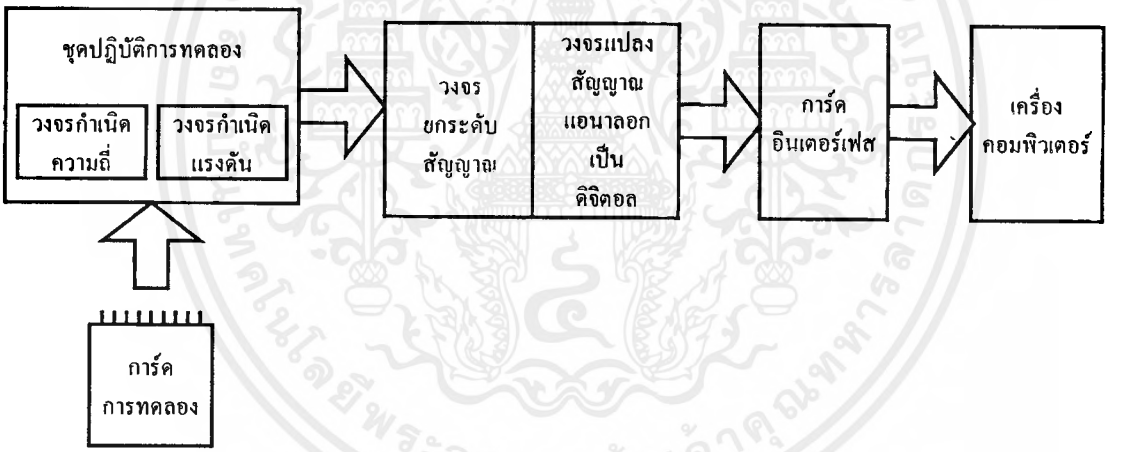
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ จะทำการออกแบบเป็นส่วนๆ โดยแยกเป็นส่วนของ

1. ชุดปฏิบัติการทดลอง
2. ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณ
3. ส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล

ดังแผนผังการทำงานที่แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน

3.2 การออกแบบ

ระบบการทำงานของชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1. การออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ แบ่งออกเป็น

1) ชุดปฏิบัติการทดลอง

ส่วนของชุดปฏิบัติการทดลองจะมีลักษณะเป็นบอร์ดการทดลอง ซึ่งประกอบไปด้วย วงจรกำเนิดแรงดัน, วงจรกำเนิดความถี่และมีการ์ดสำหรับการทดลอง อยู่ภายนอก เพื่อนำมาเสียบเข้ากับบอร์ดการทดลอง ในส่วนการ์ดสำหรับการทดลองจะแบ่งออกเป็น

1. วงจรอาร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์
2. วงจรอาร์-ซี อินทิเกรเตอร์
3. วงจรตัดรูปคลื่น
4. วงจรปรับระดับ
5. การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรกลับสัญญาณ
6. วงจรจุดชนวนของชมิตต์
7. วงจรอะสเตเบิลที่ใช้วงจรรวม เบอร์ 555
8. วงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์
9. วงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์
10. วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

ในแต่ละใบงานนั้น จะประกอบอยู่บนการ์ด เพื่อให้ง่ายสำหรับการนำมาใช้งานและการจัดเก็บ ซึ่งบนการ์ดนั้นจะมีวงจรหนึ่งการ์ดต่อหนึ่งการทดลอง โดยมีจุดสำหรับต่ออุปกรณ์หรือปรับเปลี่ยนค่าของอุปกรณ์ ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนค่า และมีจุดทดสอบสำหรับวัดสัญญาณ

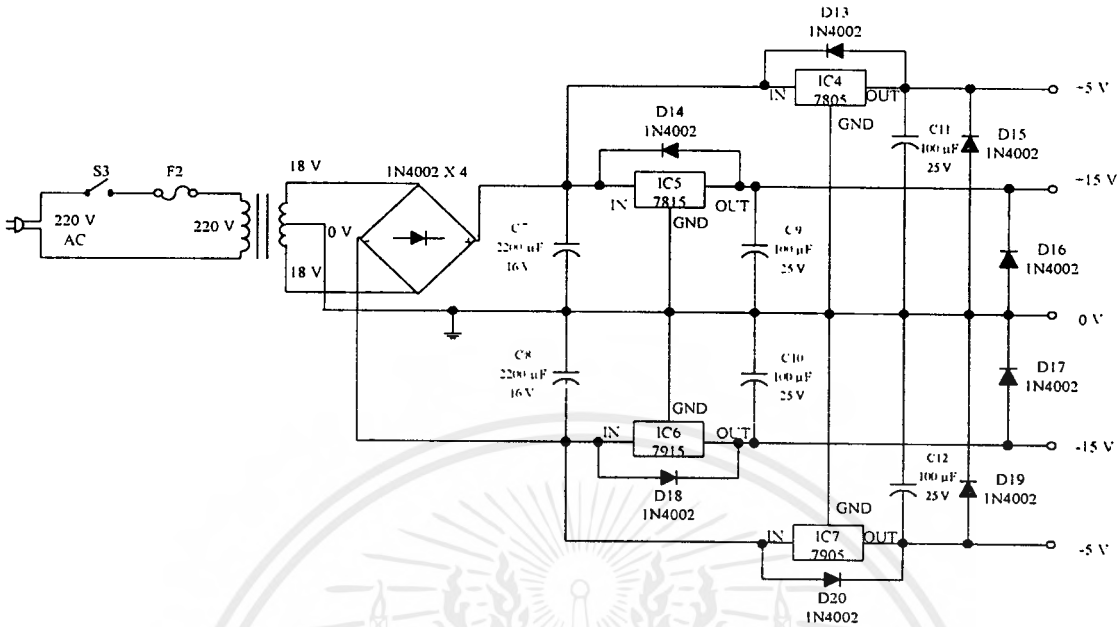
โดยที่การ์ดนี้จะเสียบเข้ากับคอนเนคเตอร์ เพื่อนำเอาต์พุตที่ได้จากการ์ดไปเป็นอินพุตให้กับส่วนเชื่อมต่อสัญญาณต่อไป

2) วงจรกำเนิดแรงดัน

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้กับวงจรกำเนิดความถี่, การ์ดสำหรับการทดลองที่อยู่ในส่วนของบอร์ดการทดลอง วงจรยกระดับแรงดันและวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่อยู่ในส่วนเชื่อมต่อสัญญาณ

วงจรกำเนิดแรงดันจะแบ่งเป็นส่วนควบคุมระดับแรงดันค่าคงที่และส่วนควบคุมแรงดันไฟบวก, ลบ ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่ + 5V, - 5V, +15 V และ -15V

นอกจากนี้วงจรกำเนิดแรงดันยังจ่ายแรงดันคงที่เป็น VPP, -VPP, VCC ให้กับการ์ดการทดลอง โดยในการออกแบบ จะจ่ายให้กับคอนเนคเตอร์ที่ขา 7, 9 และ 11

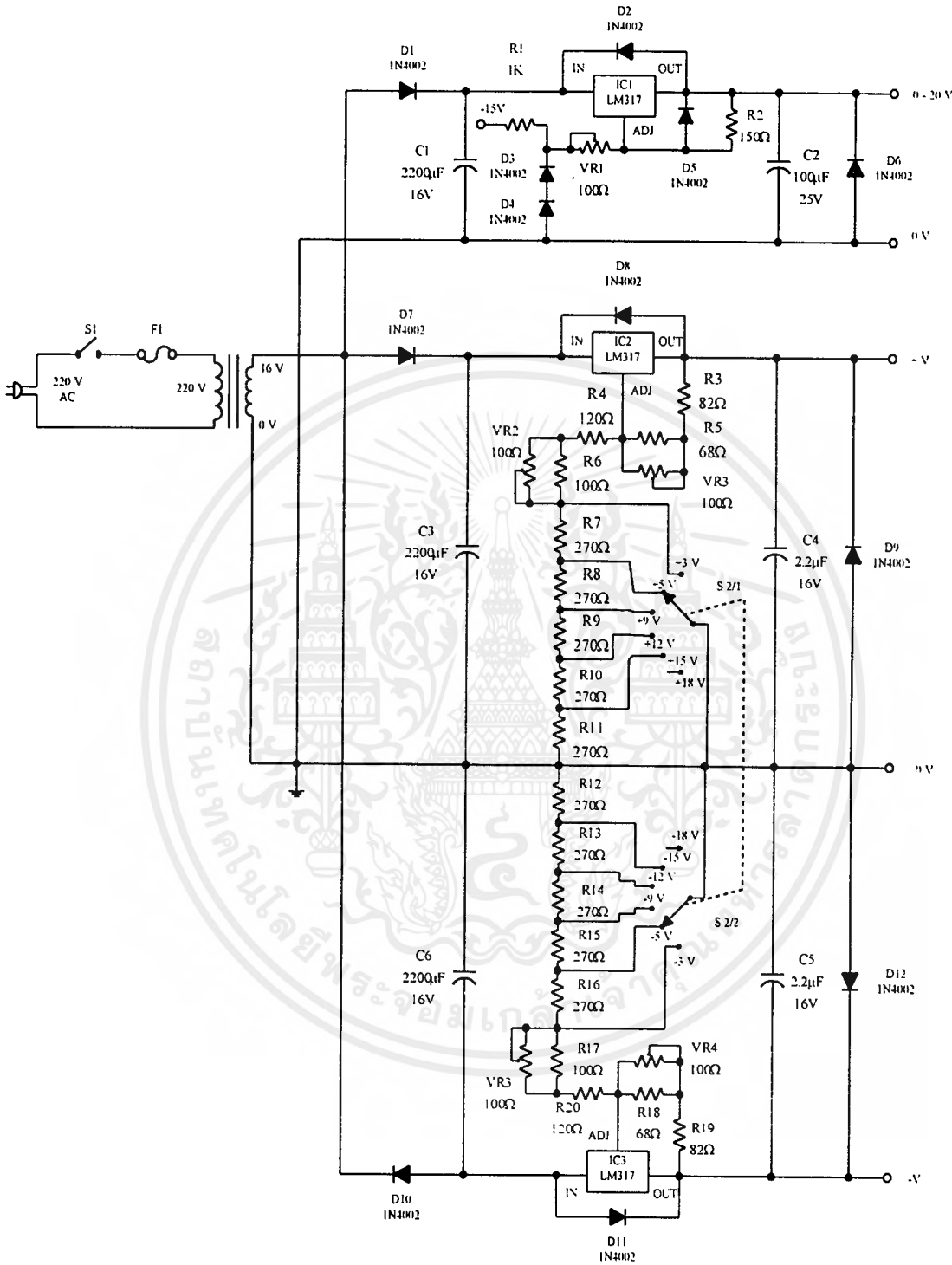
3) วงจรกำเนิดความถี่

การทำงานของวงจรกำเนิดความถี่ ประกอบขึ้นจากวงจรหลายส่วนด้วยกันคือ ส่วนกำเนิดสัญญาณทดสอบ, ส่วนของวงจรนับความถี่และส่วนของการเลือกเวลาเกต

3.1) หลักการทำงานของแหล่งกำเนิดความถี่

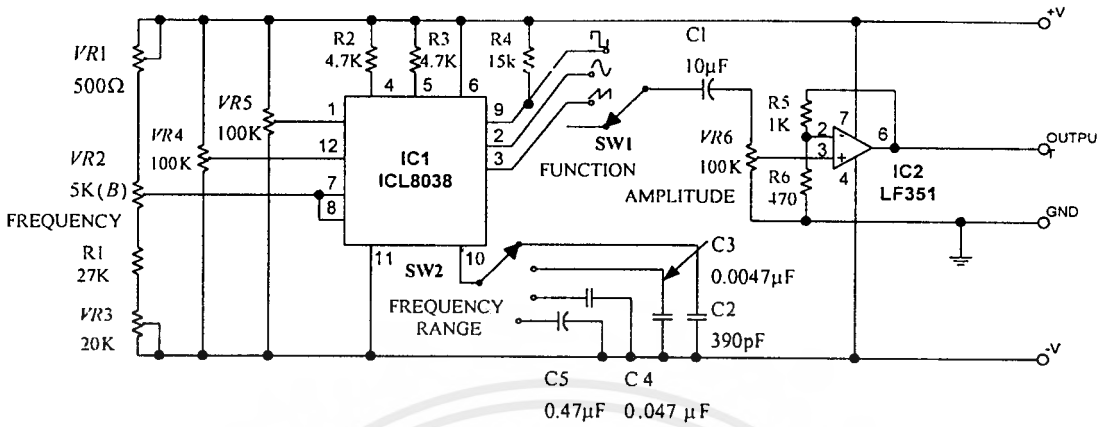
การทำงานของฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ประกอบขึ้นจากวงจรหลายส่วนด้วยกัน คือ ส่วนกำเนิดสัญญาณทดสอบ, ส่วนของวงจรนับความถี่และส่วนของการเลือกเวลาเกต บางครั้งอาจจะใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ส่วนควบคุมรงดันไฟบวก (+) และไฟลบ (-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



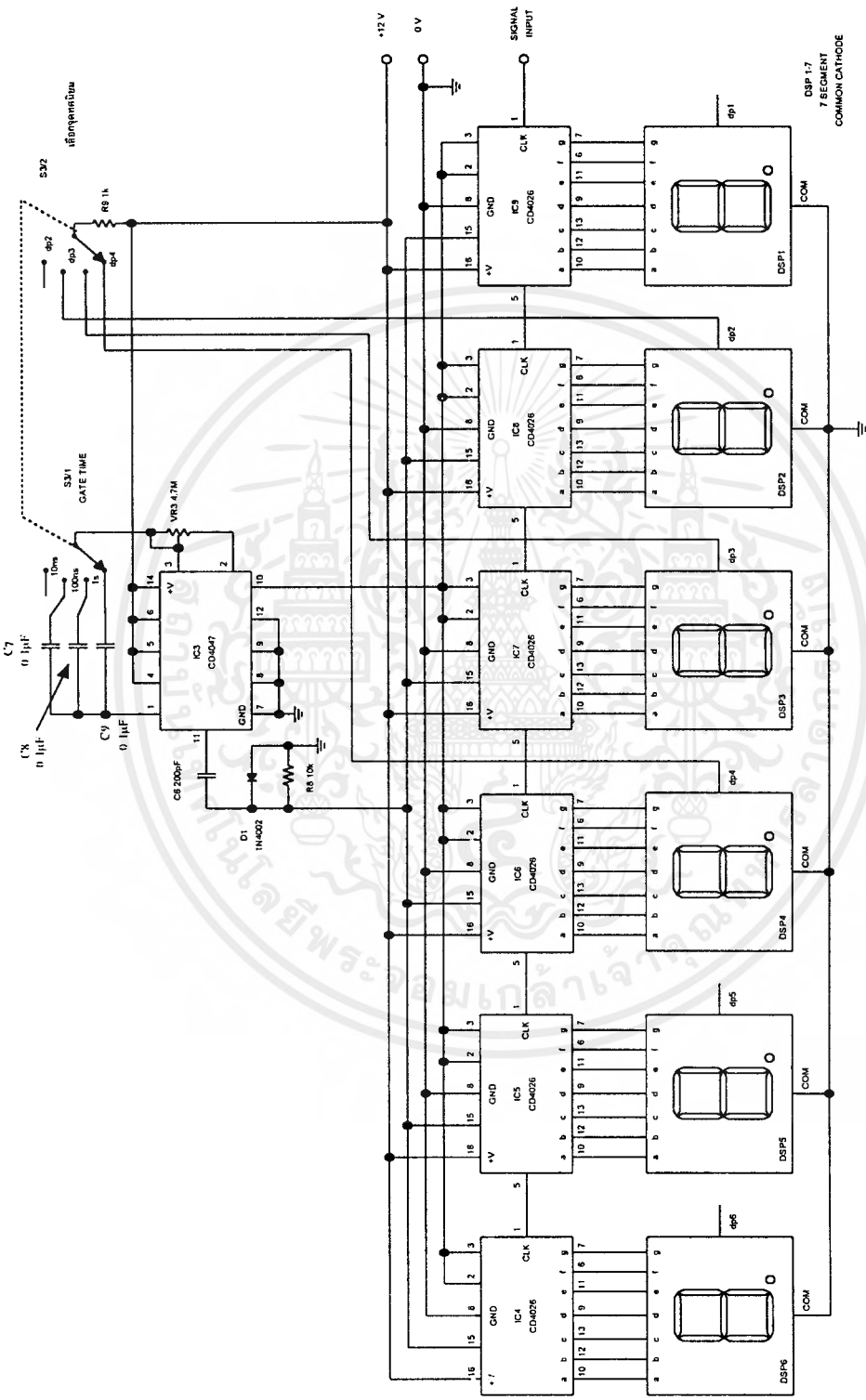
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณทดสอบ

วงจรกำเนิดสัญญาณทดสอบ เป็นวงจรที่ใช้สร้างรูปคลื่นสัญญาณทดสอบสามรูปคลื่น คือ สี่เหลี่ยม, สามเหลี่ยมและคลื่นไซน์ เพื่อจ่ายออกทางเอาต์พุตทำการทดสอบวงจรหรืออุปกรณ์ที่ต้องถูกนำมาทดสอบหัวใจของวงจรกำเนิดสัญญาณ คือ IC_1 เบอร์ ICL8038 เป็นไอซีกำเนิดสัญญาณที่มีการทำงานภายในแบบดิจิตอล

วงจรนับความถี่จะประกอบด้วย IC_2, IC_3-IC_8 โดยเฉพาะ IC_3 จะเป็นวงจรนับหารความถี่อันดับแรกในจำนวน 6 หลัก ของการนับแสดงผลความถี่ วงจรนับและหารความถี่นี้ถูกเลือกใช้ โดย CD4026B โดยแต่ละตัวถูกกำหนดให้เป็นวงจรนับสิบหรือเรียกว่า วงจรหารสิบก็ได้ สัญญาณนาฬิกาจากเอาต์พุตของ IC_1 จะถูกป้อนเข้ามาเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับอินพุตของ IC_3 ที่ขา 1 (CLK) หรืออาจเรียกว่าเป็นความถี่ทางอินพุตของวงจรนับความถี่ก็ได้ การนับความถี่จะเป็นลักษณะนับและหารสิบด้วย IC_3 เป็นอันดับแรกแล้วส่งผ่านสัญญาณที่ถูกหารแล้วไปยังหลักต่อไป หรือวงจรนับหลักต่อไป คือ ICC พร้อมกับทำการนับและหารสิบเช่นกัน และจะถูกส่งผ่านออกไปยังหลักต่อไปจนถึงหลักสุดท้ายที่ IC_8 ซึ่งการต่อกันของ IC_3-IC_8 จะเป็นการต่อในลักษณะคาสเคดนับและหารสิบ IC_3-IC_8 นี้สามารถที่จะให้เอาต์พุตออกมาขับชุดแสดงผล 7 ส่วน ได้โดยตรงไม่ต้องอาศัยตัวต้านทานจำกัดกระแสให้กับชุดแสดงผล 7 ส่วน ดังรูปที่ 3.5

วงจรเลือกค่าเวลาเกต ประกอบขึ้นจากวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ IC_2 เบอร์ 4047B เป็นวงจรหารความถี่และกำหนดค่าเวลาเกตให้กับวงจรนับความถี่ โดยค่าเวลาเกตในแต่ละช่วงจะถูกกำหนดจากค่าของ C8, C9 หรือ C10 ที่ทำการเลือก โดยสวิตซ์ S3/1 ค่าของตัวเก็บประจุเหล่านี้ที่ถูกเลือกจะถูกนำมาร่วมกับค่าของ VR3 ประกอบกันเป็นวงจร RC ค่าเวลาคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรนับความถี่

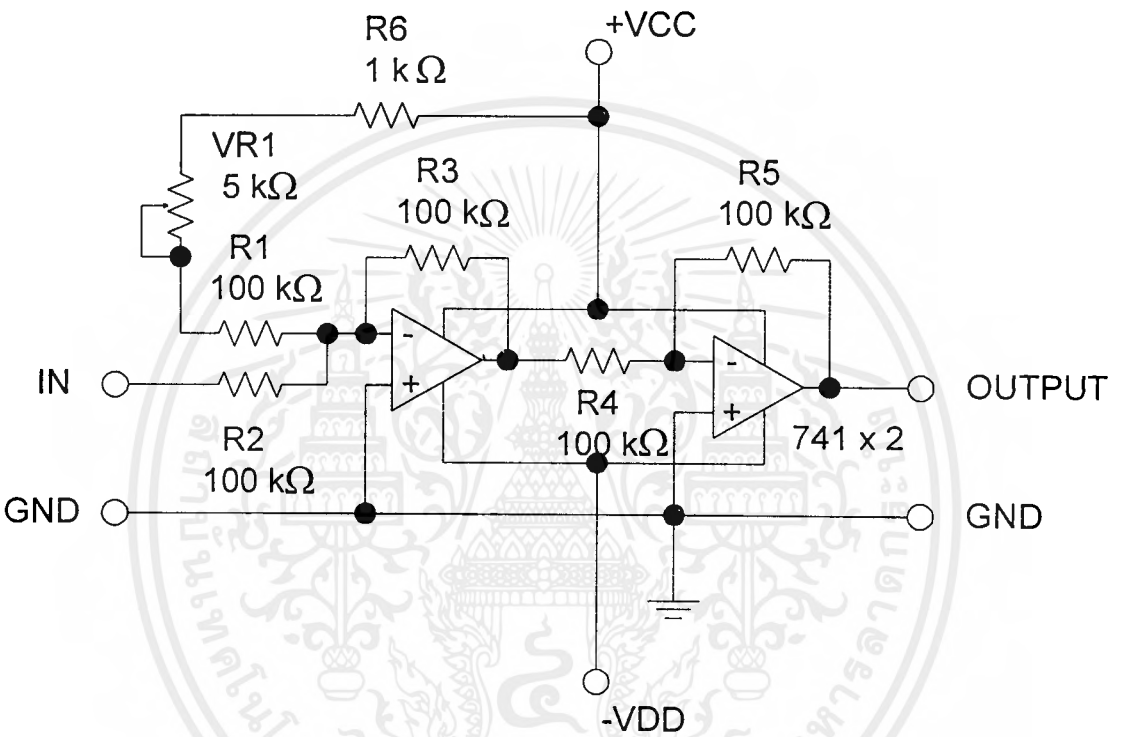
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. การเชื่อมต่อสัญญาณ

การออกแบบในส่วนของการเชื่อมต่อสัญญาณจะแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ

1) วงจรยกระดับแรงดัน

วงจรยกระดับสัญญาณแสดงดังรูป

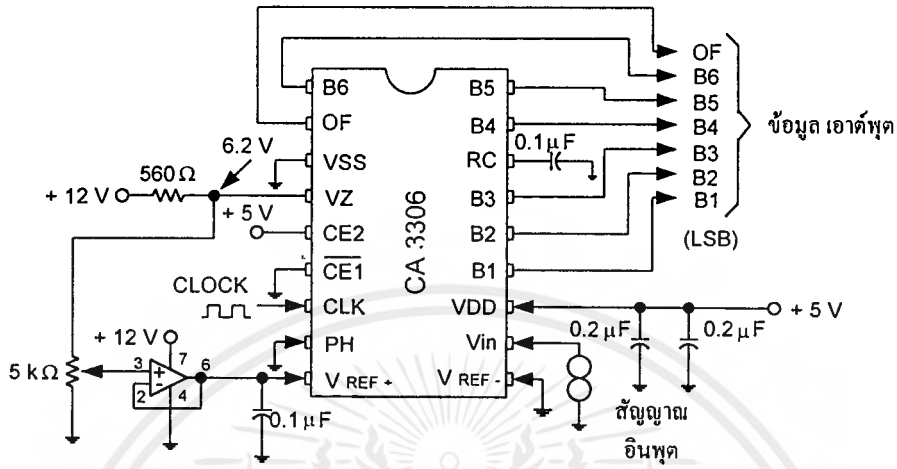


รูปที่ 3.7 วงจรยกระดับแรงดัน

การทำงานของวงจรยกระดับสัญญาณ จะอาศัยหลักการของวงจรรวมสัญญาณ ซึ่งสัญญาณอินพุตที่เข้ามาจะมี 2 สัญญาณ คือ สัญญาณแรงดันไฟตรง และสัญญาณที่ต้องการยกระดับ โดยผ่านทาง R1 และ R2 ตามลำดับ โดยระดับสัญญาณที่ยกระดับขึ้นไปสามารถปรับได้โดย VR1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 3.8 แปลงวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (CA3306)

การสร้างและการออกแบบวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จะเลือกใช้ไอซีเบอร์ CA3306 ขนาด 6 บิต ซึ่งไอซีตัวนี้เป็นไอซีตระกูล CMOS ในการแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลนั้นจะมีความเร็วมาก สัญญาณนาฬิกาที่ใช้จะใช้ความถี่ถึง 15 MHz โดยไอซีตัวนี้จะใช้แรงดันสำหรับเลี้ยงวงจรน้อยและยังสามารถรับระดับแรงดันได้สูงถึง 3-6.2 โวลต์ อัตราการสุ่มของสัญญาณนาฬิกา 15 MHz จะใช้เวลาประมาณ 67 nS และสามารถทนความร้อนได้ ตั้งแต่ –40 ถึง 85 องศาเซลเซียส

ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นสัญญาณแอนะลอกจะป้อนเข้าที่ขา 11 ของตัวไอซี

สัญญาณดิจิตอลที่ได้นั้นจะถูกส่งออกมาจากขา 13, 14, 15, 17, 18 และขา 1 เรียงตามลำดับ (LSB-MSB)

สำหรับแรงดันอ้างอิงจะป้อนเข้าที่ขา 9 ซึ่งเป็นแรงดันไฟบวกที่ออกมาจากออปแอมป์และมีแรงดันประมาณ 6.5 โวลต์

ส่วนแรงดันอ้างอิงที่เป็นลบจะป้อนเข้าที่ขา 10 นั้นจะต่อลงกราวนด์ สำหรับสัญญาณนาฬิกาความถี่ 15 MHz จะต่อเข้าที่ขา 7 โดยเป็นสัญญาณที่ใช้ทำการสุ่มสัญญาณ ขา 2 เป็นขาที่บอกสถานะการเกินของระดับสัญญาณ เมื่อระดับที่เข้ามามีขนาดมากเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

การออกแบบในส่วนของซอฟต์แวร์แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนของออสซิลโลสโคป

2. ใบงานการทดลอง

ในชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัง์ซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้โปรแกรม Visual Basic. 5 เนื่องจากการทำงานบนวินโดว์ สามารถจะพัฒนาให้มีความสวยงาม รวมถึงสะดวกและรวดเร็วได้ การทำงานในส่วนนี้จะต้องมีอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ (ส่วนของโปรแกรม) ใช้ต่อร่วมด้วย เช่นการทำงานในส่วนของซอฟต์แวร์จะแสดงดังรูป

จากผังงานส่วนของการวัด (ออสซิลโลสโคป) และส่วนของใบงานการทดลองจะทำงานสัมพันธ์กัน คือ ในรูปแบบของใบงานจะแบ่งเป็นหัวข้อได้แก่ วัตถุประสงค์, ทฤษฎี, อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง, ลำดับขั้นการทดลอง, คำถามท้ายการทดลอง สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง ขณะทำการทดลองนักศึกษาจะต้องทำการต่อและวัดผลการทดลอง ซึ่งผลการทดลองจะวัดและดูได้จากออสซิลโลสโคปที่แสดงผลการทดลองบนจอคอมพิวเตอร์ โดยจะสามารถเพิ่มหรือลดค่าของแรงดันและความถี่ได้เหมือนกับสโคปที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในการทดลองชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง แสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์ (ED ENGINEER'19). การ์ดการทดลอง, มัลติมิเตอร์และอุปกรณ์ต่อร่วมอื่นๆ ที่จำเป็น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของชุดปฏิบัติการทดลอง, ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองและส่วนของการอินเตอร์เฟส

4.2 การทดลองชุดปฏิบัติการทดลอง

ในการทดลองชุดปฏิบัติการทดลอง ได้แบ่งการทดลองออกเป็นส่วนของวงจรกำเนิดแรงดันและวงจรกำเนิดความถี่ ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงดังนี้

4.2.1 วงจรกำเนิดแรงดัน

การทดลองวงจรกำเนิดแรงดันจะทดลองวัดค่าแรงดันแสดงให้ดูบางค่า โดยจะวัดเทียบกับออสซิลโลสโคป ซึ่งการทดลองจะแบ่งเป็น ส่วนที่จ่ายแรงดันคงที่และส่วนที่สามารถปรับค่าของแรงดันได้

การทดลองวงจรกำเนิดแรงดันนี้ จะทดสอบเฉพาะบางค่าเทียบกับออสซิลโลสโคปของชุดปฏิบัติการทดลองและออสซิลโลสโคปจากภายนอก

ผลการทดลองที่ได้จากวงจรกำเนิดแรงดันจะแสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของแรงดันที่วัดได้

ชนิดของแรงดัน	แรงดันที่วัด (โวลต์)	ผลแรงดันที่วัดได้ (โวลต์)
แรงดันคงที่	3	3
	6	6
	15	15
	18	18
แรงดันปรับค่าได้	3	3
	6	6
	9	9
	12	12

4.2.2 วงจรกำเนิดความถี่

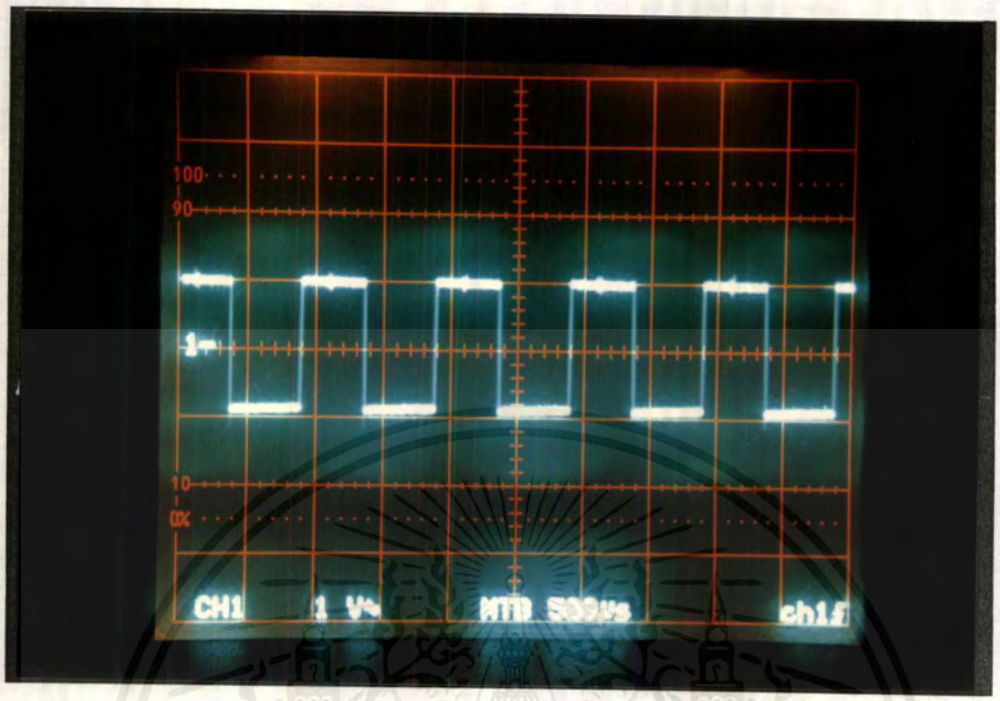
การทดลองวงจรกำเนิดความถี่ จะทำการทดลองวัดความถี่เฉพาะบางค่าเช่นกัน การวัดจะแสดงออกมาเป็น Square Wave, Sawtooth Wave, Sine Wave ซึ่งความถี่ที่วงจรกำเนิดความถี่สามารถสร้างออกมาได้จะมีค่าตั้งแต่ 10 Hz ถึง 100 kHz โดยความถี่ที่วัดได้จะวัดเทียบกับออสซิลโลสโคป ซึ่งผลที่ได้แสดงดังนี้

1. เมื่อเลือกวัดสัญญาณ Square Wave ที่ความถี่ 1 kHz ขนาด 2 Vp-p และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลของสัญญาณที่ได้แสดงดังรูป ที่ 4.1

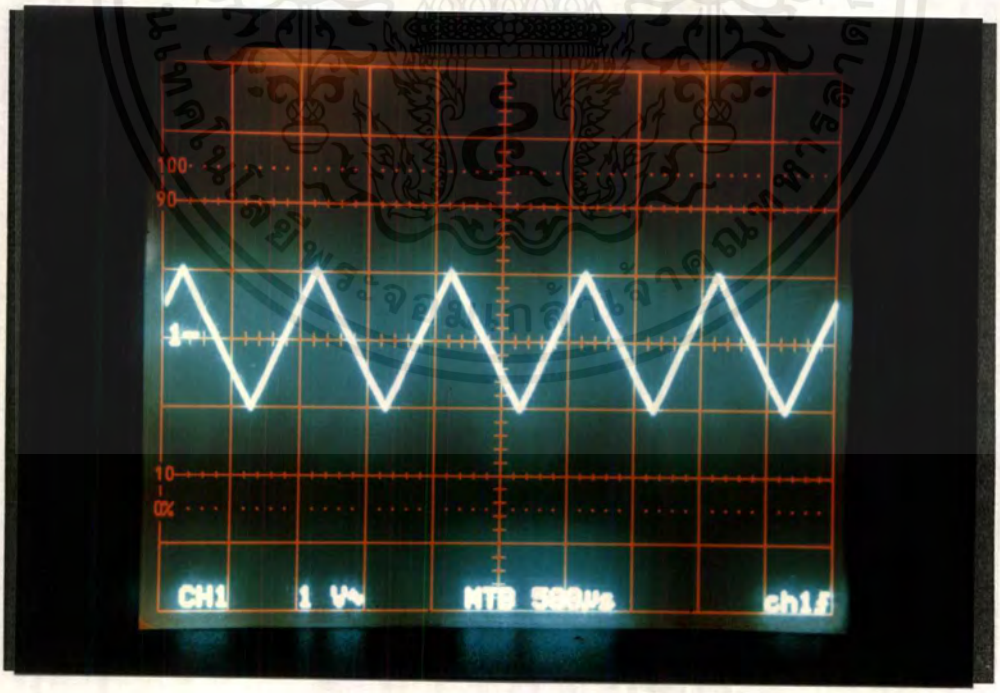
2. เมื่อเลือกวัดสัญญาณ Sawtooth Wave ที่ความถี่ 1kHz ขนาด 3 V Vp-p และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลของสัญญาณที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.2

3. เมื่อเลือกวัดสัญญาณ Sine Wave ที่ความถี่ 1 kHzขนาด 3 V Vp-p และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลของสัญญาณที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

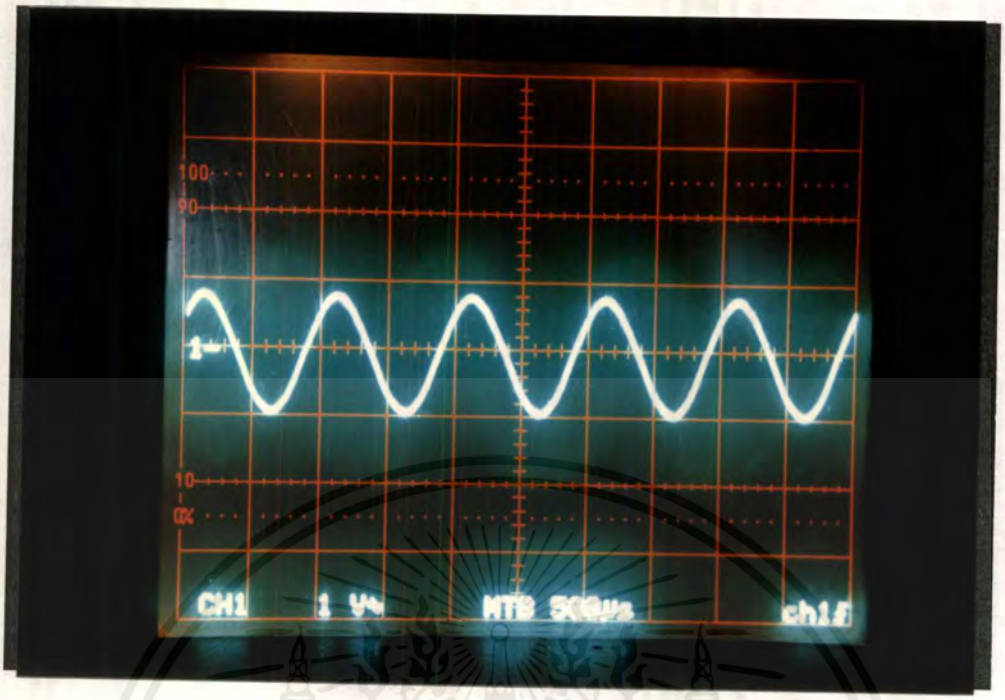


รูปที่ 4.1 แรงดันที่วัดได้ในข้อ 1



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ได้ในการทดลองข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ได้ในการทดลองข้อ 3

4.3 การทดลองโปรแกรม

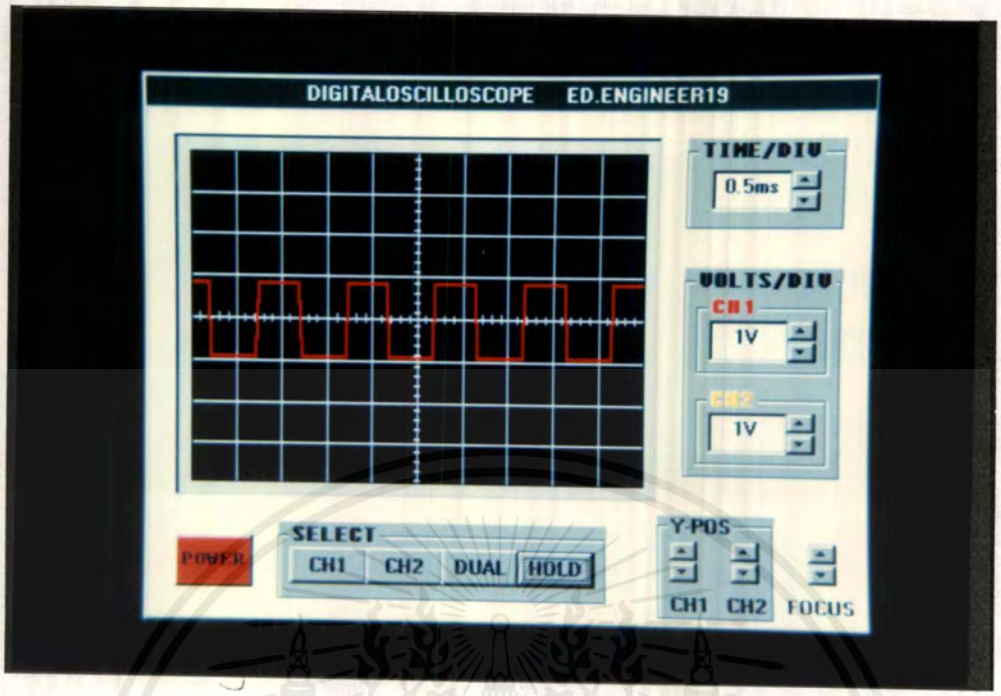
ส่วนของการทดลองโปรแกรมจะทำการทดลองวัดสัญญาณทั้งสามสัญญาณ จากชุดปฏิบัติการทดลอง โดยจะนำผลการวัดจากชุดปฏิบัติงานเปรียบเทียบกับออสซิลโลสโคปภายนอก ซึ่งผลการทดลองจะแสดงผลดังนี้

1. เมื่อป้อนสัญญาณ Square Wave ขนาด 2 Vp-p ความถี่ 1 kHz และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลการทดลองที่ได้จากชุดปฏิบัติการทดลอง แสดงได้ดังรูปที่ 4.84

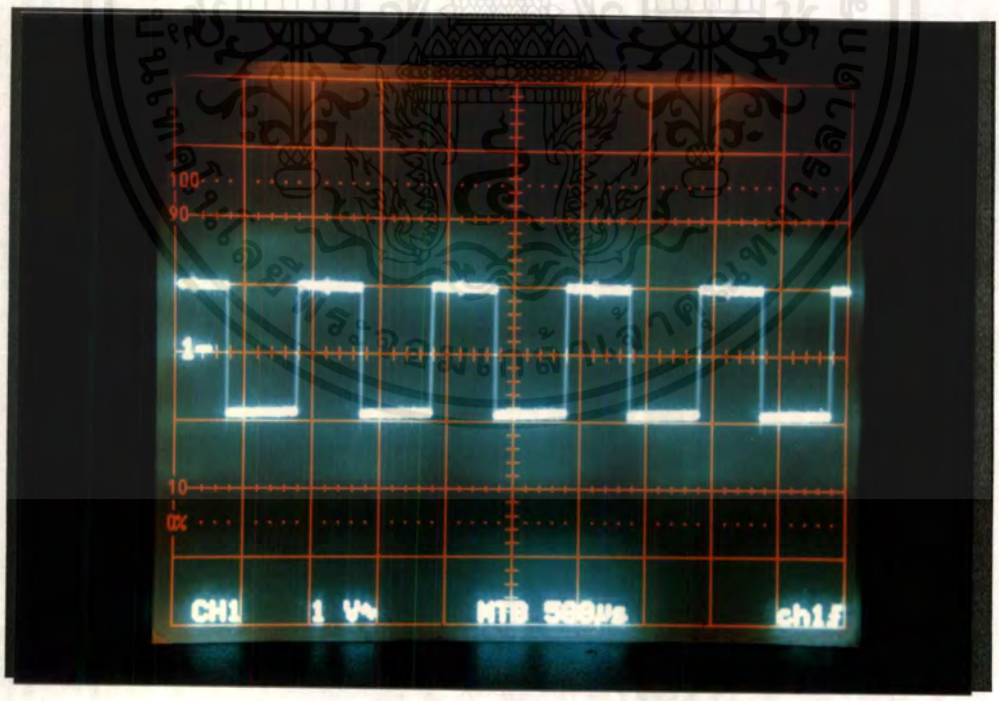
2. เมื่อทำการวัดสัญญาณเทียบกับออสซิลโลสโคปภายนอก ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.5

3. เมื่อป้อนสัญญาณ Sine Wave ขนาด 2 Vp-p ความถี่ 1 kHz และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลการทดลองที่ได้จากชุดปฏิบัติการทดลอง แสดงได้ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

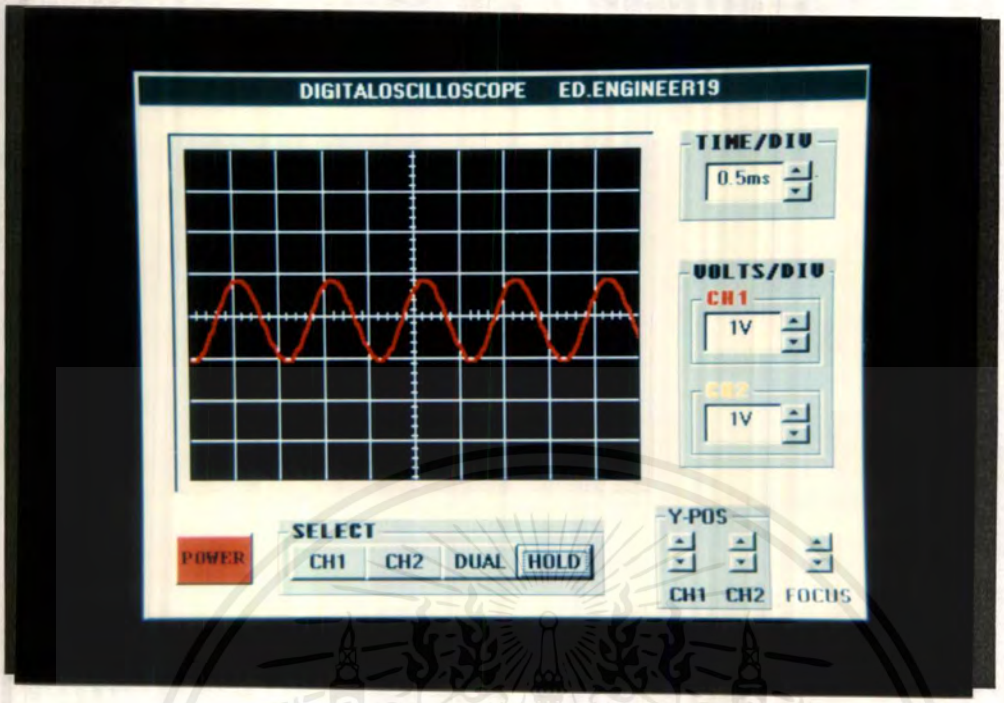


รูปที่ 4.4 สัญญาณ Square Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 1

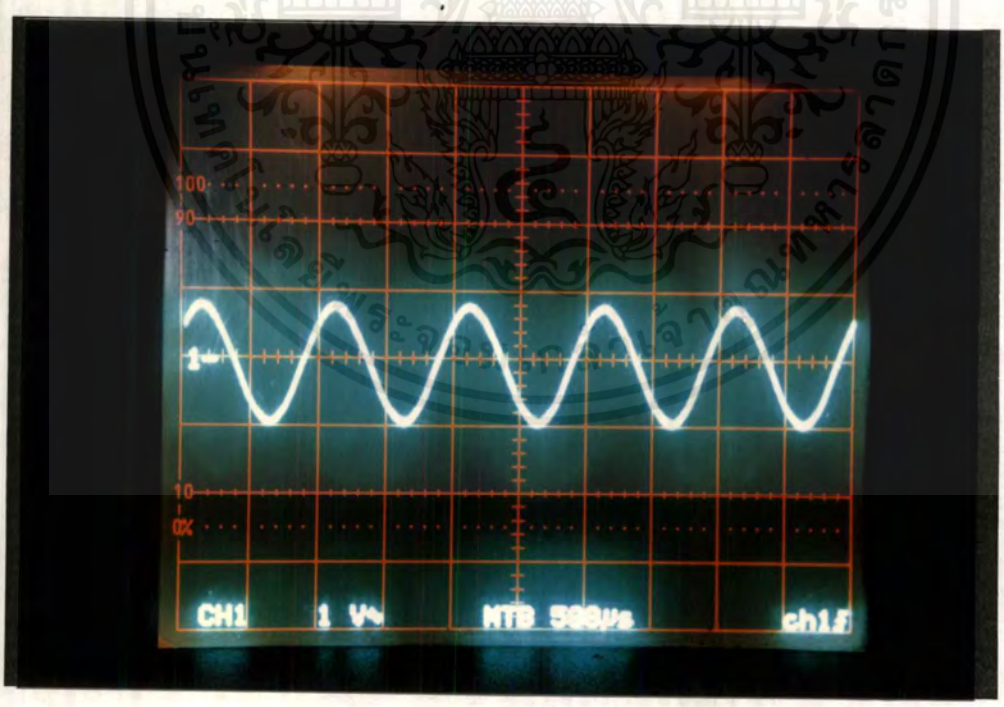


รูปที่ 4.5 สัญญาณ Square Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 3



รูปที่ 4.7 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

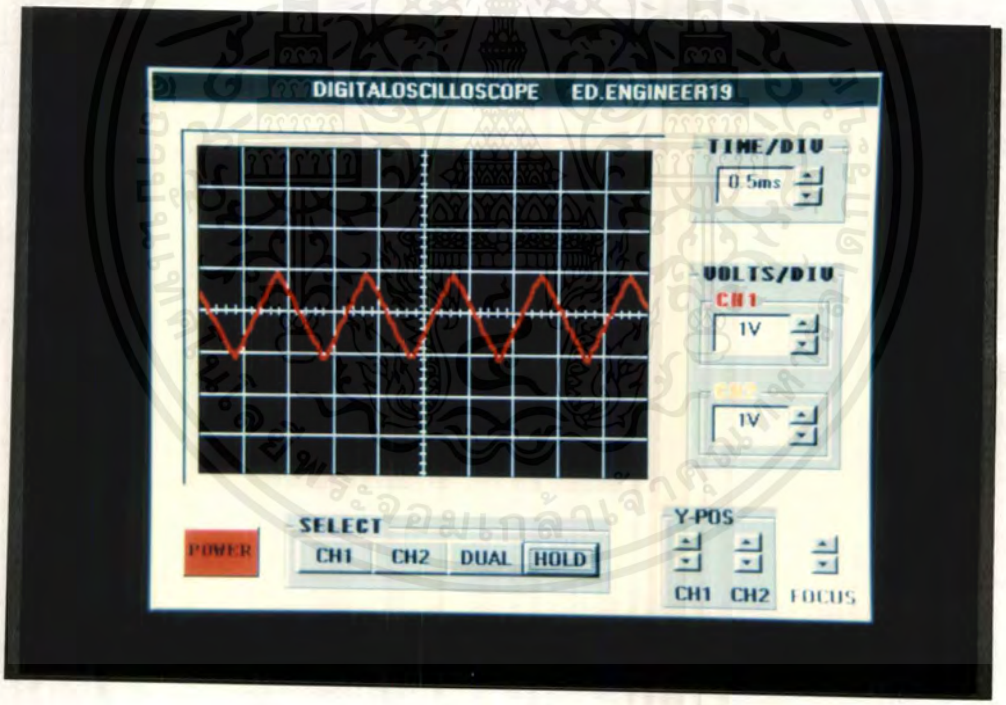
4. เมื่อทำการวัดสัญญาณเทียบกับออสซิลโลสโคปภายนอก ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.11

5. เมื่อป้อนสัญญาณ Sawtooth Wave ความถี่ 1 kHz ขนาด 2 Vp-p และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS ผลการทดลองที่ได้จากชุดปฏิบัติการทดลอง แสดงได้ดังรูปที่ 4.8

6. เมื่อทำการวัดสัญญาณเทียบกับออสซิลโลสโคปภายนอก ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.9

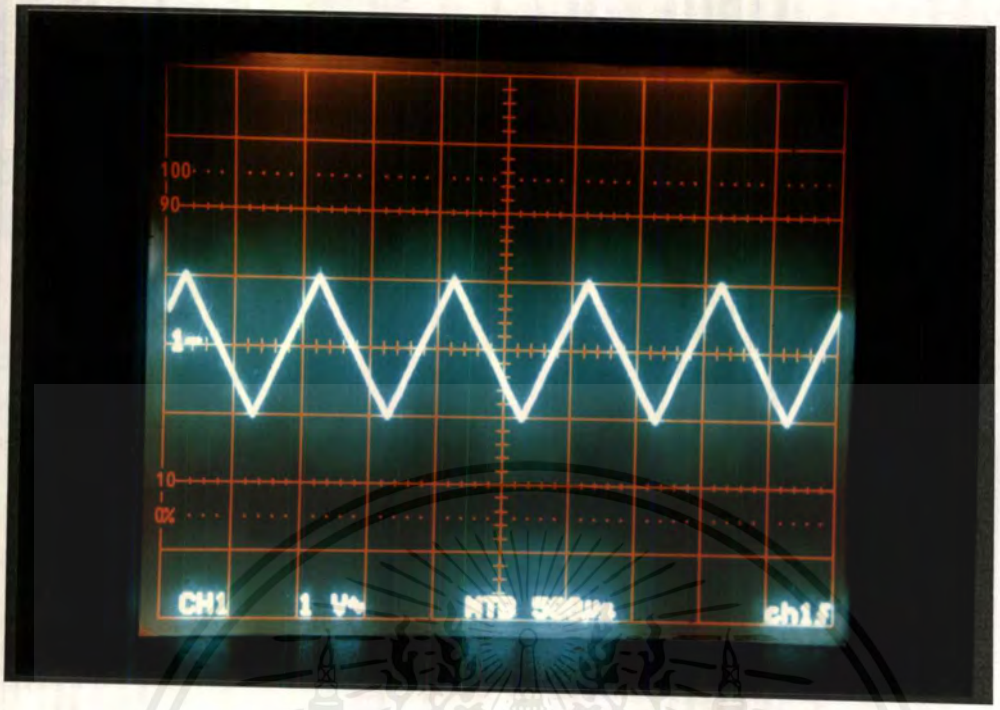
7. ทำการทดลองวัดรูปสัญญาณ ที่ใช้ออสซิลโลสโคปทั้ง 2 แชนแนล โดยใช้รูปสัญญาณเป็น Sine Wave ความถี่ 1 kHz ขนาด 2 Vp-p และตั้งออสซิลโลสโคปไว้ที่ 1 V/Div เวลาเท่ากับ 0.5 mS สัญญาณที่ได้แสดงดังรูปที่ 1.10

8. เมื่อทำการวัดสัญญาณเปรียบเทียบกับออสซิลโลสโคปภายนอก ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.11

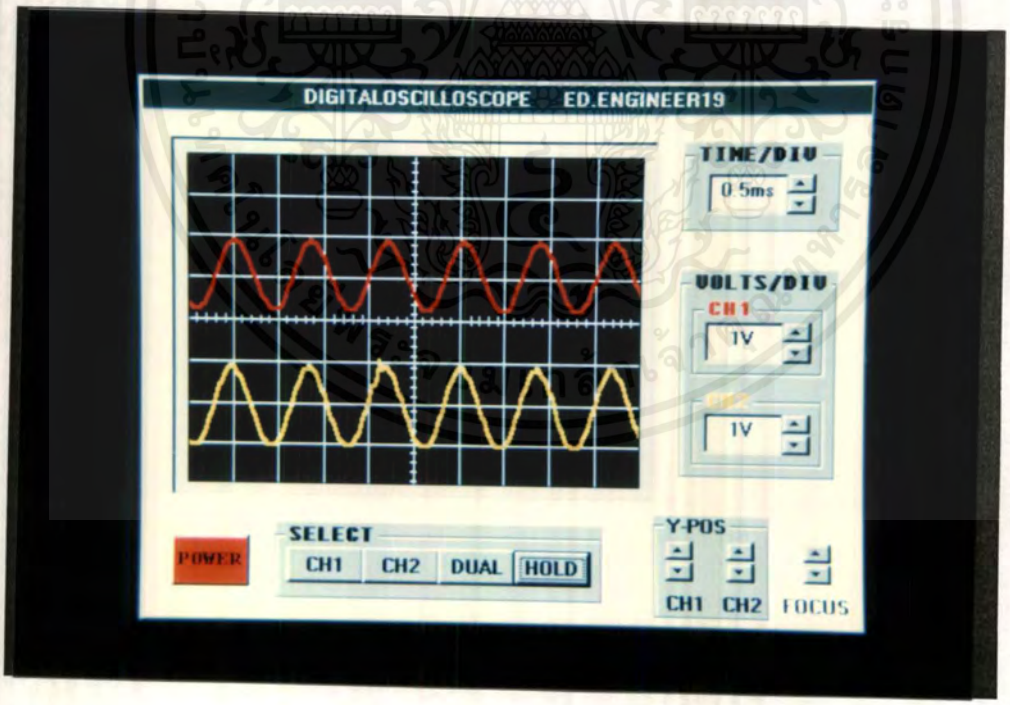


รูปที่ 4.8 สัญญาณ Sawtooth Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

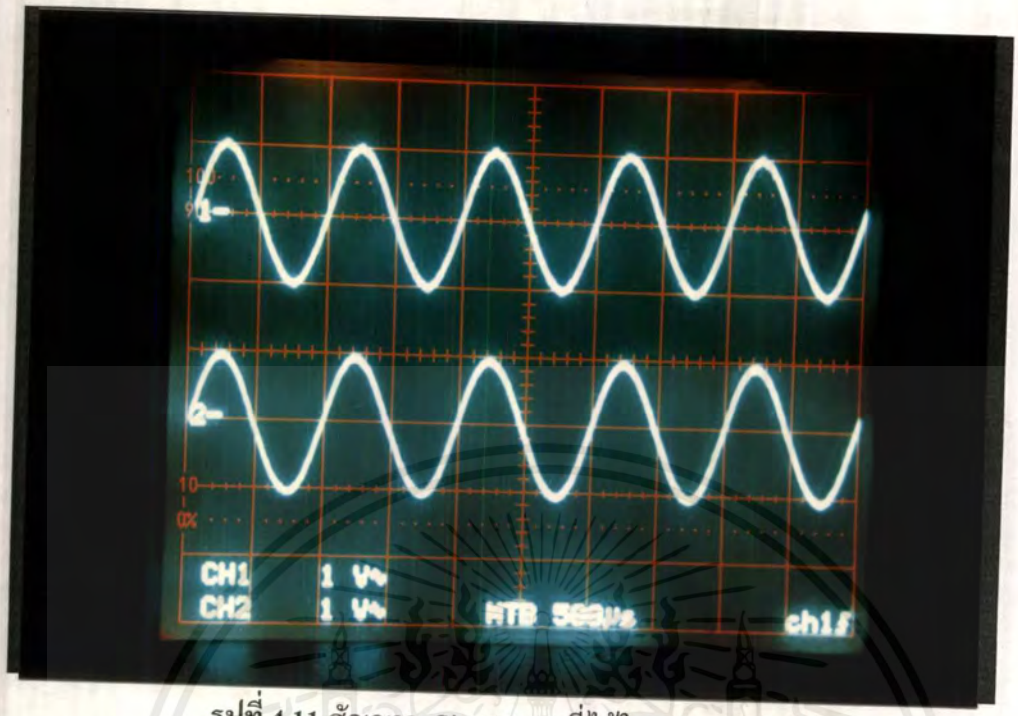


รูปที่ 4.9 สัญญาณ Sawtooth Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 6



รูปที่ 4.10 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 สัญญาณ Sine Wave ที่ได้ในการทดลองข้อ 8

4.4 การทดลองการ์ดอินเตอร์เฟส

ในการทดสอบการ์ดอินเตอร์เฟส โดยป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าทางพอร์ต A ของการ์ดอินเตอร์เฟส ซึ่งจะใช้แอดเดรสที่ตำแหน่ง 280H การอ้างอิงพอร์ตจะมีพอร์ตที่ใช้ในการติดต่อภายนอก 3 พอร์ต ในการทดลองจะใช้พอร์ต 3 ซึ่งแอดเดรสอินพุตพอร์ตและเอาต์พุตพอร์ตเป็น 280H-28BH การทดลองนี้จะใช้พอร์ต 288H เป็นตัวรับค่า

โปรแกรมการรับค่าจะรับค่าเป็นเลขไบนารี่ และแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ ผลการทดลองแสดงออกมาดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการ์ดอินเตอร์เฟส

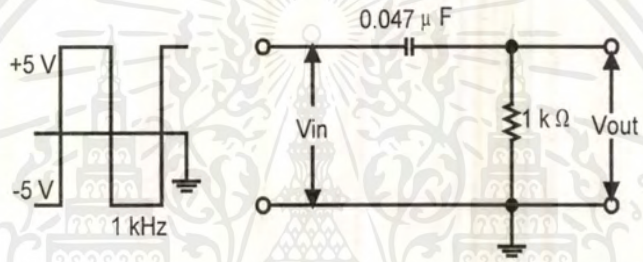
รหัสไบนารี	เลขฐานสิบ
0000 1000	8
1000 0000	128
1000 1111	143
1111 1111	255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองส่วนของการ์ดชุดปฏิบัติงาน

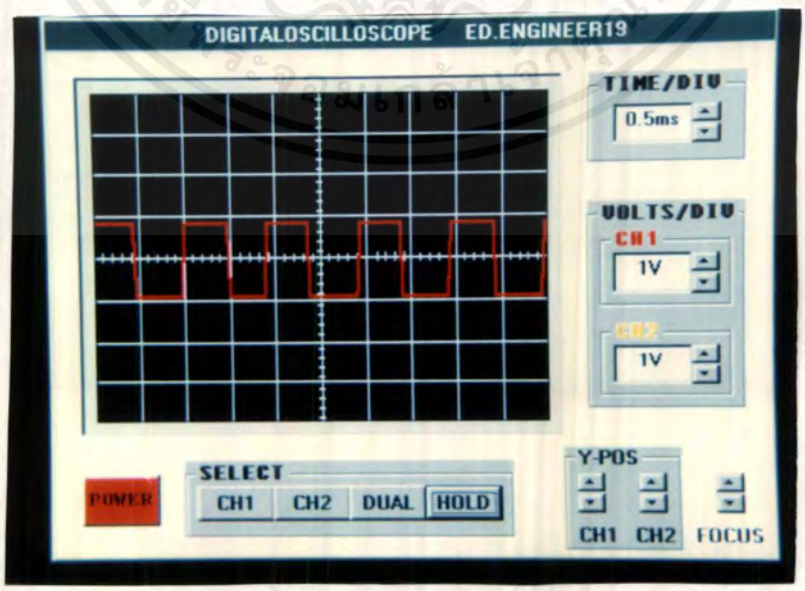
ในส่วนของการทดลองการ์ดชุดปฏิบัติงานนี้ จะทำการทดลองเป็นลักษณะป้อนแรงดันอินพุตและเอาต์พุตและทำการวัดสัญญาณที่จุดทดสอบ เพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานของการ์ดด้วย ซึ่งการทดลองของการ์ดนี้จะยกตัวอย่างเป็นการทดลองที่ 1 โดยสัญญาณที่วัดได้จะวัดจากชุดปฏิบัติการทดลองเปรียบเทียบกับออสซิลโลสโคปจากภายนอก ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังนี้

ทำการต่อวงจรอาร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยใช้ค่าตัวต้านทาน 1kΩ และ C = 0.047μF ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 วงจร RC ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

ทำการวัดรูปสัญญาณที่จุด Vin และ Vout บันทึกรูปสัญญาณที่ได้ในรูปที่ 4.13 และ 4.14

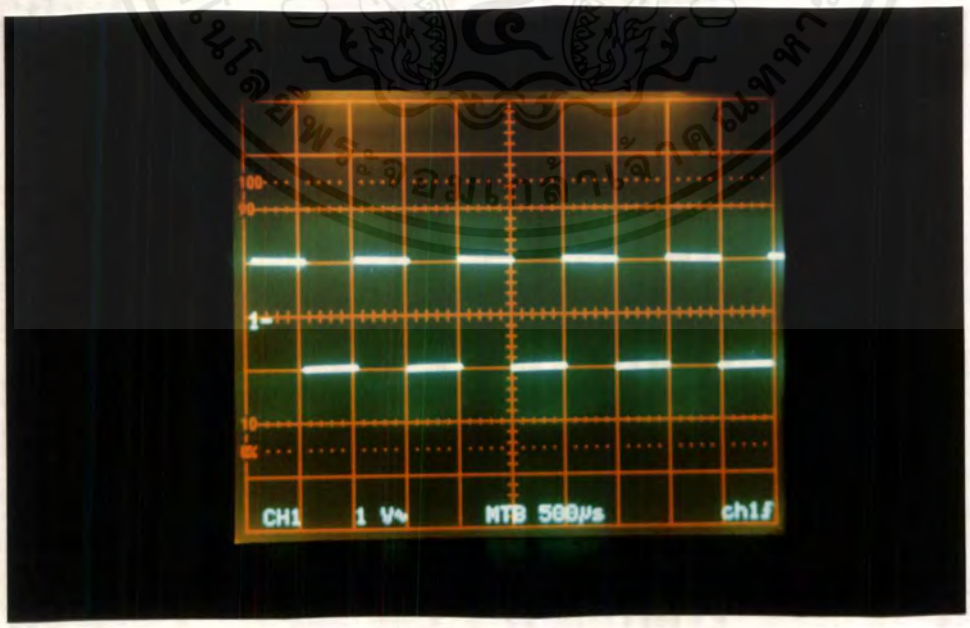


รูปที่ 4.13 สัญญาณ Vin ที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

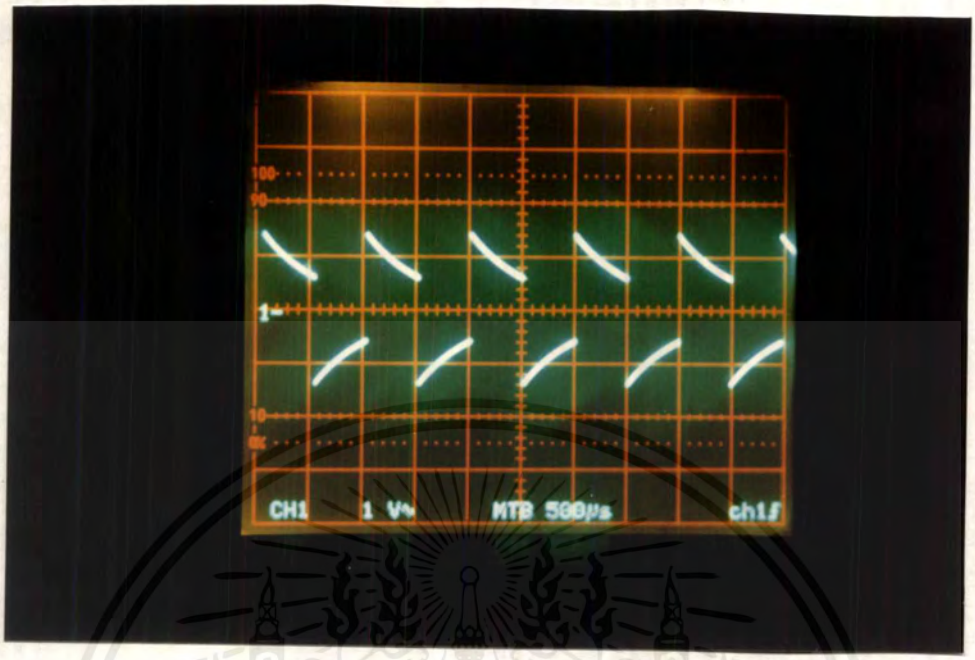
รูปที่ 4.14 สัญญาณ Vout ที่วัดได้

ทำการเปรียบเทียบสัญญาณที่วัดได้จากชุดปฏิบัติการทดลองกับออสซิลโลสโคปภายนอก แสดงดังรูปที่ 4.15 และ 4.16



รูปที่ 4.15 สัญญาณ Vin ที่วัดได้ เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 สัญญาณ Vout ที่วัดได้ เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จัดทำขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญคือ

ส่วนที่ 1 การทดลองชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง

ส่วนที่ 2 การทดลองการ์ดปฏิบัติการทดลอง

ส่วนที่ 3 การทดลองการ์ดปฏิบัติการทดลองกับออสซิลโลสโคปที่จัดทำขึ้นและการทดลองเทียบกับออสซิลโลสโคปจากภายนอก

โดยการทดลองทั้งสามส่วนสามารถผลิตสัญญาณ วัดสัญญาณและทดสอบสัญญาณตามจุดต่างๆ ที่ต้องการได้ โดยสัญญาณที่วัดได้อาจเกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณบ้างเล็กน้อย และออสซิลโลสโคปที่จัดทำขึ้น สามารถวัดสัญญาณได้ผลตามที่ต้องการ เมื่อนำมาเทียบกับออสซิลโลสโคปจากภายนอก

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงาน

ในการจัดทำโครงงานชุดปฏิบัติการทดลอง สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. ไอซีแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล เบอร์ CA3306 เมื่อทำการแปลงสัญญาณและส่งสัญญาณไปให้กับคอมพิวเตอร์ประมวลผล เพื่อแสดงผลขนาด 6 บิต ทำให้การสุ่มสัญญาณไม่ละเอียดพอ เมื่อเทียบกับขนาด 8 บิต

2. วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล จะแปลงสัญญาณเฉพาะช่วงบวกเท่านั้น เมื่อสัญญาณไฟสลับเข้ามาทำให้ไม่สามารถแปลงสัญญาณช่วงลบได้

3. สัญญาณที่วัดได้จากออสซิลโลสโคปที่จัดทำขึ้นมีการผิดเพี้ยนเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการวัดจากออสซิลโลสโคปภายนอก

4. เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้เขียนเป็นโปรแกรมที่ทำงานบน Microsoft Word และเขียนด้วย Visual Basic จึงทำให้มีการทำงานที่ล่าช้า เมื่อรับสัญญาณที่เข้ามาโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางแก้ไข และพัฒนา

แนวทางแก้ไขและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองมีดังนี้

1. ใช้ไอซีแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิตความเร็วสูง ซึ่งจะทำให้อัตราการสุ่มสัญญาณได้ละเอียดขึ้น รูปสัญญาณที่ได้จะมีความคมชัดมากขึ้น และสามารถรับสัญญาณอินพุตได้สูงกว่าขนาด 6 บิต

2. ใช้วงจรยกระดับสัญญาณให้สัญญาณอยู่ในช่วงบวกทั้งหมด แล้วให้ส่วนแสดงผลเลื่อนระดับเส้นแสดงผลอ้างอิงขึ้นไป ก็จะสามารถวัดสัญญาณได้ทั้งช่วงบวกและลบ

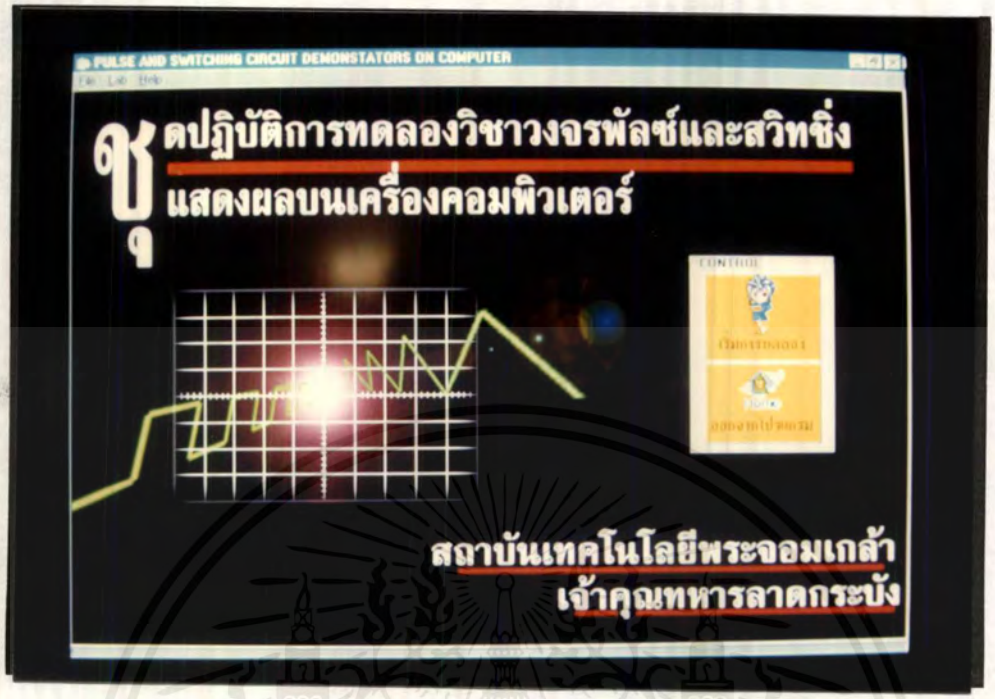
3. การออกแบบลายวงจรต้องคำนึงถึงผลของลายวงจรพิมพ์ ซึ่งมีผลกระทบต่อความถี่ทำให้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณได้และใช้อุปกรณ์ที่มีค่าผิดพลาดน้อยๆ

4. โปรแกรมที่ใช้เขียนควรเขียนด้วย Visual C หรือ Barland C และควรเขียนโปรแกรมควบคุมให้สัมพันธ์กับส่วนวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 การแนะนำเมนูชุดปฏิบัติการทดลอง

รูปที่ ก.2 การแนะนำเมนูการทดลองของชุดปฏิบัติการทดลอง

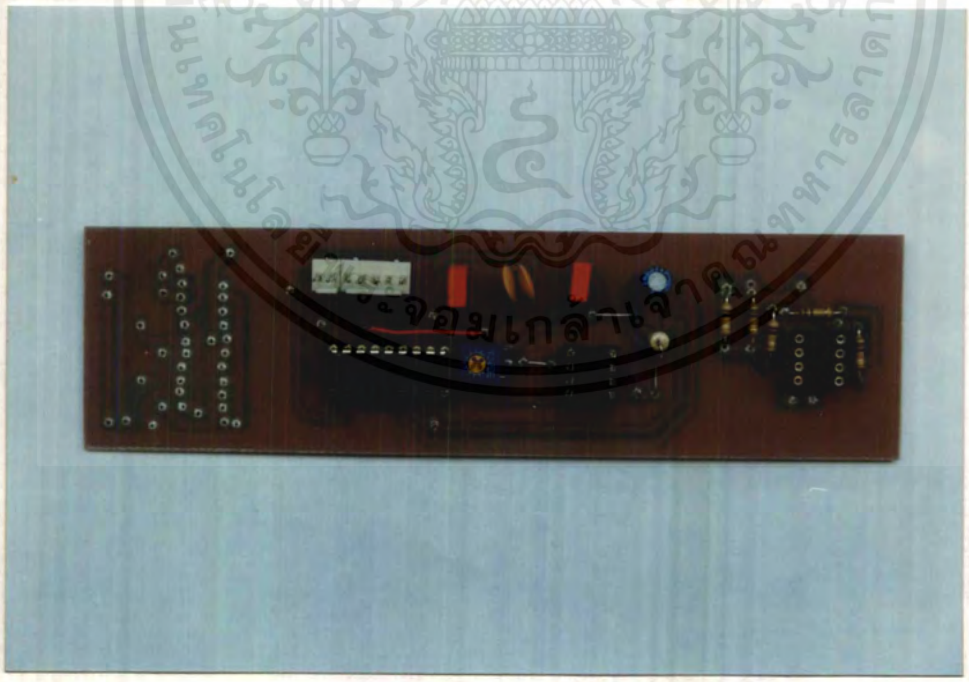
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ส่วนประกอบการปฏิบัติงานทั้งหมด ของชุดปฏิบัติการทดลอง

รูปที่ ก. 4 ส่วนประกอบด้านหน้าของชุดปฏิบัติการทดลอง

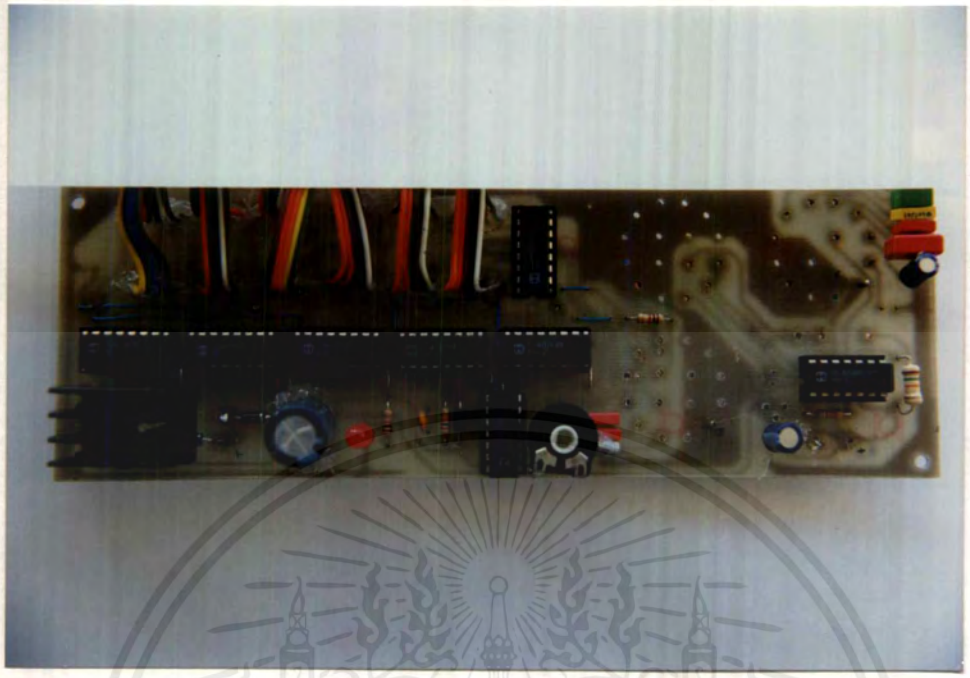
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 ส่วนประกอบด้านบนของชุดปฏิบัติการทดลอง

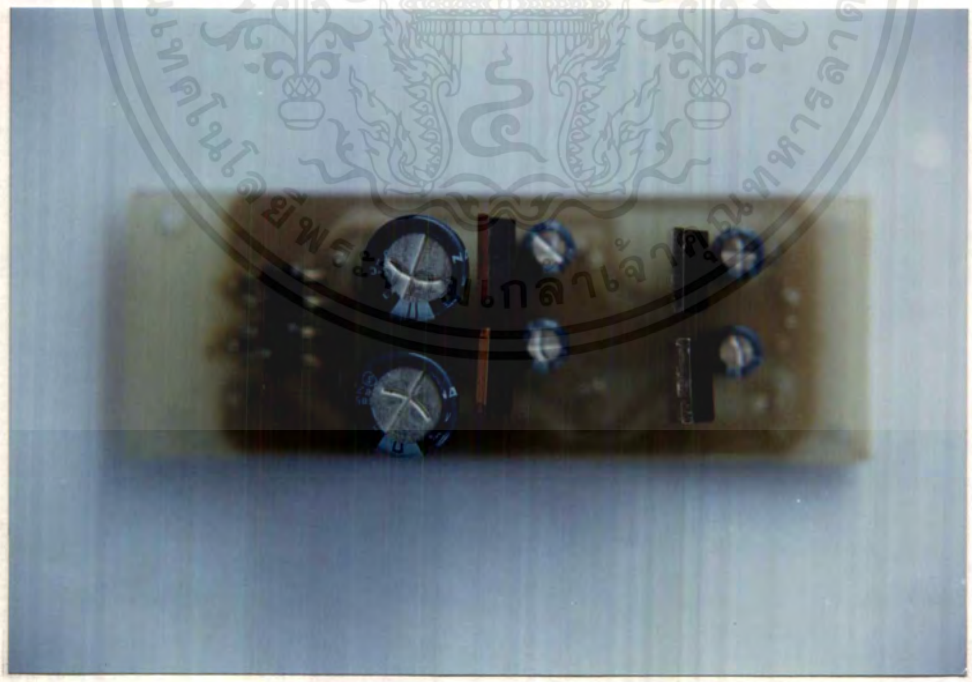


รูปที่ ก.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

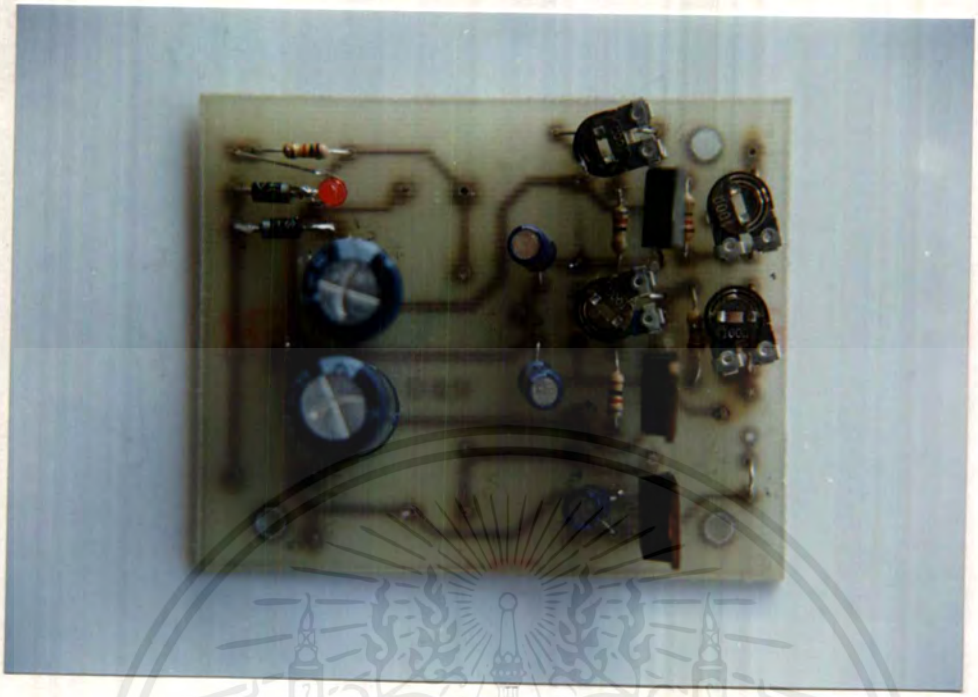


รูปที่ ก.7 วงจรกำเนิดความถี่



รูปที่ ก.8 วงจรกำเนิดแรงดันคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 วงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้

รูปที่ ก.10 การ์ดอินเตอร์เฟส

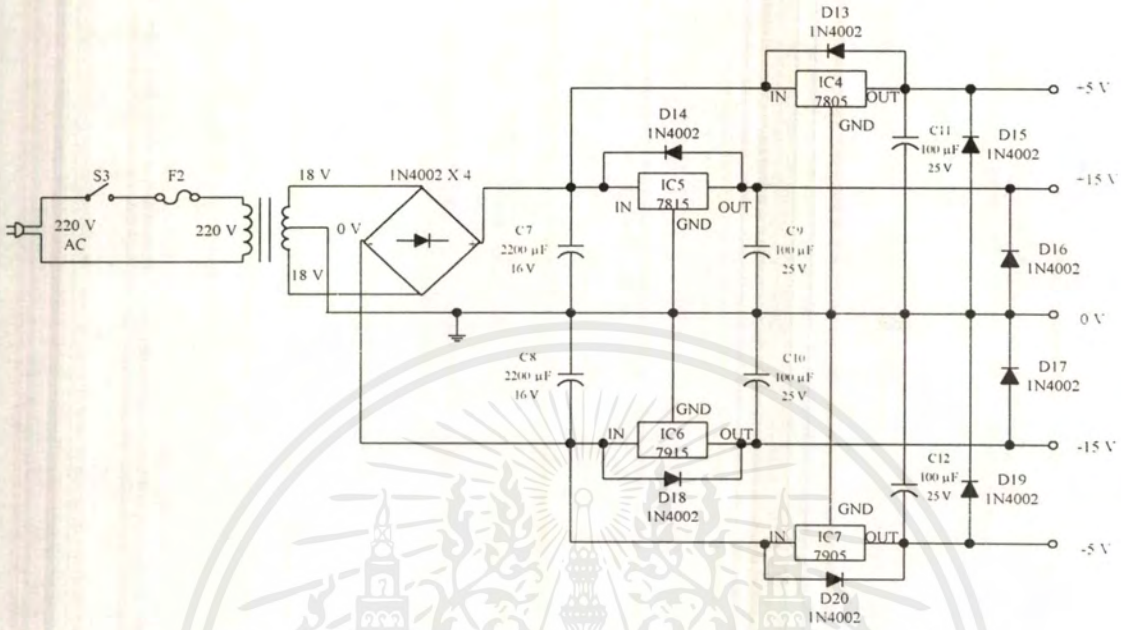
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.11 การ์ดของชุดปฏิบัติการทดลอง

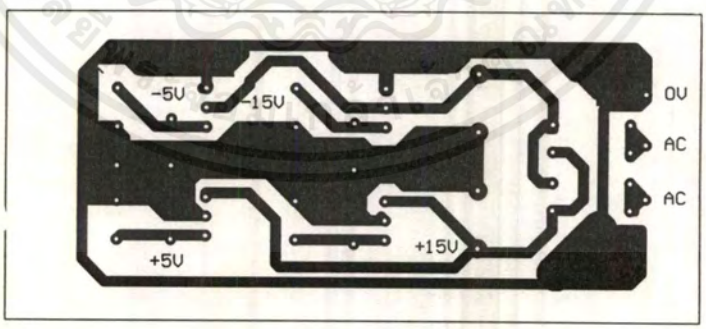
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

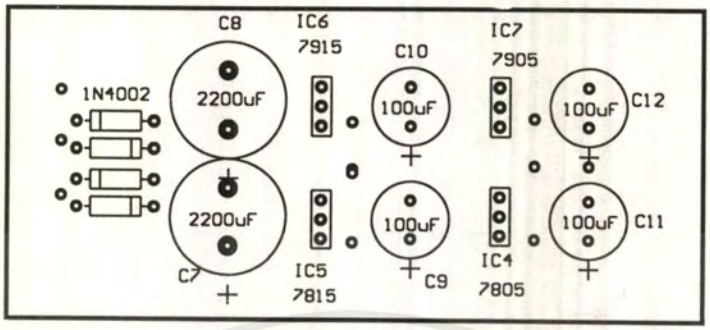


รูปที่ ข.1 ส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่

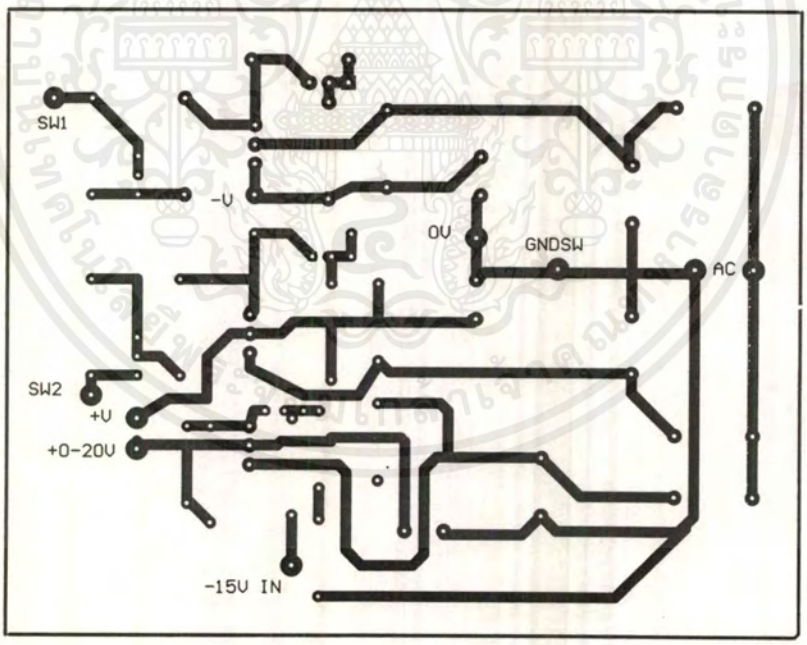


รูปที่ ข.2 ลายทองแดงส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

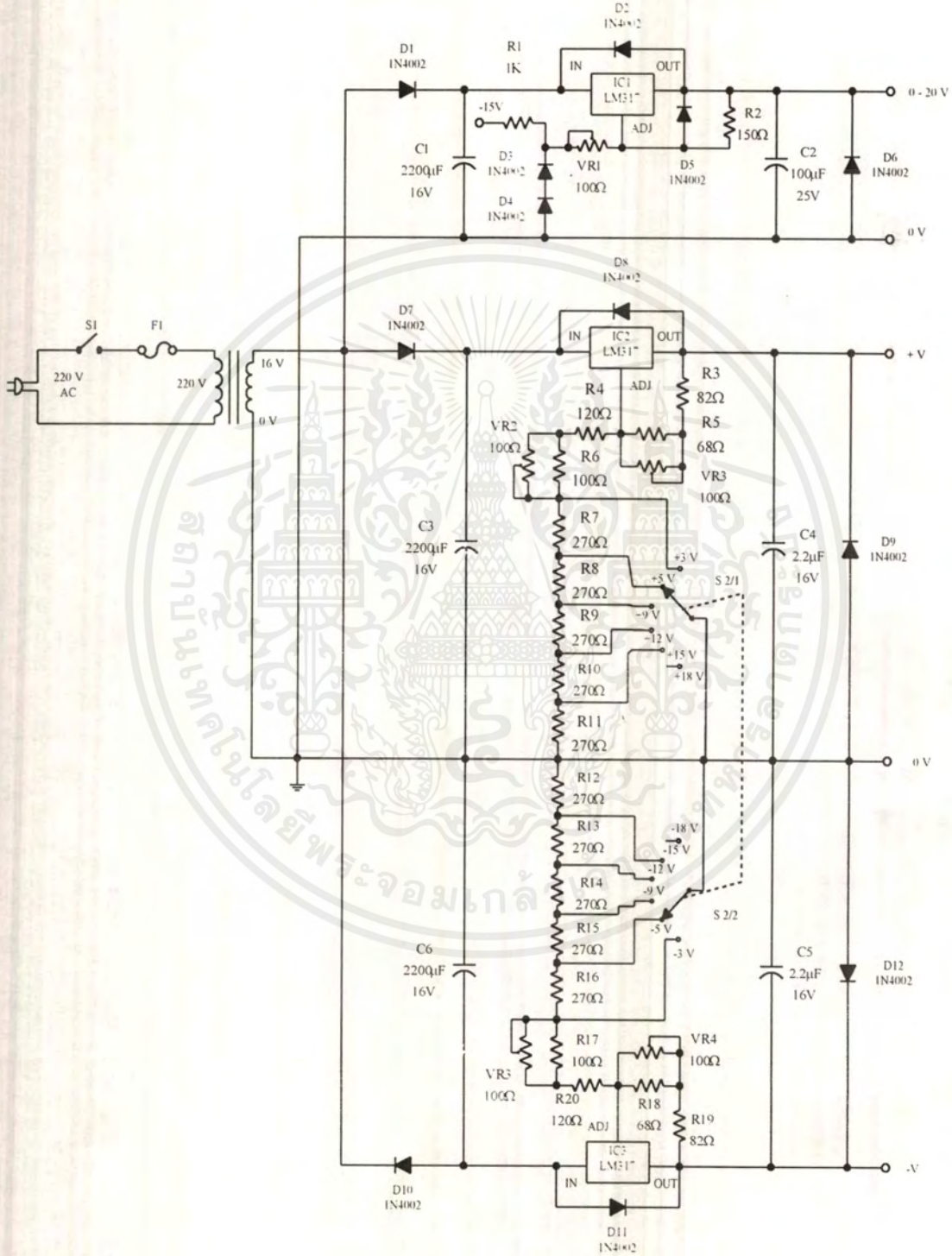


รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของส่วนควบคุมระดับแรงดันไฟค่าคงที่



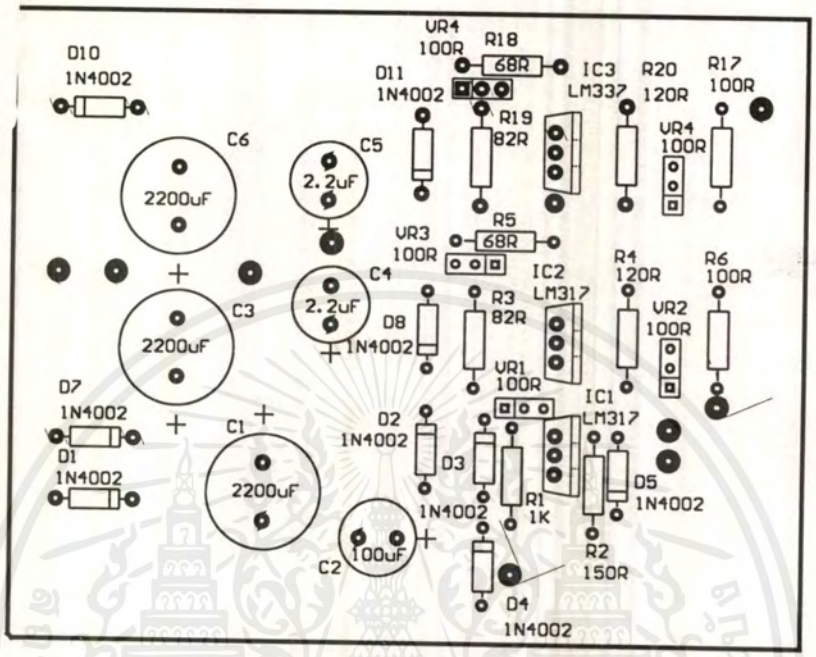
รูปที่ ข.4 ลายทองแดงของวงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

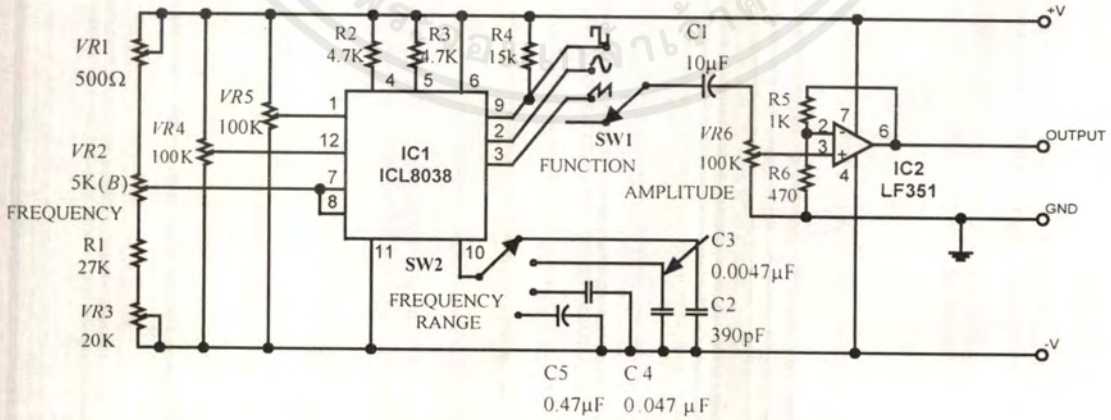


รูปที่ ข.5 วงจรกำเนิดแรงดันปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

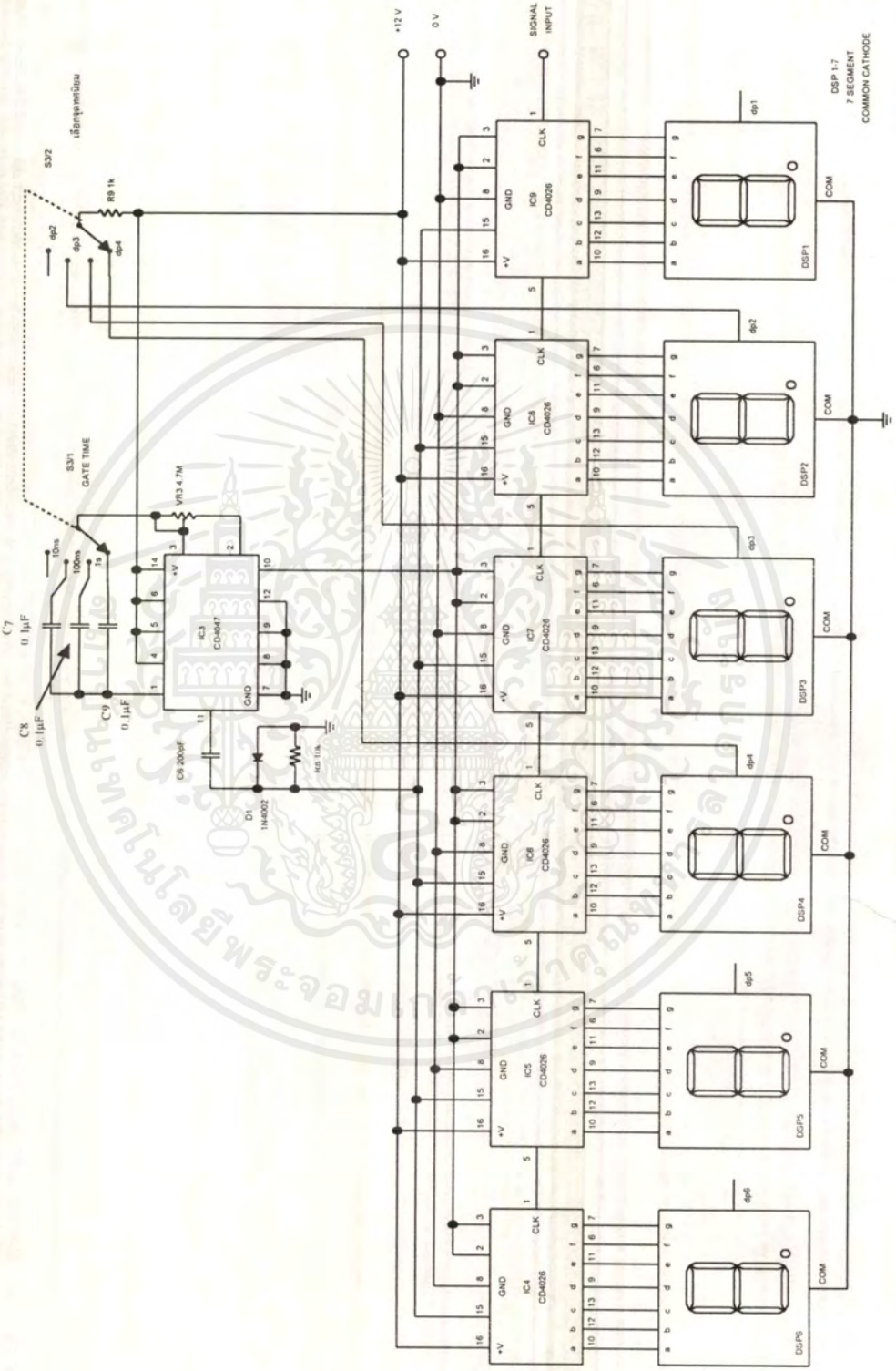


รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจกำเนิดแรงดันปรับค่าได้



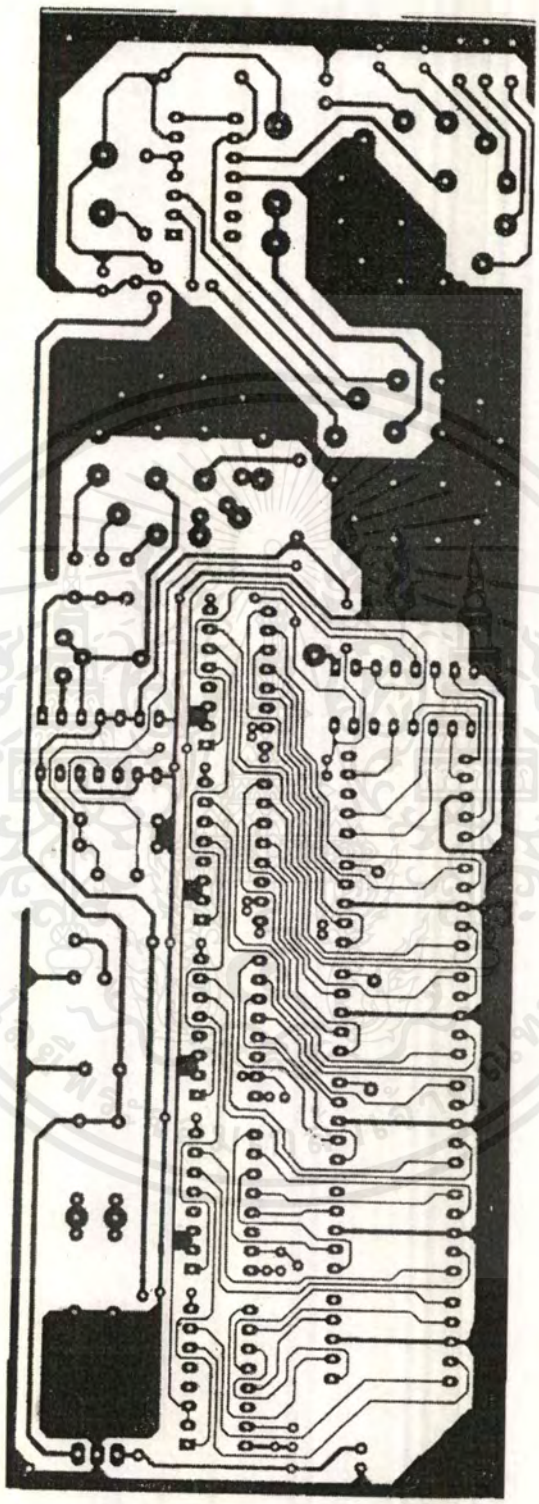
รูปที่ ข.7 วงจรกำเนิดสัญญาณทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



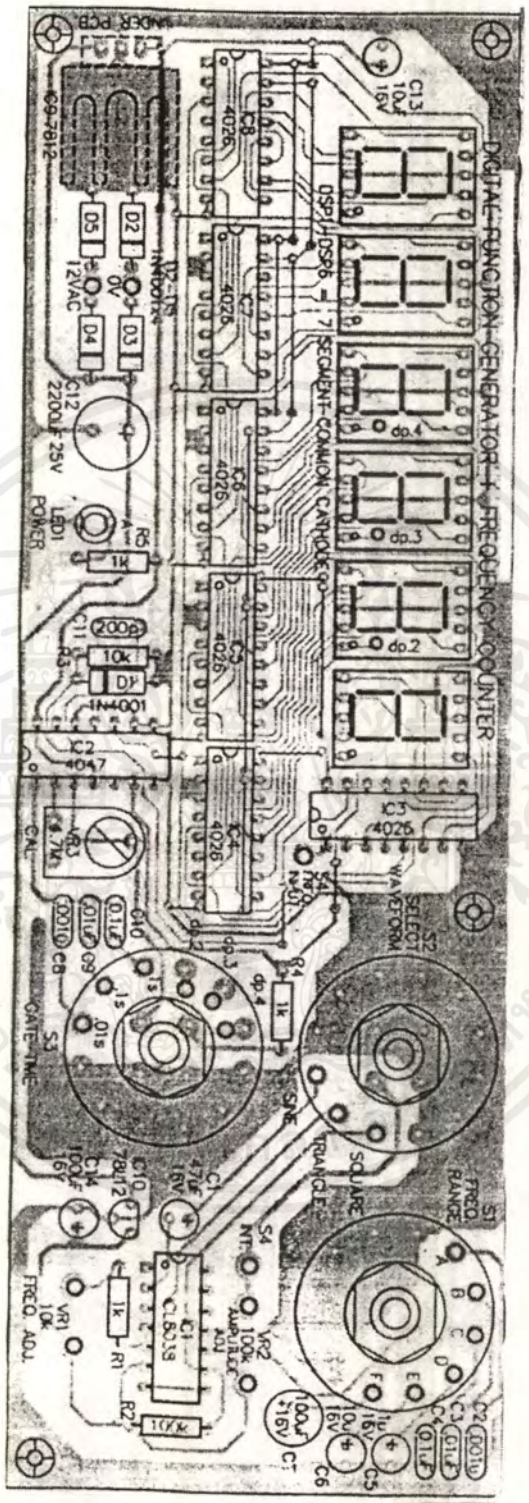
รูปที่ ข.8 วงจรนับความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



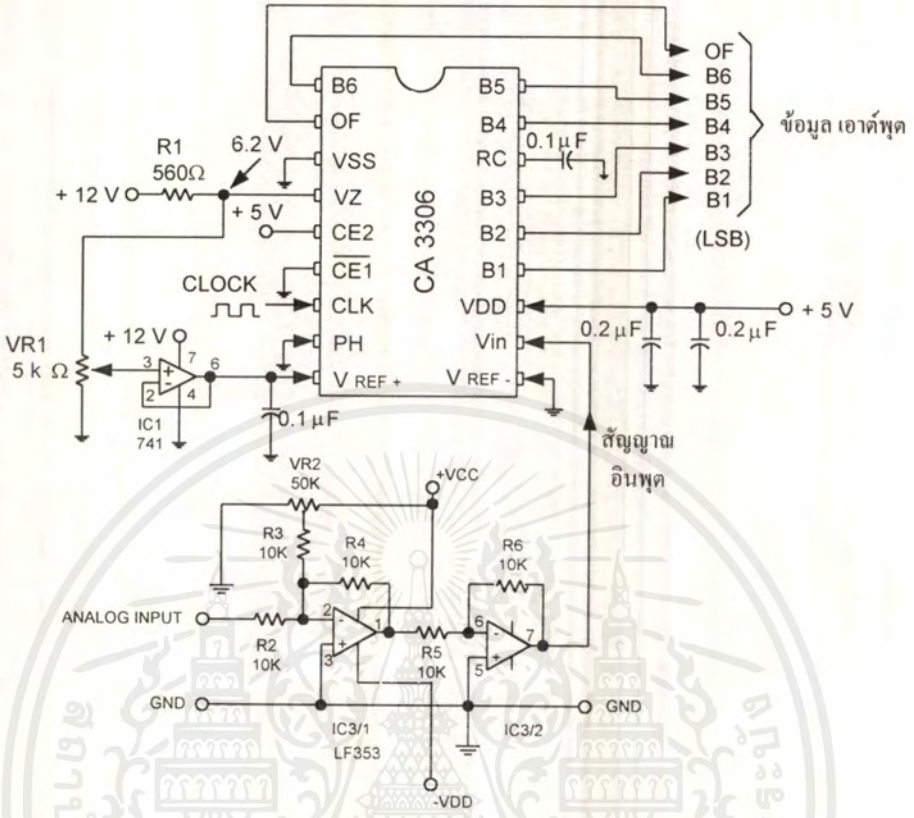
รูปที่ ข.9 ลายทองแดงของวงจรกำเนิดความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

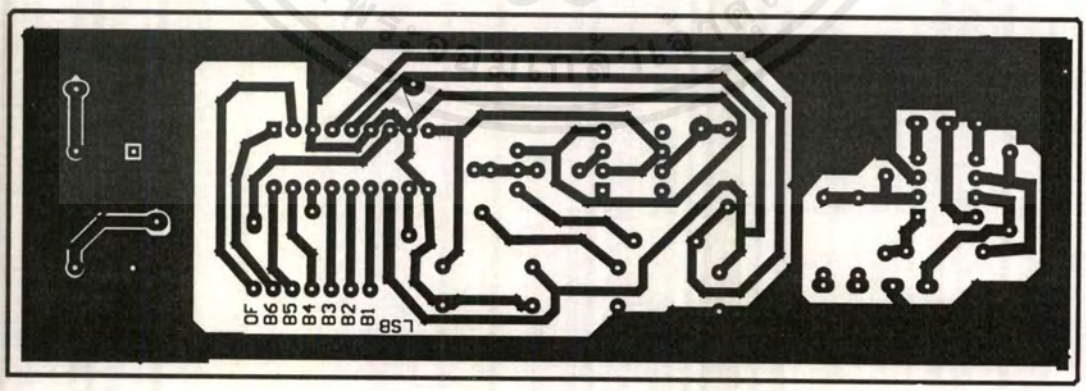


รูปที่ ข.10 การวางอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

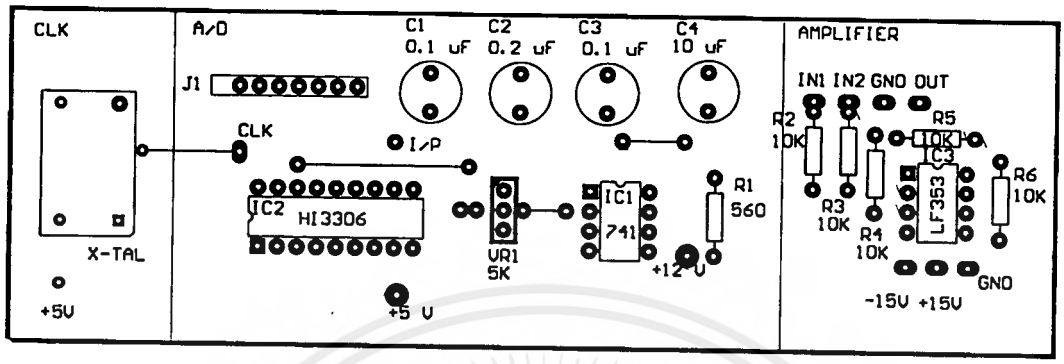


รูปที่ ข.11 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (CA 3306) และวงจรยกระดับสัญญาณ



รูปที่ ข.12 ลายทองแดงของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลและวงจรบกระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 ลายทองแดงของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลและวงจรบกระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1
วงจรอาร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

วัตถุประสงค์

1. สามารถศึกษาคุณสมบัติของวงจรดิฟเฟอเรนดิเอเตอร์
2. สามารถทดลองหาผลของค่าคงตัวเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปกับค่าตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุในวงจรได้
3. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรได้

ทฤษฎี

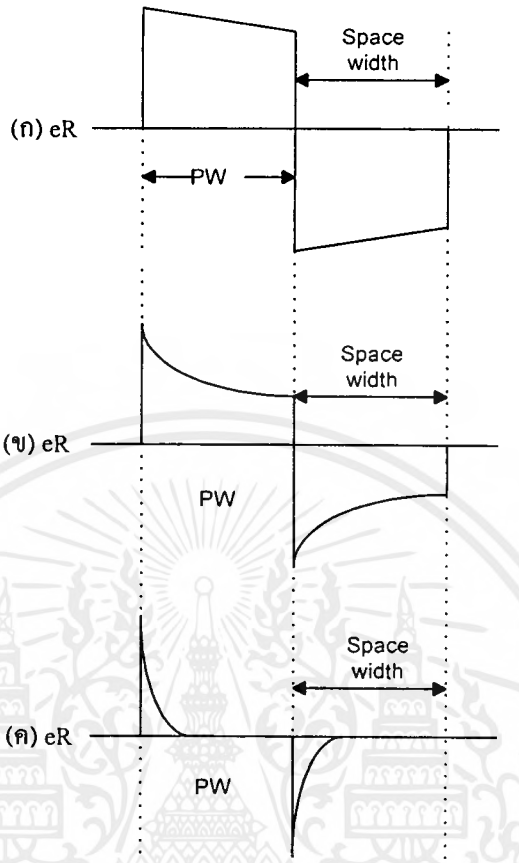
วงจรดิฟเฟอเรนดิเอเตอร์ (Differentiator Circuit) คือ วงจร RC ที่นำเอาสัญญาณด้านออกมาจากแรงดันตกคร่อม R (e_R) ซึ่งต่างจากวงจรอินทิเกรเตอร์ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง RC และความกว้างของพัลส์ยังคงมี 3 ลักษณะคล้ายกับวงจรอินทิเกรเตอร์ ลักษณะของวงจรดิฟเฟอร์เรนติเอเตอร์และรูปคลื่นของแรงดัน C_R ดังแสดงในรูปที่ 1.1

วงจรดิฟเฟอร์เรนดิเอเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลายาว (Long Time Constant in RC Differentiator) คือ วงจรที่มีค่า RC มากว่าหรือเท่ากับ10 เท่า ของความกว้างของพัลส์ (RC = 10 PW) ดังรูปคลื่นที่แสดงในรูปที่ 1.1 (ก) ระดับของแรงดันเอาต์พุต (e_R) จะเกิดความลาดชันขึ้น มีพื้นที่บางส่วนหายไป นั่นคือ ส่วนที่แรงดันตกคร่อม C ในสภาวะที่ C เก็บประจุเพราะว่า $e_R = E - e_C$

วงจรดิฟเฟอร์เรนติเอเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลาปานกลาง (Medium Time Constant in RC Differentiator) คือ วงจรที่มีค่า RC = PW ลักษณะของสัญญาณด้านออกจะเกิดความลาดเอียงเป็นความชันที่มีค่าสูงขึ้นมาก เพราะมีค่าคงตัวเวลาลดลง แรงดันที่ C เก็บประจุได้จะมีค่ามากขึ้นทำให้ e_C มีค่าลดลงความโค้งของสัญญาณเกิดจากค่าของแรงดัน E ลบกับค่าของแรงดันในการเก็บประจุ (e_C) นั้นเองแสดงดังรูปที่ 1.1 (ข)

วงจรดิฟเฟอรเรนติเอเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลาสั้น (Short Time Constant in RC Differentiator) คือ วงจรที่มีค่า RC น้อยกว่าค่าความกว้างของพัลส์มากประมาณ 10 เท่า หรือน้อยกว่า RC เท่ากับ 1/10 PW รูปคลื่นที่เกิดขึ้นนั้นเป็นลักษณะพัลส์ ที่มีขอบมุมคมมากดังแสดงในรูปที่ 1.1 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 วงจร อสร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ ที่มีค่าคงตัวเวลาต่างกันและรูปคลื่นของแรงดันด้านออก กรณีที่ด้านเข้าเป็นพัลส์สี่เหลี่ยม

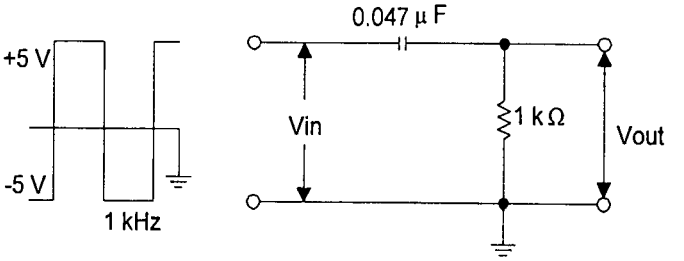
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 1 (วงจรอาร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์) 1 การ์ด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 1.2 โดยใช้ค่าตัวต้านทาน 1kΩ และ C = 0.047μF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 วงจร อาร์-ซี ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

2. คลิกปุ่มวัดสัญญาณ จากนั้นจึงทำการตั้งออสซิลโลสโคป ดังนี้

แชนเนล 1 และ 2 : V/div = 5 V

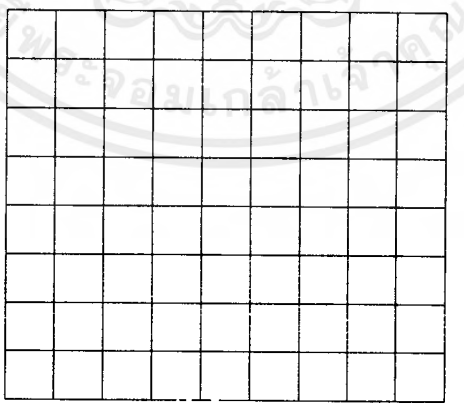
: T/div = 0.2 mS

ใช้ออสซิลโลสโคป แชนเนล 1 วัดแรงดัน Vin และแชนเนล 2 วัดแรงดัน Vout บันทึกผลการทดลองลงในรูปที่ 1.3 (ก)

3. จากการทดลองข้อ 1.1 ค่าคงตัวเวลาของวงจรเท่ากับ ---------- mS

4. เปลี่ยนค่าความต้านทานของวงจรรูปที่ 2 เป็น R = 10kΩ จะได้ค่าคงตัวเวลาวงจรเท่ากับ ---------- mS สังเกตรูปคลื่นและบันทึกผลรูปคลื่น Vout ลงในรูปที่ 1.3 (ข)

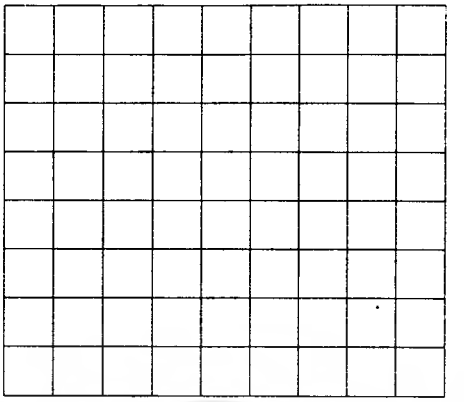
5. เปลี่ยนค่าความต้านทานของวงจรเป็นR = 100kΩ จะได้ค่าคงตัวเวลาของวงจรเปลี่ยนไปมีค่าเท่ากับ ---------- mS สังเกตรูปคลื่นและบันทึกรูปคลื่น Vout ที่เปลี่ยนแปลงลงในรูปที่ 1.3 (ค)



Time/Div _____ Volt/Div _____

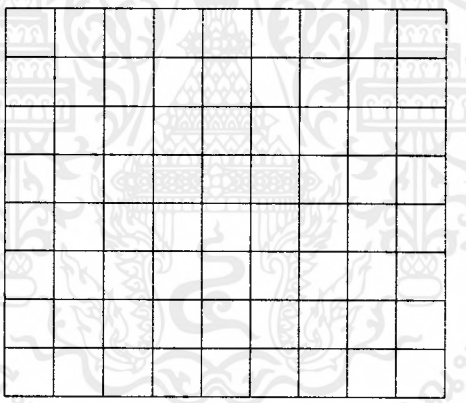
รูปที่ 1.3 (ก) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 1 kΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 1.3 (ข) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 10 kΩ



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 1.3 (ค) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 100 kΩ

รูปที่ 1.3 ผลการทดลองวงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรดิฟเอเรนติเอเตอร์

---

2. จงอธิบายถึงผลของค่าคงตัวเวลา (RC) กับการตอบสนองของวงจรต่อสัญญาณด้านเข้าที่เป็นคลื่นสี่เหลี่ยม ว่าทำให้สัญญาณด้านออกของวงจรเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่2
วงจรอาร์-ซี อินทิเกรเตอร์

วัตถุประสงค์

1. สามารถศึกษาคุณสมบัติของวงจรอินทิเกรเตอร์
2. สามารถทดลองหาค่าของค่าคงตัวเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปกับค่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุในวงจรได้
3. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณด้านเข้าและด้านออกของวงจรได้

ทฤษฎี

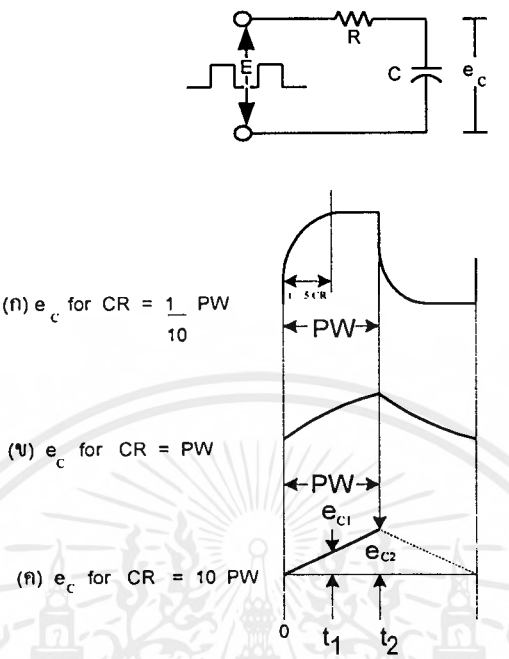
วงจรอินทิเกรเตอร์เป็นการใช้วงจร RC ให้ทำหน้าที่อินทิเกรตสัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยม โดยนำความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ RC และค่า PW เป็นตัวกำหนดรูปร่างของรูปคลื่น อินทิเกร-เตอร์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ 3 กรณี ดังแสดงในรูปที่ 2.1

วงจรอินทิเกรเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลาสั้น (Short Time Constant in RC Integrator Circuits) คือ วงจร RC ที่มีค่าของRC น้อยกว่าค่า PW โดยปกติอยู่ระหว่าง RC = PW/10 รูปคลื่นด้านออกที่ได้จะแสดงในรูป 2.1 (ก) ขนาดสูงสุดของแรงดันด้านออกจะมีค่าประมาณ 99.3% ของ E เพราะว่าค่าคงตัวเวลาสั้นทำให้การเก็บและการคายประจุของ C ใช้เวลาน้อย รูปคลื่นมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปคลื่นด้านเข้า

วงจรอินทิเกรเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลาปานกลาง (Medium Time Constant in RC Integrater Circuits) คือ วงจร RC ที่มีค่าของ RC เท่ากับค่าของ PW รูปคลื่นที่ได้จะเป็นรูปคลื่นอินทิเกรเตอร์ชัดเจน ดังรูป 2.1 (ข) ดังนั้นค่า RC = PW ค่าแรงดันสูงสุดจะไม่เกิน 63.2% ของ E รูปคลื่นด้านออกเริ่มมีรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม (Triangular Shape)

วงจรอินทิเกรเตอร์ที่มีค่าคงตัวเวลายาว (Long Time Constant in RC Integrater Circuits) คือวงจร RC ที่มีค่าคงตัวเวลามากกว่าค่า PW โดยปกติกำหนดให้มากกว่า 10 เท่า คือ RC เท่ากับ 10 PW รูปคลื่นด้านออกจะเป็นรูปคลื่นสามเหลี่ยม แต่ขนาดของแรงดันจะมีค่าต่ำกว่าค่าของ E มาก ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 แสดงวงจรอาร์-ซี อินทิเกรเตอร์ และรูปคลื่นด้านออกของวงจร

(ก) ค่าคงตัวเวลาสั้น (Short Time Constant)

(ข) ค่าคงตัวเวลาปานกลาง(Meduim Time Constant)

(ค) ค่าคงตัวเวลายาว (Long Time Constant)

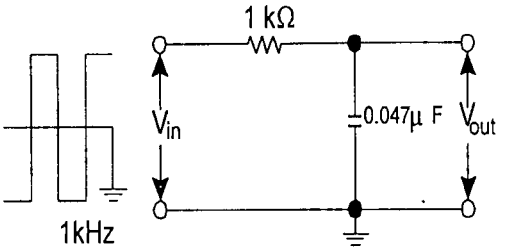
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 1 (วงจร อาร์-ซี อินทิเกรเตอร์) 1 การ์ด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรทดลองตามรูป 2.2 โดยใช้ค่าความต้านทาน R = 1kΩ, C=0.047μF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรทดลองข้อ 1

2. คลิกที่ปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคป ดังนี้

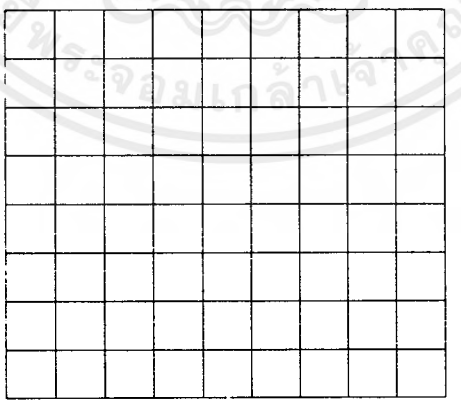
แชนเนล 1 และ 2 : V/div = 5 V : T/div = 0.2 mS

ใช้ออสซิลโลสโคป แชนแนล 1 วัดแรงดัน Vin และแชนเนล 2 วัดแรงดัน Vout บันทึกผลการวัดลงในรูปที่ 2.3 (ก)

3. จากการทดลองข้อ 1 ค่าคงตัวเวลาของวงจรเท่ากับ ---------- mS

4. เปลี่ยนค่าตัวต้านทานของวงจรรูปที่ 2.2 ใหม่เป็น R =10 kΩ จะได้ค่าคงตัวเวลาของวงจรเท่ากับ ---------- mS และใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่น Vout ที่เปลี่ยนแปลงไป บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ลงในรูปที่ 2.3 (ข)

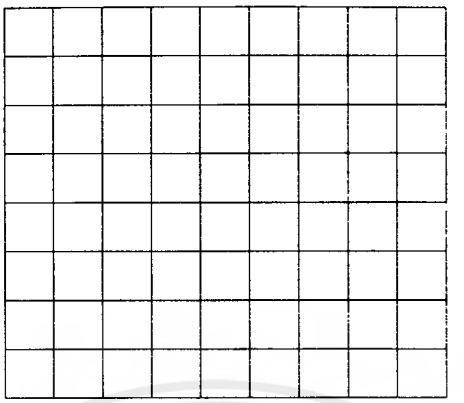
5. เปลี่ยนค่าตัวต้านทานของวงจรทดลองอีกครั้งเป็น R= 100 kΩ จะได้ค่าคงตัวเวลาของวงจรเปลี่ยนไปมีค่าเท่ากับ ---------- mS สังเกตและบันทึกรูปคลื่น Vout ที่เปลี่ยนแปลงไปลงในรูปที่ 2.3 (ค)



Time/Div _____ Volt/Div _____

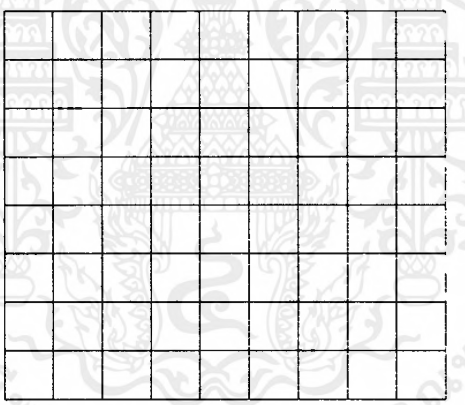
รูปที่ 2.3 (ก) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 1 kΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 2.3 (ข) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 10 kΩ



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 2.3 (ค) สัญญาณ Vinและ Vout เมื่อความต้านทานเท่ากับ 100 kΩ

รูปที่ 2.3 ผลการทดลองวงจรอินทิเกรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรทดลองในรูป 2.2 เมื่อ R = 1 kΩ, C=0.047μF จงคำนวณหาค่าแรงดัน Vout สูงสุด เมื่อคาบเวลาเท่ากับ 5 เท่าของค่าคงตัวเวลา

---

2. เมื่อกำหนดให้วงจรอินทิเกรเตอร์มีค่า R= 10 kΩ, C=0.047 μF จงคำนวณหาค่าแรงดัน Vout สูงสุด เมื่อเวลาผ่านไปเท่ากับ 1 เท่าของค่าคงตัวเวลา

3.วงจรอาร์ - ซีอินทิเกรเตอร์ เมื่อมีสัญญาณด้านเข้าเป็นคลื่นสี่เหลี่ยมทำอย่างไร ถ้าจะทำให้สัญญาณด้านออกมีความเพี้ยนน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับสัญญาณด้านเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3
วงจรตัดรูปคลื่น

วัตถุประสงค์

1. สามารถนำสวิตช์ไดโอดไปใช้ในการตัดรูปคลื่นสัญญาณแบบต่าง ๆ ได้
2. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณส่วนต่าง ๆ ของวงจรได้อย่างถูกต้อง
3. สมารถคำนวณผลการทดลองเปรียบเทียบค่าทางทฤษฎีได้

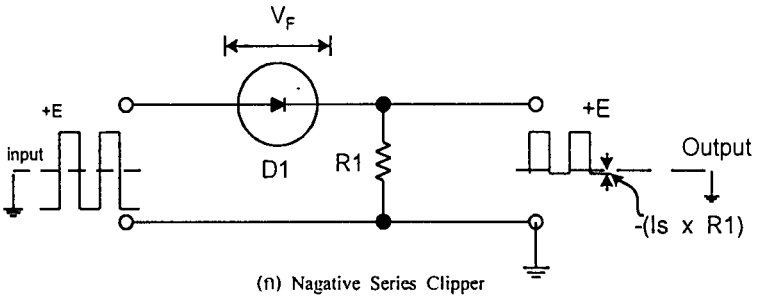
ทฤษฎี

วงจรตัดรูปคลื่นแบบไดโอดอนุกรม (Diode Series Clipper Circuits) วงจรตัดรูปคลื่นแบบอนุกรม คือ วงจรที่ต่อไดโอดอนุกรมกับสัญญาณด้านเข้า (ไดโอดคือ สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการตัดรูปคลื่น) แบ่งตามลักษณะการต่อได้ 2 แบบ คือ

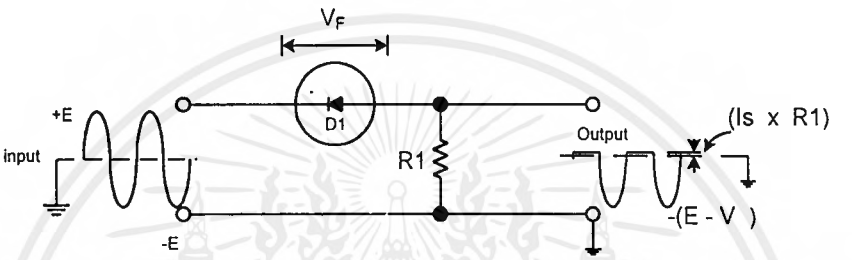
1. วงจรตัดรูปคลื่นด้านลบแบบอนุกรม (Negative Series Clipper) เป็นวงจรตัดรูปคลื่นด้านลบของด้านเข้าออกไป โดยการต่อแอโนดของไดโอด D1 เข้ากับด้านเข้า โดยด้านเข้ามีขนาดแรงดัน E ขนาดแรงดันด้านออกทางด้านบวกมีค่าเท่ากับ +(E - VF) และขนาดแรงดันด้านออกทางด้านลบมีค่าเท่ากับ -(ISxR1) เมื่อ IS คือ ค่ากระแสรั่วไหล เมื่อไดโอดได้รับไบแอสกลับ ดังรูปที่ 3.1 (ก)

2. วงจรตัดรูปคลื่นด้านบวกแบบอนุกรม (Positive Series Clipper) ดังแสดงในรูปที่ 3.1 (ข) โดยต่อไดโอดอนุกรมให้ขั้วแคโทดต่อเข้ากับสัญญาณด้านเข้า กำหนดให้สัญญาณด้านเข้าเป็นไซน์มีขนาดแรงดันเท่ากับ E เมื่อวัดรูปคลื่นด้านออกที่ตกคร่อม R1 จะได้ว่า ขนาดสัญญาณด้านออกด้านบวกมีค่าเท่ากับ +(IS x R1) และขนาดสัญญาณด้านออกทางด้านลบเท่ากับ -(E - VF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) Nagative Series Clipper



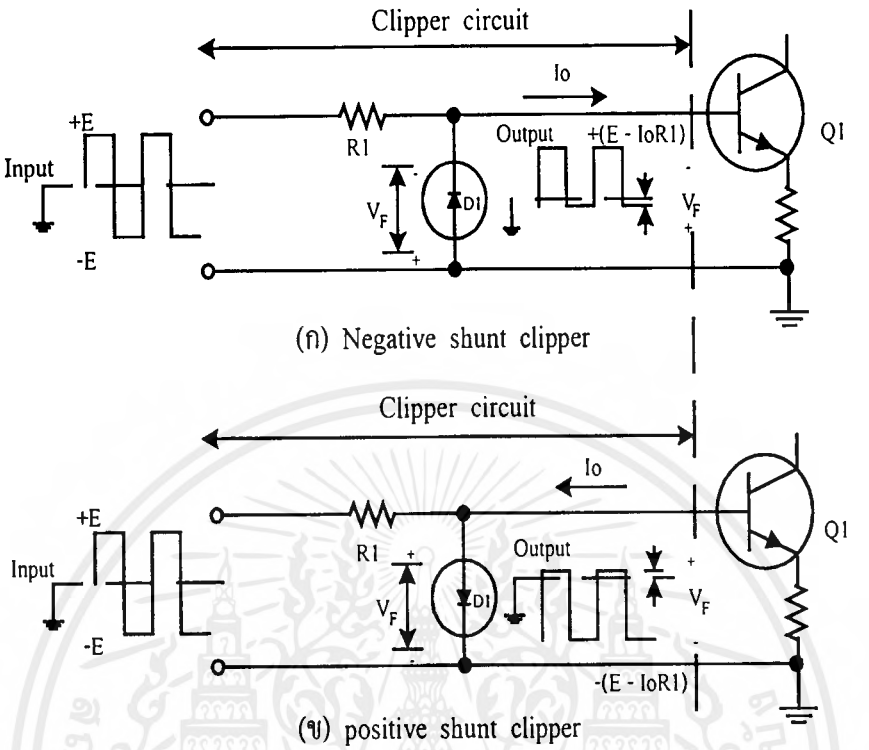
(ข) Positive Series Clipper

รูปที่ 3.1 วงจรตัดรูปคลื่นแบบไดโอดขนานแบบ Negative และ Positive

วงจรตัดรูปคลื่นแบบไดโอดขนาน (Diode Shunt clip Circuit) ทั้งแบบตัดรูปคลื่นด้านบวกและตัดรูปคลื่นด้านลบใช้ต่อด้านเข้าของทรานซิสเตอร์ (Transistor Switch) เพื่อป้องกันรอยต่อระหว่างเบสและอิมิเตอร์ไม่ให้ทะลุ เนื่องจากได้รับไบแอสกลับสูงกว่าค่าที่กำหนดในคู่มือทรานซิสเตอร์

วงจรตัดรูปคลื่นแบบขนานไดโอดมีไบแอส (Bias Shunt Clipper) เมื่อต้องการตัดขนาดของรูปคลื่นด้านเข้าตามระดับแรงดันที่ต้องการ ซึ่งวงจรตัดรูปคลื่นแบบขนานไดโอดในรูปที่ 3.2 ไม่สามารถทำได้ เราสามารถสร้างได้โดยใช้ไดโอด D1 ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงบวก (Positive Bias Voltage, VB1) เพื่อกำหนดขนาดของแรงดันด้านออกทางด้านบวก โดยค่าแรงดันสูงสุดทางด้านบวกจะเท่ากับ +(VB1+VF) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ก)

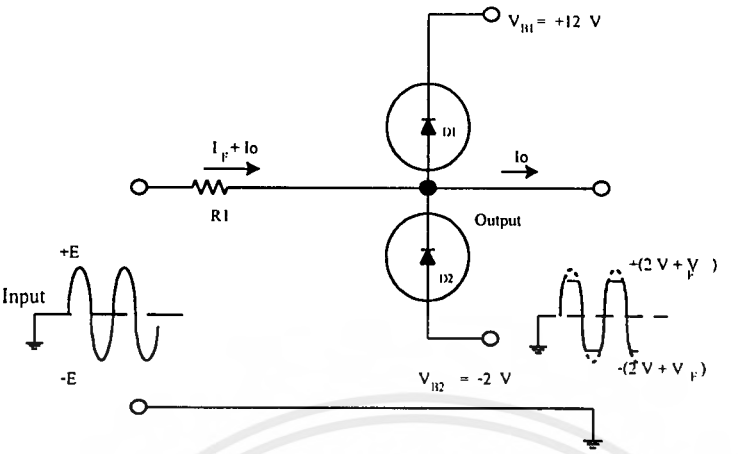
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



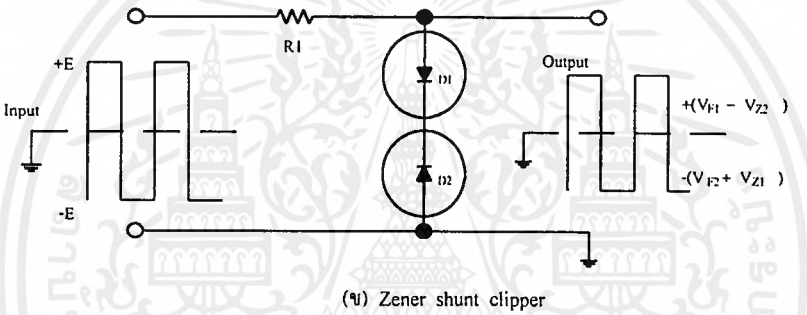
รูปที่ 3.2 วงจรตัดรูปคลื่นไดโอดขนาน แบบ Negative และ Positive

วงจรตัดรูปคลื่นแบบขนานที่ไบแอสโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Shunt Clipper) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 (ข) โดยต่อซีเนอร์ไดโอด 2 ตัว D1 และ D2 จะทำให้ขนาดของแรงดันออกทางด้านบวกสูงสุดเท่ากับ +(VF1+VF2) และขนาดของแรงดันด้านเข้าต่ำสุดเท่ากับ -(VF2+VZ1) และ vf1, vF2 แรงดันไบแอสตรง วงจรนี้ทำงานได้เหมือนกับวงจรรูป 3.3 (ก) แต่ไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายภายนอกเป็นตัวไบแอสให้ใช้ซีเนอร์ไดโอดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) Biased diode shunt clipper



(ข) Zener shunt clipper

รูปที่ 3.3 วงจรตัดรูปคลื่นแบบขนานไดโอด

(ก) มีไบแอส โดยใช้แหล่งจ่ายไฟตรงภายนอก

(ข) มีไบแอส โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

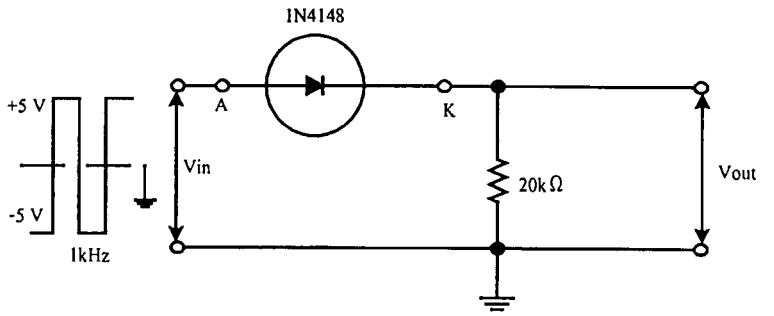
1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 3 (วงจรตัดรูปคลื่น) 1 การ์ด

ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองที่ 1 วงจรตัดรูปคลื่นแบบไดโอดอนุกรม

1.1 ต่อวงจรทดลองตามรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรการทดลองข้อ 1.1

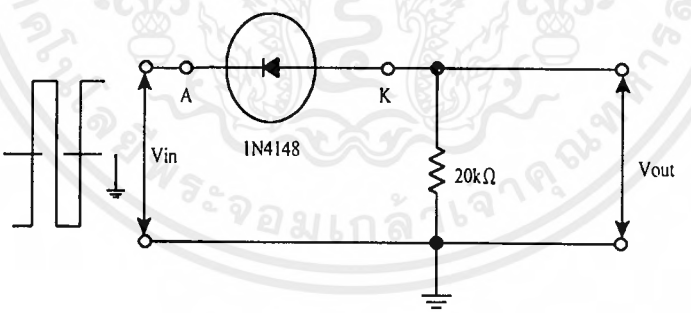
1.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคปดังนี้

แชนแนล 1 และ 2 : v/div = 5V

: V/div = 0.2 ms

1.3 แชนแนล 1 รูปคลื่น Vin และแชนแนล 2 วัดรูปคลื่น Vout บันทึกรูปคลื่นที่วัดได้ลงในรูปที่ 3.6

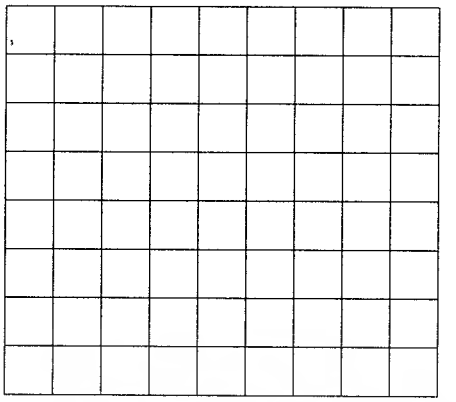
1.4 ต่อวงจรตามรูป 3.4 ใหม่ โดยกลับขั้วไดโอด ดังรูปที่ 3.5 ทำการทดลองใหม่



รูปที่ 3.5 วงจรการทดลองที่ 1.4

1.5 ทำการทดลองตามข้อ 1.3 อีกครั้งบันทึกภาพแรงดัน Vout ลงในรูปที่ 3.6 (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

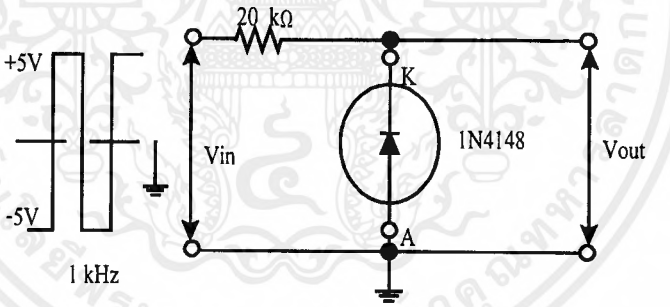


Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 3.6 สัญญาณ Vin และ Vout ของวงจรการทดลองข้อ 1.1

การทดลองที่ 2 วงจรตัดรูปคลื่นไดโอด

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3.7



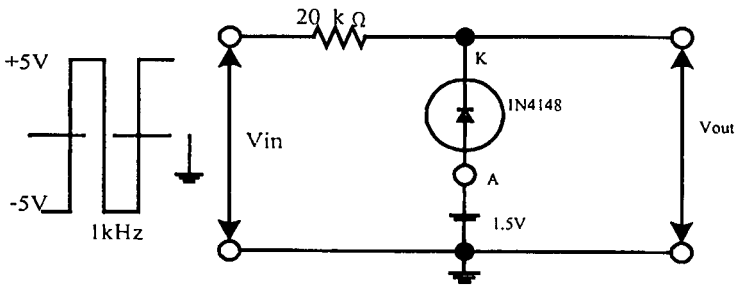
รูปที่ 3.7 วงจรการทดลองข้อ 2.1

2.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคป เหมือนกับการทดลองที่ 1 ข้อ1.2

2.3 ใช้ออสซิลโลสโคปแชนแนล 1 วัดรูปคลื่น Vin แชนแนล 2 วัดรูปคลื่น Vout บันทึกรูปคลื่นที่วัดรูปคลื่นที่วัดได้ลงในรูปที่ 3.9

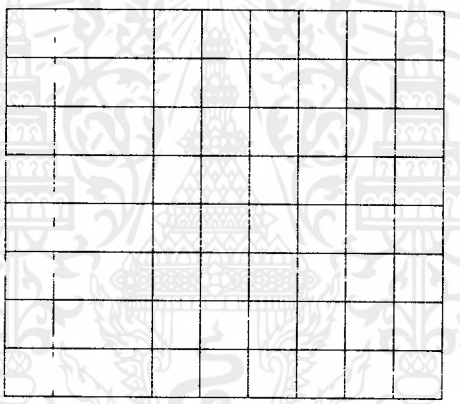
2.4 ต่อวงจรใหม่โดยกลับขั้วไดโอด ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรการทดลองที่ 2.4

2.5 ทำการทดลองตามข้อ 2.3 อีกครั้ง บันทึกรูปคลื่นแรงดัน Vout ลงในรูปที่ 3.9 (ข)



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 3.9 สัญญาณ Vinและ Vout ของวงจรการทดลองข้อ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงแสดงวิธีการคำนวณแรงดันขาออกด้านบวก (+V) และแรงดันออกต่ำสุด (-V) ของวงจรทดลองในรูปที่ 3.4 ถึง 3.7

1.1 คำนวณวงจร (3.4) Vout (ด้าน +V) = +(E - Vf) = ----------โวลต์

Vout (ด้าน -V) = -(Isx R) = ----------โวลต์

1.2 คำนวณวงจร (3.5) Vout (ด้าน +V) = (Isx R) = ---------- โวลต์

Vout (ด้าน -V) = -(E - Vf) = ---------- โวลต์

1.3 คำนวณวงจร (3.6) Vout (ด้าน +V) = +(E - IoR) = ---------- โวลต์

Vout (ด้าน -V) = -Vf = ---------- โวลต์

1.4 คำนวณวงจร (3.7) Vout (ด้าน +V) = +Vf = ---------- โวลต์

Vout (ด้าน -V) = -(E - IoR) = ---------- โวลต์

2. นำค่าที่คำนวณได้ในข้อที่ 1 มาเปรียบกับค่าที่ทดลองได้ จากการทดลองข้อที่ 1 และ 2 โดยนำค่าที่ได้มาใส่ลงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 3.3 ตารางการเปรียบเทียบค่าระหว่างการทดลองและการคำนวณ

วงจรที่	ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณได้		ค่าผิดพลาด	
	+V	-V	+V	-V	ด้านบวก	ด้านลบ
3.4						
3.5						
3.6						
3.7						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4

วงจรแคลมป์ (Clamp Circuit)

วัตถุประสงค์

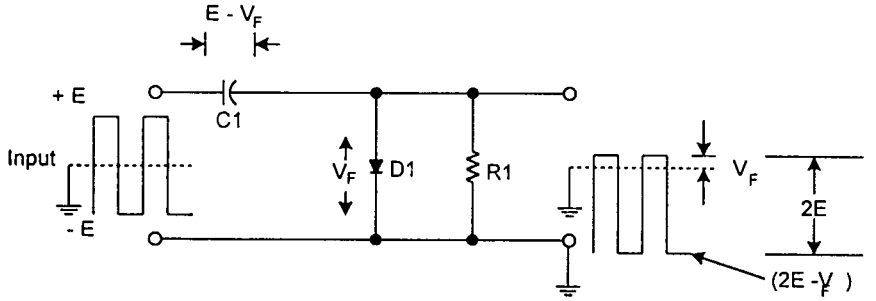
1. สามารถศึกษาการทำงานของวงจรแคลมป์ที่ใช้ไดโอดเป็นตัวเก็บประจุได้
2. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นด้านเข้าด้านออกของวงจรได้
3. สามารถคำนวณหาค่าความต้านทานเพื่อออกบบวงจรแคลมป์ได้
4. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรได้

ทฤษฎี

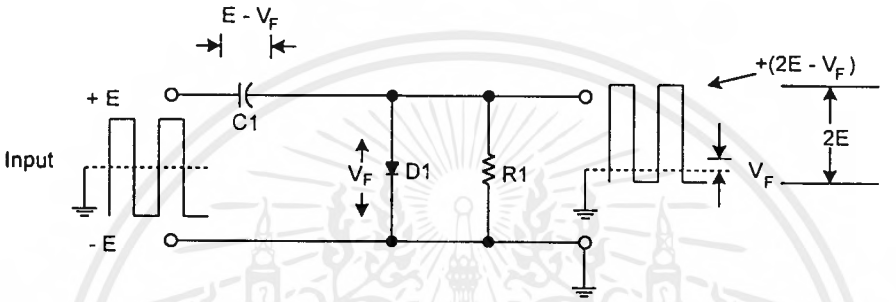
วงจรแคลมป์ (Diode Clamp circuits) คือ วงจรที่สามารถตรึงระดับแรงดันทางสัญญาณเข้าที่เป็นรูปคลื่นไฟสลับให้เลื่อนขึ้นด้านบวก (Positive) หรือเลื่อนลงด้านลบ(Negtive) ได้ โดยขนาดของแรงดันเข้าไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับวงจรแคลมป์ด้านลบ (Negitve Voltage Clamper) ดังแสดงในรูป 4.1(ก) ในวงจรประกอบด้วย ตัวเก็บประจุ C1 ไดโอด D1 และตัวต้านทาน R1 และวงจรแคลมป์ด้านบวก (positive voltage Clamper) ดังแสดงในรูป 4.1 (ข)

วงจรแคลมป์ที่มีไบแอส (Biased Clamper Circuits) คือ วงจรที่สามารถตรึงระดับแรงดันด้านบวกที่ต้องการเช่น วงจรในรูป 4.2 (ก) ที่แคโธดของ D1 ต่อกับแหล่งจ่ายไฟตรงให้ไบแอส (VB) = 2 v วงจรนี้เป็นวงจรปรับระดับแรงดันลบ ซึ่งถ้าไม่มีแหล่งจ่ายไบแอส Vo จะเท่ากับ VF เมื่อต่อแหล่งจ่ายไบแอส ดังรูป 4.2 (ก) แรงดัน Vo สูงสุด = VB+VF ขนาดของแรงดันลบต่ำสุดคือ -(2E-VB-VF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) Negative Voltage Ciamper



(ข) Positive Voltage Ciamper

รูปที่ 4.1 วงจรแคลมป์ที่มีไบแอสแบบ Negative และ Positive

จากรูป 4.2 (ก) แรงดันลบด้านออก = - (E+(E-2V-VF)

Vo = - (2E-2V-VF)

ค่าแรงดันจากยอดถึงยอดที่ด้านออก = แรงดันสูงสุดด้านบวก - แรงดันสูงสุดด้านลบ

= (2E+VF) - (-(2E-2V-VF))

= 2E

วงจรแคลมป์ด้านบวกที่มีไบแอส แสดงในรูปที่ 4.2 (ข) ต่างจากวงจร 4.2 (ก) ที่ขั้วของ C1 และการต่อไดโอด D1

VC = -(E) - (2V-2VF)

= -(E+2V-VF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

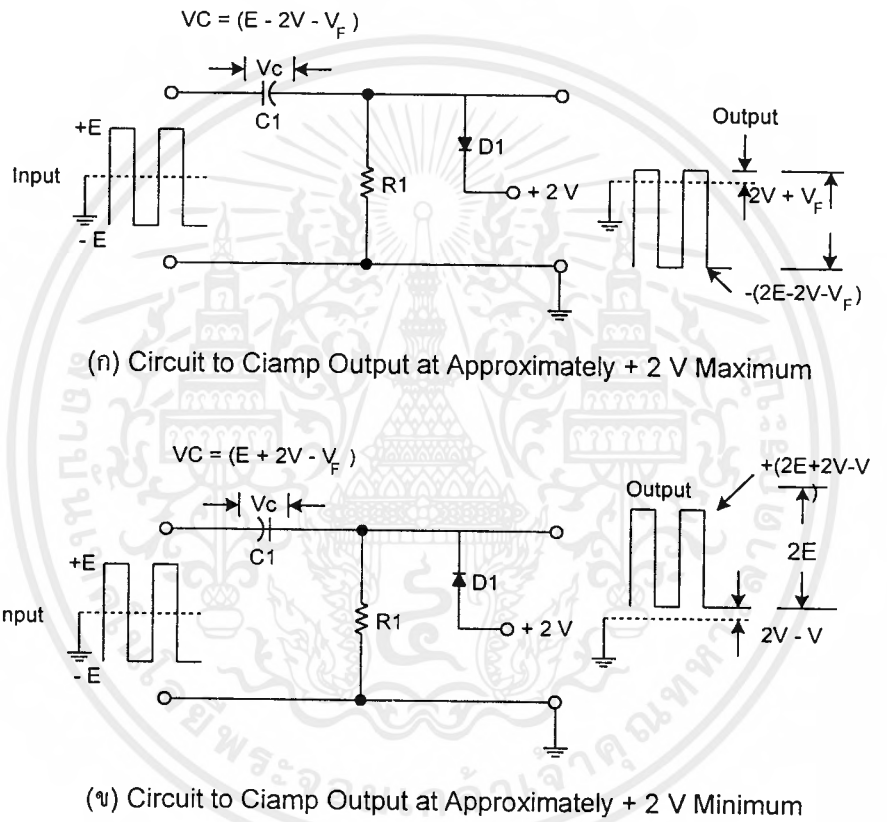
ขนาดของแรงดันด้านออกสูงสุด

= E+E2V-VF

= 2E+2V-VF

= 2E

ค่าแรงดัน Vo ต่ำสุด = 2V-VF



รูปที่ 4.2 วงจรแคลมป์ที่มีไบแอสแบบ Negative และ Positive

วงจรแคลมป์ที่ใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Clamper) คือ วงจรแคลมป์ที่มีไบแอสให้กับวงจรใช้ซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวไบแอสแทน การต่อวงจรไดโอดต่อตามวงจรเดิม คือ วงจรแคลมป์ด้านลบจะต่อแอโนดของ D1 เข้ากับจุดด้านออกเหมือนวงจรด้านออกเหมือนวงจรที่ไบแอสด้วยซีเนอร์ไดโอดในรูป 4.3 (ก) และ D2 เป็นซีเนอร์ไดโอดเข้าไบแอสที่ขั้วแคโทดของ D1 โดยต่อแคโทดของไดโอดทั้ง 2 เข้าด้วยกันในกรณีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Vc = (E\text{-}VZ\text{-}VF)$$

$$Vc(\text{สูงสุด}) = VZ+VF$$

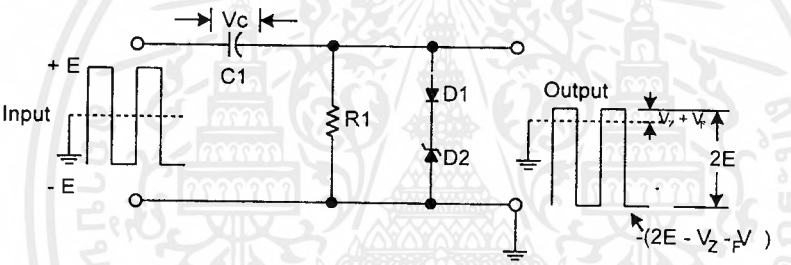
$$Vo(\text{ต่ำสุด}) = -(2E\text{-}VZ\text{-}VF)$$

จากวงจร 4.3 (ข) เป็นวงจรแคลมป์บวกที่มีไบแอส โดยใช้ซีเนอร์ไดโอดทำได้ โดยต่อไดโอด D1 เหมือนวงจรดังรูปที่ 4.2 (ข) และต่อแอโนดของซีเนอร์ D2 เข้ากับแอโนดของ D1 ในกรณีนี้

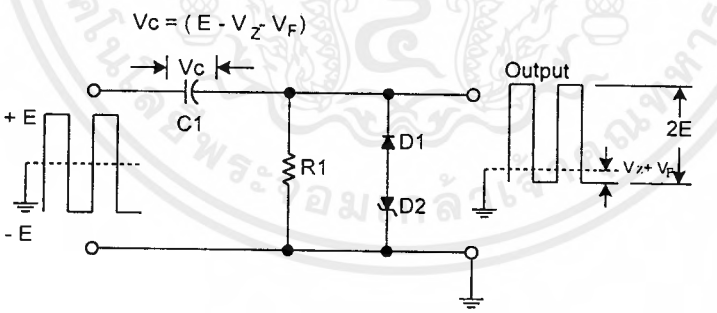
$$Vc = -(E\text{-}VZ\text{-}VF)$$

$$Vo(\text{สูงสุด}) = +(2E\text{-}VZ\text{-}VF)$$

$$Vo(\text{ต่ำสุด}) = -(VZ+VF)$$



(ก) Circuit to Clamp Output at Approximately + Vz Maximum



(ข) Circuit to Clamp Output at Approximately - Vz Minimum

รูปที่ 4.3 วงจรแคลมป์ที่ใช้ซีเนอร์ไดโอด

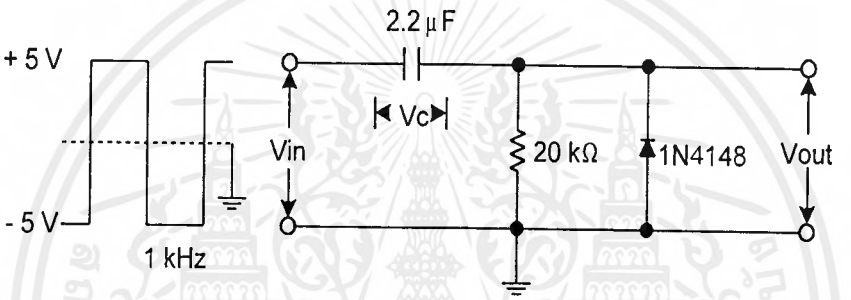
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 4 (วงจรแคลมป์) 1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

การทดลองที่ 1 วงจรแคลมป์ด้านบวก

1.1 ต่อวงจรทดลองตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรการทดลองข้อ 1.1 (Positive Clampler)

1.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคปดังนี้

แชนแนล 1 และ2 : V/div = 5V

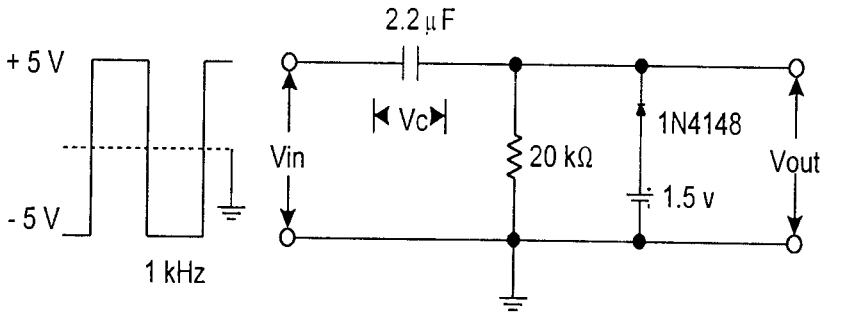
: T/div = 2.2 mS

1.3 ใช้ออสซิลโลสโคปแชนแนล 1 วัดรูปคลื่น Vin และแชนแนล 2 วัดรูปคลื่น Vout บันทึกผลลงในรูปที่ 4.6

1.4 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน Vc ได้ว่า Vc = ---------- โวลต์

1.5 ต่อวงจรทดลองใหม่โดยใช้แบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ ไบแอสให้กับไดโอดตามรูปที่ 4.5

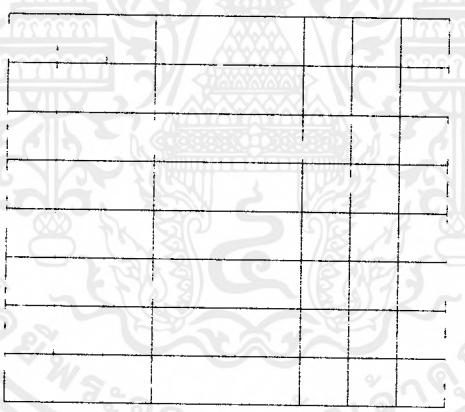
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรการทดลองข้อ 1.5 (Biased Positive Clampler)

1.6 คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคปตามข้อ 1.2 แล้ววัดรูปคลื่นของแรงดัน Vout อีกครั้งลงในรูปที่ 4.6 (ข)

1.7ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดัน Vc ได้ว่า Vc = ---------- โวลต์



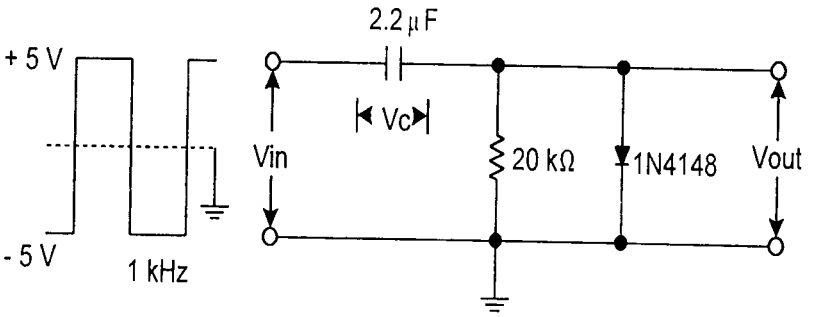
Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 4.6 สัญญาณ Vin และ Vout ของวงจรการทดลองข้อ 1.5

การทดลองที่ 2 วงจรแคลมป์ด้านลบ

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



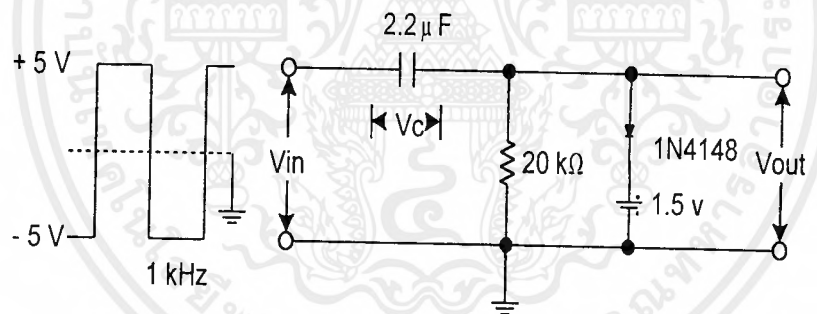
รูปที่ 4.7 วงจรการทดลองข้อ 2.1 (Negative Clamper)

2.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคปตามการทดลองที่ 1 ข้อที่ 1.2

2.3 ใช้ออสซิลโลสโคปแชนแนล 1 วัดรูปคลื่น Vin และแชนแนล 2 วัดรูปคลื่น Vout บันทึกผลการทดลองลงในรูปรูปที่ 4.9

2.4 ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดัน Vc ได้ว่า Vc = ---------- โวลต์

2.5 ต่อวงจรทดลองใหม่ โดยใช้แบตเตอร์รี่ 1.5 โวลต์ไบแอสให้กับไดโอดตามรูปที่ 4.8

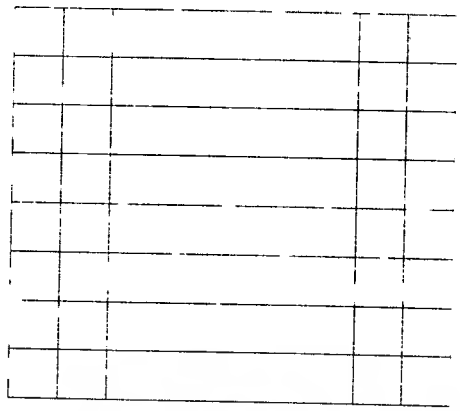


รูปที่ 4.8 วงจรการทดลองข้อ 2.5 (Biased Negative Clamper)

2.6 ใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่น Vout อีกครั้ง บันทึกผลลงในรูปที่ 4.9

2.7 ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดัน Vc ได้ว่า Vc = ---------- โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 4.9 สัญญาณ Vin และ Vout ของวงจรการทดลองข้อ 2.1

คำถามท้ายการทดลอง

1. ค่าแรงดันตกคร่อม C ที่วัดได้จากการทดลองแตกต่างจากค่าที่คำนวณได้หรือไม่ จงพิสูจน์ และเปรียบเทียบผลความแตกต่างเป็นร้อยละ (%)

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ทดลองและที่คำนวณได้

วงจรที่	ค่าที่วัดได้ Vc (V)	ค่าที่คำนวณได้ Vc (V)	ค่าผิดพลาด %
4.4			
4.5			
4.6			
4.7			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นในข้อที่ 2 เกิดได้เพราะเหตุใด จงให้เหตุผลประกอบตามสมควร

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5
(การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวกลับสัญญาณ)

วัตถุประสงค์

1. สามารถประกอบวงจรและและตรวจสอบจุดบกพร่องของวงจรได้ โดยการวิเคราะห์ค่าแรงดันที่จุดต่างๆ ของวงจรได้
2. สามารถอธิบายการทำงานของวงจรกลับสัญญาณที่ใช้ทรานซิสเตอร์ได้
3. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรได้

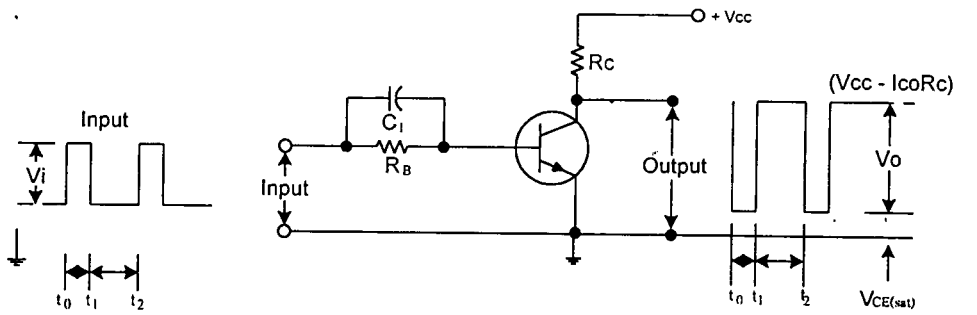
ทฤษฎี

วงจรกลับสัญญาณแบบต่อตรง การทำงานของวงจรกลับสัญญาณแบบต่อตรง (Direct Coupled Invertor) คือ การนำเอาสวิตช์ทรานซิสเตอร์แบบอิมิเตอร์ร่วม โดยป้อนสัญญาณอิตพุตซึ่งอาจเป็นสี่เหลี่ยมหรือรูปคลื่นไซน์

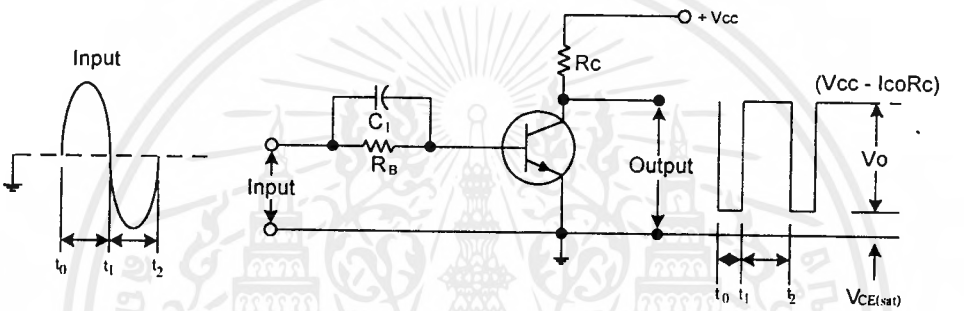
จากรูปที่ 5.1 (ก) เมื่อสัญญาณเข้าเป็นคลื่นด้านบวกที่เวลา t0- t1 จะมีกระแสเบสไหลเข้าทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์จะนำกระแส (สวิตช์ปิด) แรงดันเอาต์พุตที่เวลา t0- t1 จะเท่ากับ $V_{CE(sat)}$ และที่เวลา t1 -t2 สัญญาณอินพุตจะเท่ากับศูนย์ ทรานซิสเตอร์จะไม่นำกระแส V_{CE} จะมีค่าเท่ากับ (VCC - ICO x RC = VCC)

จากรูปที่ 5.1 (ข) เมื่ออินพุตเป็นคลื่นด้านบวก เวลา t0 -t1 ทรานซิสเตอร์จะนำกระแส ทำให้แรงดันด้านเอาต์พุตเท่ากับ $V_{CE(set)}$ ในทำนองเดียวกัน เมื่ออินพุตที่เวลา t0 - t1 เป็นคลื่นด้านลบ ทรานซิสเตอร์ได้รับไบแอสที่เบสจะไม่นำกระแส ทำให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ (V_{CC} - I_{CO} x R_C = Vcc) จะเห็นว่า ทั้งสองกรณีจะได้รูปคลื่นเอาต์พุตเป็นพัลส์สี่เหลี่ยมมีขนาดประมาณ V_{cc} และขนาดต่ำสุดเท่ากับ $V_{CE(set)}$ และรูปสัญญาณอินพุต จึงเรียกวงจรนี้ว่าวงจรกลับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) Inverter with a positive pulse input wavefrom



(ข) Inverter with a sine wave input

รูปที่ 5.1 วงจรกลับสัญญาณแบบต่อตรงมีสัญญาณอินพุตเป็นพัลส์สี่เหลี่ยมรูปคลื่นไซน์

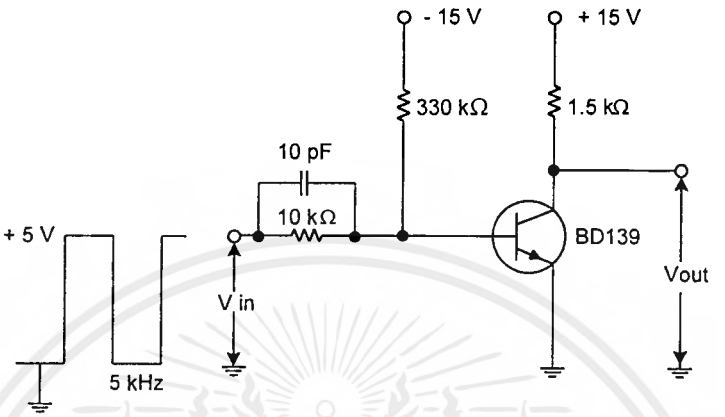
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 5 (วงจรกลับสัญญาณ) 1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 5.2



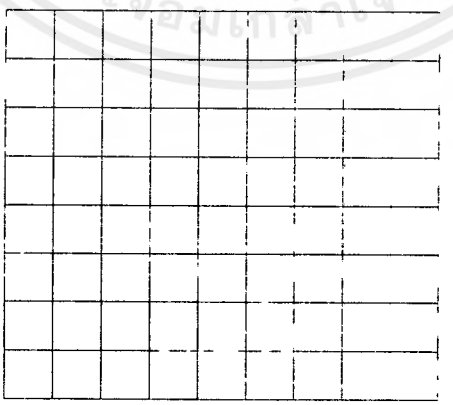
รูปที่ 5.2 วงจรการทดลองข้อ 1.1

1.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณ จากนั้นตั้งออสซิลลสโคปดังนี้

แชนแนล 1 และ 2 : V/div = 5 mS

: T/div = 50 μF

1.3 ใช้แชนแนล 1 วัดรูปคลื่น Vin และแชลแนล 2 วัดคลื่น Vout บันทึกผลการวัดลงใน รูปที่ 5.3



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 5.3 สัญญาณ Vin และ Vout ของวงจรการทดลองข้อ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุ 10 pF ในวงจรรูปที่ 5.2 ทำหน้าที่อะไร และมีชื่อเรียกว่าอย่างไร

---

2. จงอธิบายการทำงานของวงจรกลับสัญญาณมาพอเข้าใจ

สรุปผลและวิจารณผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6
วงจรจุดชนวนของชมิตต์

วัตถุประสงค์

1. สามารถศึกษาหลักการทำงานวงจรจุดชนวนของชมิตช์ ที่ใช้ทรานซิสเตอร์
2. สามารถทดลองหาค่า UTP และ LTP ของวงจรจุดชนวนของชมิตต์
3. สามารถทดลองวัดรูปคลื่นขาเข้าและขาออกของวงจรได้

ทฤษฎี

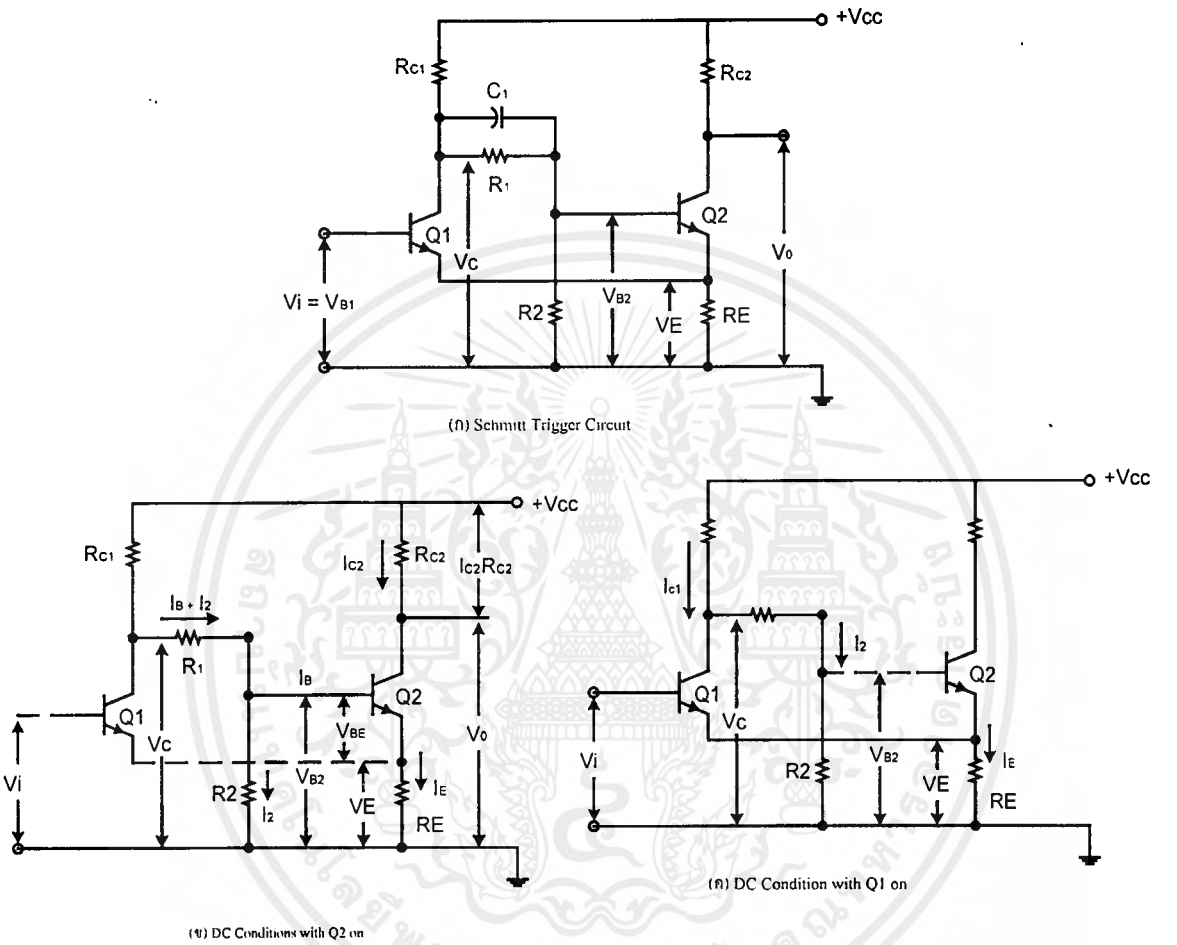
วงจรจุดชนวนของชมิตต์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ (Transistor Schmitt Trigger Circuit).ดังแสดงในรูปที่ 6.1 (ก) ประกอบไปด้วยวงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์ 2 วงจรต่ออิมิเตอร์ร่วมกันและด้านออกของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 1 (Q1) ต่อเข้ากับเบสของทรานซิสเตอร์ตัวที่ 2 (Q2) ที่อิมิเตอร์จะต่อตัวต้านทานร่วม (Common Emitter Resistor, RE) ตัวเดียวกัน กำหนดให้แรงดันที่เบสของ Q1 คือ V_{B1} และแรงดันที่เบสของ Q2 คือ V_{B2} สำหรับแรงดัน Output ของ Q1 คือ V_{C1} และแรงดันเอาต์พุตของ Q2 คือ Vo วงจรจุดชนวนของชมิตต์เป็นวงจรที่ใช้สร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมโดยวิธีการป้อนสัญญาณแรงดันรูปคลื่นไซน์หรือคลื่นสามเหลี่ยมที่มีขนาดมากกว่าแรงดันที่ตั้งไว้กับวงจรดังกล่าวได้

จากรูปที่ 6.1 (ก) เมื่อจ่ายแรงดัน V_{CC} ให้กับวงจรและไม่ป้อนแรงดันด้านเข้า (Vi) ทรานซิสเตอร์ Q1 จะคัตออฟและเกิดกระแสคอลเลคเตอร์ของ Q2 ผ่าน R_{C1} และผ่าน R1 เท่ากับ (I_B+I2) ดังรูปที่ 6.1(ข) กระแสดังกล่าวจะไหลเข้าเบส Q2 (I_B) และแยกไหลผ่าน R2(I2) เกิดแรงดันตกคร่อม R2 = V_{B2} และทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 นำกระแสอิ่มตัว (Q2 = on) เกิดแรงดันที่รอยต่อเบสและอิมิเตอร์ของ Q2 = V_{BE} เกิดกระแส I_{C2} ไหลผ่าน R_{C2} และผ่านคอลเล็คเตอร์ของ Q2 มาสู่อิมิเตอร์ เกิดกระแส I_E ผ่าน R_E และแรงดันตกคร่อม R_E คือ V_E สภาวะที่ Q2 ทำงานนี้ Q1 จะไม่ทำงาน (คัตออฟ) แรงดัน Vo เท่ากับ $V_E + V_{CE(sat)} = V_{CC} - I_{C2} R_{C2}$

จากรูป6.1 (ค) เมื่อปรับแรงดันด้านเข้า (Vi) ที่ป้อนให้เบสของ Q1 เพียงพอที่จะทำให้เบสของ Q1 เพิ่มขึ้นจนกระทั้งถึงค่าแรงดันค่าหนึ่ง จะเกิดกระแสเบสไหลเข้า Q1 เพียงพอที่จะทำให้ Q1 ซึ่งคัตออฟอยู่นำกระแสจนอิ่มตัวได้ค่าแรงดันดังกล่าวเรียกว่า UTP (Upper Trigger Point) จากรูปที่ 6.1 (ค) ค่า UPT = $V_E + V_{BE(set)} = V_{B2}$ เมื่อ Q2 ทำงานถึงย่านอิ่มตัวจะเกิดกระแส I_{C1} ไหลผ่าน RC1 มาที่อิมิเตอร์ของ Q1 และผ่าน R_E ดังนั้น I_E ในรูป 6.1 (ค) จะเท่ากับ I_{C1} และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_{C1} = V_{CE}$ (set) + V_E จะเห็นได้ว่ามีกระแสไหลผ่าน Q2 ดังนั้น Q2 จะคัตออฟ ในสภาวะแรงดัน V_o จะเท่ากับ Vcc



รูปที่ 6.1 วงจรจุดชนวนของชมิตต์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์

เมื่อปรับแรงดัน VI จน Q1 = on จะทำให้ Q2 = off ถ้าต้องการเปลี่ยนสภาวะการทำงานของวงจรให้กลับ ดังรูปที่ 6.1 (ข) ทำได้ โดยปรับค่าแรงกัน Vi ให้ลดต่ำกว่าค่าแรงดันค่าหนึ่ง (ซึ่งค่านี้ต่ำกว่าค่า UTP) เรียกว่าจุด LPT (Lower Trigger Point) เพราะเมื่อลดค่า Vi ลงทำให้ I_B ที่ป้อนเข้า Q1 ลดลงจนกระทั้ง Q1 คัตออฟ กระแสจะไหลผ่านคอลเลกเตอร์ของ Q1 จะทำให้เกิดกระแส $I_B + I_2$ ผ่าน R1 เกิดสภาวะการทำงานดังรูปที่ 6.1(ข) อีกครั้ง

วงจรจุดชนวนของชมิตต์จะทำงาน 2 สภาวะเท่านั้น คือ

1. เมื่อ Vi มากกว่าหรือเท่ากับ UTP ทำให้ Q1 = on ,Q2 = off
2. เมื่อ Vi น้อยกว่าหรือเท่ากับ LTP ทำให้ Q1= off , Q2 = on

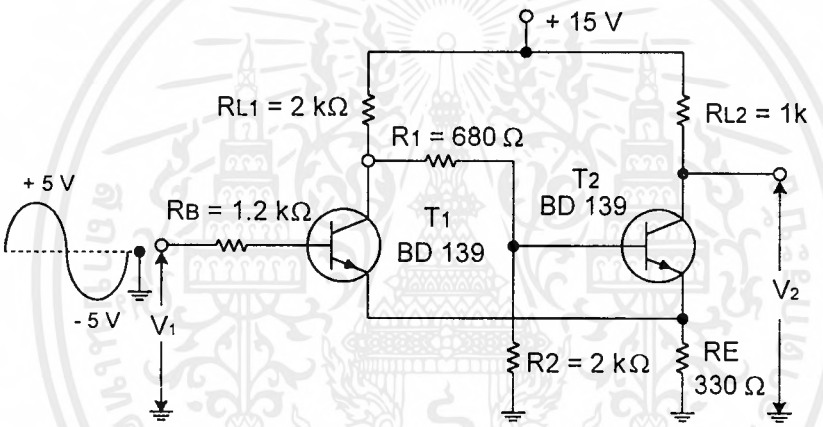
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 6 (วงจรจุดชนวนของชมิตต์) 1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ต่อวงจรการทดลอง ดังรูปที่ 6.2 ปรับค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้า Vin ให้เท่ากับ 0 โวลต์



รูปที่ 6.2 วงจรการทดลองข้อ 1.1 (Schmitt Trigger Circuit)

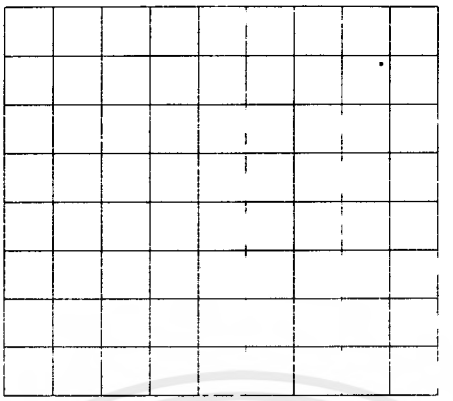
2. คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคป ดังนี้

แชนแนล 1 และ 2 : V/div 5 V

: T/div 0.5 mS

3. ใช้แชนแนล 1วัดรูปคลื่นไซน์ทางด้านเข้าของวงจร Vin (V1) และแชนแนล 2วัดรูปคลื่นขาออก Vout (V2) ของวงจร บันทึกผลการวัดในรูปที่ 6.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 6.3 ผลการทดลองของวงจรจุดชนวนของชมิตต์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ที่มีสัญญาณขาเข้าเป็นคลื่นไซน์

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากผลการทดลองที่ 1 จงสรุปว่าค่าแรงดัน UTP และ LTP ที่ทดลองได้มีค่าเท่าไร

UTP = ----------โวลต์

LTP = ---------- โวลต์

2. จงอธิบายการทำงานของวงจรจุดชนวนของชมิตต์มาพอเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 7
วงจรอะสเตเบิลที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555

วัตถุประสงค์

1. สามารถสร้างวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้วงจรรวมเบอร์ 555 ได้
2. สามารถทดลอง กำหนดค่าคาบเวลาของสัญญาณด้านออกของวงจรได้
3. สามารถทดลองหาความสัมพันธ์ของค่าคงตัวเวลาของวงจร กับความถี่ของสัญญาณด้านออกได้

ทฤษฎี

วงจรอะสเตเบิลที่ใช้ไอ.ซี. เบอร์ 555 (555 Astable Multivibrator) สร้างได้ โดยต่อขา 2 (Trigger Input) เข้ากับขา 6 (Threshold) ซึ่งต่อ C_A อยู่ เพื่อให้แรงดันที่เปลี่ยนแปลงของ C_A ป้อนเข้ากระตุ้นการทำงานของวงจรแทนสัญญาณจุดชนวนจากภายนอก พิจารณาจากรูปที่ 7.1 (ก) และเพิ่ม R_B เป็นตัวต้านทานที่ใช้ในการเก็บและการคายประจุของ C_A โดยต่อเข้ากับขา 7 (Discharge)

การทำงานของวงจร เมื่อ V_{CA} ต่ำกว่า 1/3 V_{CC} แรงดันที่ขาลบของออปแอมป์ เปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 จะต่ำกว่าแรงดันที่ขาบวก (เพราะ $V_{CA} = 1/3V_{CC}$) ลอจิกด้านออกของออปแอมป์ตัวที่ 2 จะเป็น high และฟลิปฟลอปจะอยู่ในสภาวะ Set ทำให้ Q เป็น low ขณะนี้ Q1 จะ off และ C_A จะทำการเก็บประจุผ่าน R_A และ R_B เมื่อ C_A เก็บประจุจนแรงดันเท่ากับ 2/3V_{CC} ที่ขาบวกของออปแอมป์ เปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 จะมีแรงดันต่ำกว่าที่ขาลบ ด้านออกของออปแอมป์ตัวที่ 1 จะเป็น high ทำให้สถานะของฟลิปฟลอปเป็น Reset ผล คือ Q = high และทรานซิสเตอร์ Q1 = on ทำให้ C_A คายประจุผ่าน Q1 ที่ R_B และ C_A จะคายประจุจนกระทั่งแรงดัน V_{CA} = 1/3V_{CC} ที่จุดนี้ด้านออกของฟลิปฟลอปเป็น low ทรานซิสเตอร์ Q1 จะ off อีกครั้ง กระบวนการนี้จะเกิดต่อเนื่องตลอดไป ผลที่ได้รับคือ Vo ที่ขา 3 ของไอ.ซี. 555 เป็นรูปพัลซ์สี่เหลี่ยมที่มี PW = t1 ดังรูปที่ 7.1 (ก)

การออกแบบวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอ.ซี. 555 คือ การคำนวณค่า R_A, R_B และ C_A ที่เหมาะสมกับความถี่ของ Vo ที่ต้องการ โดยพิจารณาที่ C_A เก็บประจุจะมีกระแส I_C ผ่าน (R_A + R_B) จากแรงดัน 1/3V_{CC} จนถึง 2/3V_{CC} ดังนั้น Eo จะเท่ากับ 1/3V_{CC} และ 2/3V_{CC} และแรงที่จ่ายให้กับตัวเก็บประจุ E = V_{CC} จากสมการ

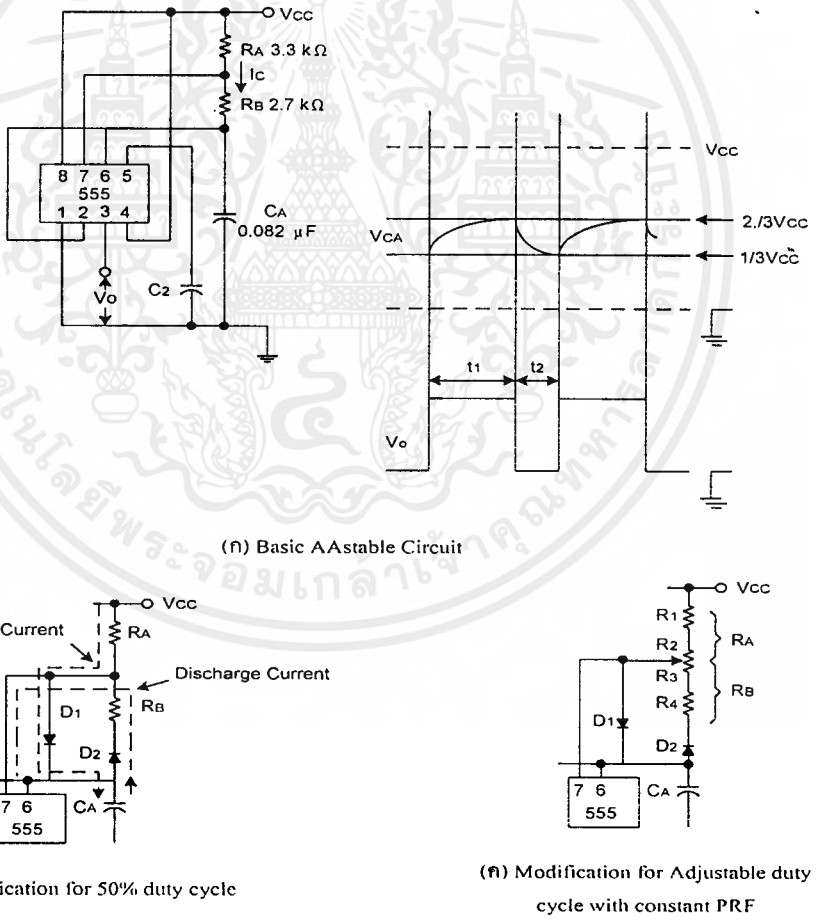
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t1 = 0.693\ C_A\ (R_A + R_B) \quad \text{.... 7.1}$$

เมื่อ C_A คายประจุ ค่าของ $R_O = 2/3V_{CC}$, $e_C = 2/3V_{CC}$ และ $E = 0$ เมื่อแทนค่าเหล่านี้ลงในสมการจะได้ว่า

$$t = 0.693\ C_A\ R_B \quad \text{.... 7.2}$$

จากสมการ 7.1 จะพิจารณาได้ในรูปที่ 7.1 (ก) กระแสในการเก็บประจุจะไหลผ่าน ($R_A + R_B$) แต่เมื่อพิจารณาสมการ 7.2 จะเห็นว่ากระแสในการคายประจุจะผ่านเฉพาะ R_B และไหลเข้าขา 7 ของไอ.ซี. 555



รูปที่ 7.1 (ก) วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555

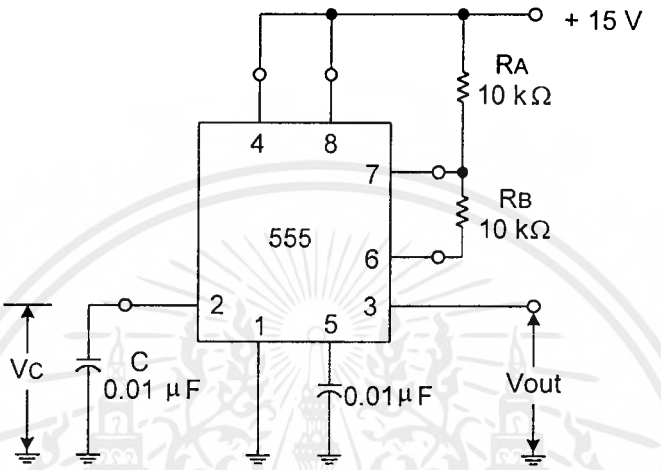
(ข) ทิศทางของกระแส Charge และ Discharge ของ C_A

(ค) วงจรการปรับค่า Duty Cycle ของ Vo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 ต่อวงจรการทดลอง ดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 วงจรการทดลองข้อ 1.1

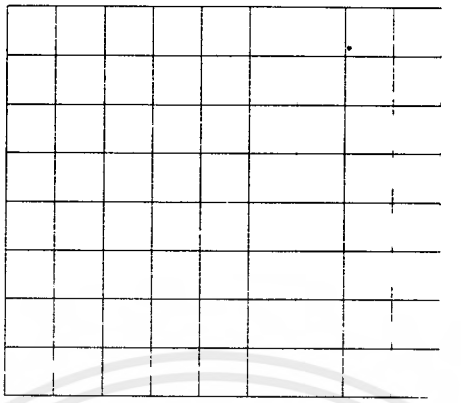
1.2 คลิกปุ่มวัดสัญญาณ และตั้งออสซิลโลสโคปดังนี้

แชนแนล 1 และ 2 : V/Div = 5 V

: T/Div = 50 µS

1.3 ใช้ออสซิลโลสโคปแชนแนล 1 วัดรูปคลื่นแรงดันที่ขา 2 (VC) และแชนแนล 2 วัดรูปคลื่นแรงดันด้านออกที่ขา 3 (Vout) บันทึกผลการวัดลงในรูปที่ 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 7.3 ผลการทดลองวงจรอะสเตตเบิล ที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555 เมื่อ R_A = 10 kΩ

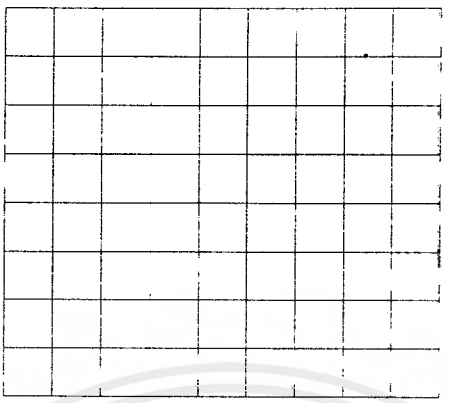
1.4 อ่านค่า t1, t2 และ T จากตารางการทดลองที่ 1 และคำนวณค่าความถี่ของสัญญาณ Vout บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางการทดลองที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ผลของสัญญาณด้านออกของวงจรอะสเตเบิล ที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555

R_A	R_B	ค่าทดลอง		ค่าคำนวณ	
		T	f	T	f
10 kΩ	10 kΩ				
1 kΩ	1 kΩ				

1.5 เปลี่ยนค่า R_A ใหม่เป็น 1 kΩ ทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง บันทึกผลการวัดรูปคลื่น V_C และ Vout ลงในรูปที่ 7.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 7.4 ผลการทดลองวงจรอะสเตตเบิล ที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555
เมื่อ RA = 1 kΩ

1.6 อ่านค่า t1, t2 และ T จากตารางการทดลองที่ 3 และคำนวณค่าความถี่ของสัญญาณ Vout บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 7.1

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงคำนวณหาค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ของรูปคลื่น Vout เมื่อ RA = 10 kΩ และ RA = 1 kΩ

1.1 เมื่อ RA = 10 kΩ, RB = 10 kΩ

Duty Cycle = ----------

1.2 เมื่อ RA = 1 kΩ, RB = 10 kΩ

Duty Cycle = ----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความถี่ด้านออกของสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมที่ได้ จากวงจรอะสเตเบิลที่ใช้วงจรรวมเบอร์ 555 เปลี่ยนแปลงได้ เพราะเหตุใด

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

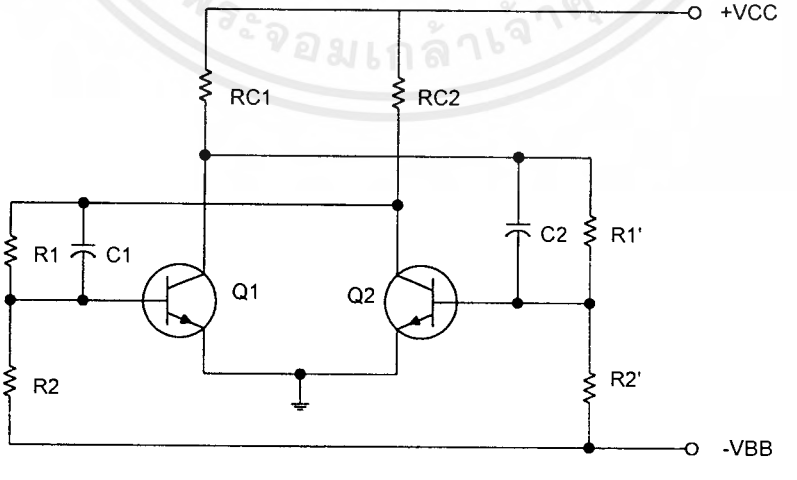
การทดลองที่ 8
เรื่อง ไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

วัตถุประสงค์

1. สามารถอธิบายการทำงานของวงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ได้
2. สามารถตรวจสอบลักษณะของสัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถสรุปผลการทดลองและวิจารณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง

ทฤษฎี

วงจรไบสเตเบิลชนิดคอลเลคเตอร์คัปเบิล คือ วงจรที่ใช้สร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมได้ โดยการรับสัญญาณแรงดันจุดชนวนจากภายนอก โครงสร้างภายในประกอบไปด้วยวงจรสวิตช์ 2 วงจร โดยปกติใช้ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการสวิตช์ สำหรับวงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ เป็นวงจรที่มีการทำงาน 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ Q1 = on, Q2 = off และสภาวะที่ Q1 = off, Q2 = on วงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ จะเปลี่ยนสภาวะการทำงานได้ โดยการใช้สัญญาณจุดชนวนจากวงจรจุดชนวนภายนอก (Trigger Circuit) จุดชนวนที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q1 หรือ Q2 วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ แสดงในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ แบบคอลเลกเตอร์คัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1 วงจรไบสเตเบิล ประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์ NPN เบอร์เดียวกัน 2 ตัว คือ Q1 และ Q2 และค่า $R_{C1} = R_{C2}$, C1 = C2, R1 = R1, R2 = R2

เมื่อพิจารณาวงจรรูปที่ 1 จะเห็นว่า Q_1 เป็นวงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์วงจรที่ 1 และต่อด้านออกของ Q_1 ไปป้อนเข้าที่เบสของสวิตช์ตัวที่ 2 (Q_2) และต่อด้านออกของ Q_2 ไปที่เบสของ Q_1 เช่นกัน เนื่องจากค่าความต้านทานของทรานซิสเตอร์แต่ละตัวเท่ากัน ดังนั้น เมื่อต่อไบแอสให้วงจรจะเกิดสภาวะการทำงาน คือ ทรานซิสเตอร์ตัวหนึ่งจะทำงานในสภาวะอิ่มตัว (Saturation = on) ทำให้ทรานซิสเตอร์อีกตัวหนึ่งทำงานในสภาวะคัตออฟ (Cutoff = off)

การจุดชนวนวงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Bistable Multivibrater Tiggering Circuit) การจุดชนวนวงจรไบสเตเบิลให้เปลี่ยนสภาวะการทำงานของวงจรให้กลับเป็นสภาวะการทำงานตรงข้ามได้ 2 วิธี คือ การให้พัลส์บวกและการให้พัลส์ลบจุดชนวน โดยนำพัลส์บวกจุดชนวนเข้าที่เบสของทรานซิสเตอร์ ตัวที่หยุดนำกระแส (off) ให้ทำงานในสภาวะนำกระแสอิ่มตัว (on) หรือนำพัลส์ลบจุดชนวนเข้าที่เบสของทรานซิสเตอร์ตัวที่กำลังทำงานอยู่ (on) ให้หยุดทำงาน ทั้ง 2 วิธีนี้สามารถต่อวงจรจุดชนวนได้หลายแบบ เช่น วงจรจุดชนวนที่คอลเลกเตอร์ และวงจรจุดชนวนที่เบส เป็นต้น

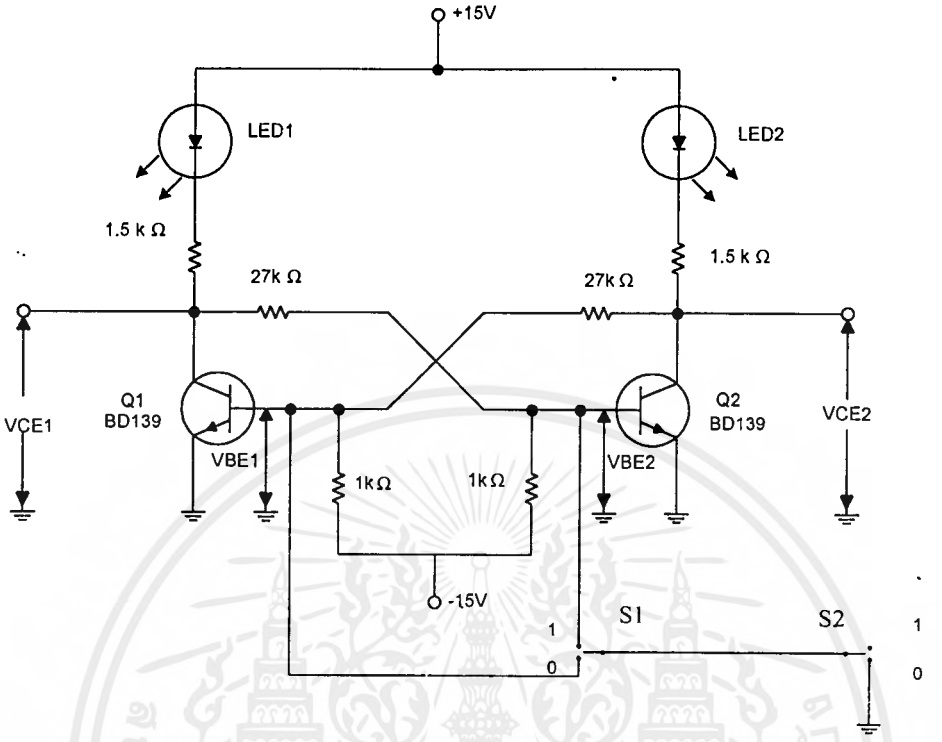
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19)	1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 8 (วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์)	1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์	1 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ดังรูปที่ 8.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.2 วงจรไบสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์แบบอิมอตเตอร์คัปเปิล

2. เลื่อนตำแหน่งสวิตช์ S1 และ S2 เพื่อจุดชนวนวงจรไบสเตเบิลตามที่กำหนดตำแหน่งไว้ในตารางที่ 1 และใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{CE1}, V_{BE1}, V_{CE2}, V_{BE2} บันทึกค่าที่วัดได้ในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ผลแรงดันที่ทดลองได้

ตำแหน่งสวิตช์		V_{CE1} (โวลต์)	V_{BE1} (โวลต์)	V_{CE2} (โวลต์)	V_{BE2} (โวลต์)
S_1	S_2				
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เลื่อนตำแหน่งสวิตช์ S_1 และ S_2 ตามตารางที่ 2 บันทึกผลการ ติด-ดับ ของไดโอดเปล่งแสง ในตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 ผลการติด-ดับของไดโอด

ตำแหน่งสวิตช์		LED1	LED2
S_1	S_2		
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

คำถามท้ายการทดลอง

1. ค่าแรงดันที่จุดต่างๆ ของทรานซีสเตอร์ Q_1 ที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ

1.1 $V_{BE(sat)}$ = ---------- โวลต์

1.2 $V_{BE(off)}$ =---------- โวลต์

1.3 $V_{CE(sat)}$ = ---------- โวลต์

1.4 $V_{CE(off)}$ = ---------- โวลต์

2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างการกระตุ้นวงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ด้วยการใช้แรงดันบวกและการใช้แรงดันลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3: จงอธิบายการทำงานของวงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ มาพอดเข้าใจ

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 9
เรื่องโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

วัตถุประสงค์

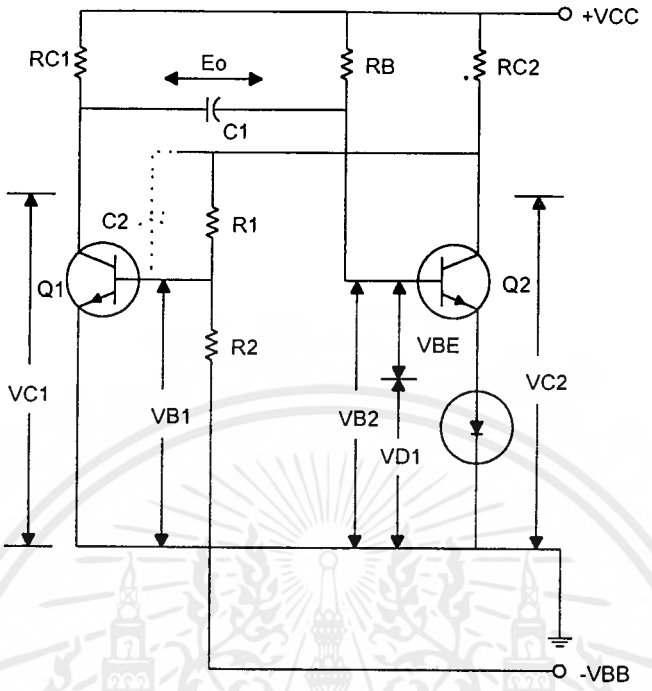
1. สามารถศึกษาการทำงานของจรโมโนสเตเบิล ที่ใช้ทรานซิสเตอร์
2. สามารถวัดค่าและตรวจสอบสัญญาณที่จุดต่างๆ ของวงจรโมโนสเตเบิลได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถสรุปผลการทำงานและวิจารณ์การทดลองได้

ทฤษฎี

วงจรโมโนสเตเบิลหรือวงจรวันช็อต (One-shot Multivibrater) เป็นวงจรที่สร้างหรือกำเนิดรูปคลื่นสี่เหลี่ยมครั้งละ 1 พัลส์ โดยต้องมีสัญญาณพัลส์จุดชนวนจากภายนอกเป็นตัวกำหนดจำนวนพัลส์ด้านออก และพัลส์สี่เหลี่ยมที่กำเนิดได้ จากวงจรโมโนสเตเบิลสามารถกำหนด PW ของสัญญาณได้ โดยกำหนดค่า R และ C จากวงจรโมโนสเตเบิลแบบคอลเลคเตอร์อีกตัวหนึ่ง ดังรูป

การทำงานของวงจรในสภาวะปกติ วงจรโมโนสเตเบิลแบบคอลเลกเตอร์คัปเปิล ดังแสดงในรูปที่ 9.1 ที่เบสของ Q2 ต่อกับความต้านทาน R_B และต่อกับไบแอส $+V_{CC}$ ดังนั้นจึงมีกระแสในสภาวะอิ่มตัว (Q2 = on) ดังนั้น $V_{C2} = V_{CE}(sat) + V_{D1}$ (ไดโอด D1 ต่อเพื่อป้องกันรอยต่ออิมิตเตอร์และเบสของ Q2) และในสภาวะปกติที่จะเกิดแรงดันไฟฟ้าประจุอยู่ใน C1 มีค่าเท่ากับ Eo ($E_o = V_{CC}-V_{B2}$) ดังรูปที่ 9.1 ที่เบสของ Q1 จะต่อ R1 ไปที่คอลเลกเตอร์ของ Q2 และจะต่อ R2 เข้ากับแหล่งจ่ายไบแอสลบ ทำให้ Q1 ไม่นำกระแส ผลคือ $V_{C1} = V_{CC}$ สรุปในสภาวะปกติ Q1 = off. Q2 = on และสัญญาณเอาต์พุตของวงจร คือ $V_{C2} = V_{CE}(sat) + V_{D1}$ และ $V_{B2} = V_{BE} + V_{D1}$ ซึ่งจะมีค่าเป็นลบประมาณ $V_{B2} = V_{C1} - E_o$ ไม่มีกระแสคอลเลกเตอร์ไหลผ่าน R_{C1} ทำให้ V_{C1} มีค่าประมาณเท่ากับ V_{CC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.1 วงจรโมโนสเตเบิลแบบคอลเลกเตอร์คัปเปิลในสภาวะปกติไม่มีสัญญาณพัลส์จุดชนวนจากภายนอกมาควบคุมการทำงาน

การทำงานของวงจรในสภาวะที่ได้รับสัญญาณจุดชนวน สัญญาณจุดชนวนที่จะบังคับให้วงจรโมโนสเตเบิลในรูปที่ 9.1 ทำงานได้จะใช้พัลส์จุดชนวนแบบบวก

การจุดขนวนวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ สัญญาณพัลซ์ที่ใช้จุดชนวนให้วงจรโมโนสเตเบิลทำงานได้มี 2 ลักษณะคือ ใช้พัลส์บวกจุดชนวนที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q1 (ตัวที่ off อยู่) ให้ทำงาน หรือวิธีใช้พัลส์ลบจุดชนวนที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q2

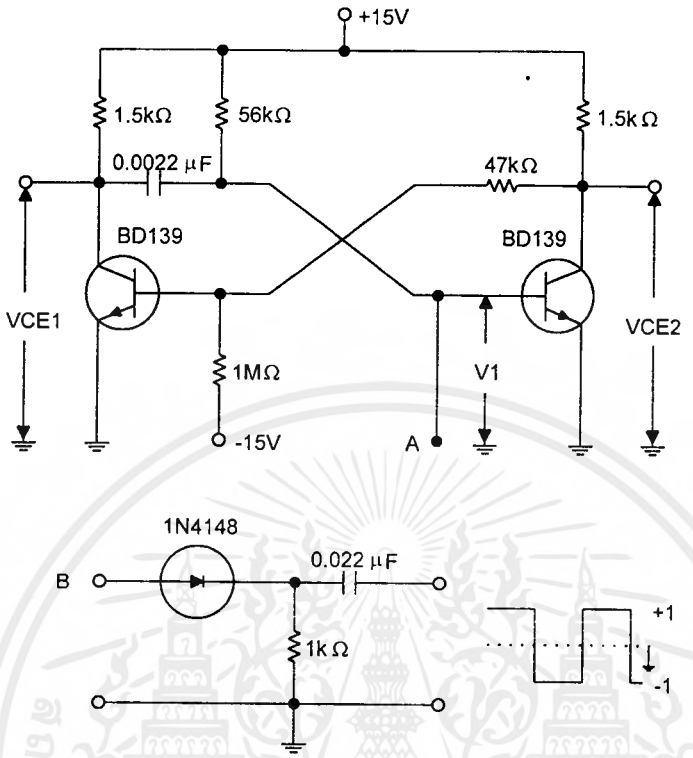
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 9 (วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์) 1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรทดลอง โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ดังรูปที่ 9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.2 วงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

2. เมื่อต่อวงจรการทดลองข้อที่ 1 แล้วยังไม่ต้องป้อนสัญญาณจุดชนวนเข้าที่จุด A ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่า V_{CE1} และ V_{CE2} ได้ว่า

V_{CE1} = ---------- โวลต์

V_{CE2} = ---------- โวลต์

3. คลิกปุ่มวัดสัญญาณ และตั้งค่าออสซิลโลสโคปดังนี้

แชนเนล 1 : V/div = 2 V

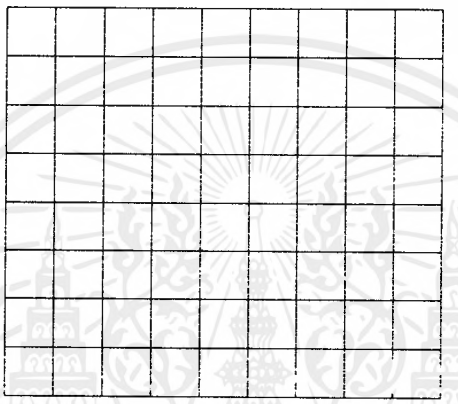
แชนเนล 2 : V/div = 5 V

: T/div = 0.1mS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4: สร้างวงจรป้อนสัญญาณจุดชนวนให้กับวงจรโมโนสเตเบิล ดังรูปที่ 9.2 โดยใช้ Rc และไดโอดต่อวงจร และจุดต่อ A ซึ่งเป็นอินพุตทริกเกอร์ของวงจรโมโนสเตเบิลเข้ากับจุด B ของวงจรจุดชนวน

5.ใช้ออสซิลโลสโคป แชนเนล 1 วัดรูปคลื่น V1 และแชนเนล 2 วัดรูปคลื่น V2 บันทึกผลการทดลองในรูปที่ 9.3



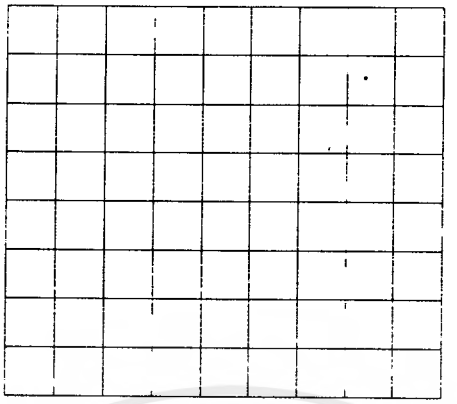
Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 9.3 ผลการทดลองวงจรโมโนสเตเบิล เมื่อ C = 0.0022 μF

6. คาบเวลาของ V2 จากรูปที่ 9.3 (ข) อ่านค่าได้เท่ากับ ---------- mS

7. เปลี่ยนตัวเก็บประจุในวงจรใหม่เป็น 0.033 μF และทำการทดลองตามข้อ 4 และ 5 อีกครั้ง และบันทึกผลการทดลองในรูปที่ 9.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 9.4 ผลการทดลองวงจรโมโนสเตเบิล เมื่อ C = 0.033 μF

8. คาบเวลา V2 ของรูปที่ 2 (ข) อ่านค่าได้เท่ากับ ---------- mS

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ มาพอเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2: จงอธิบายขนาดของคาบเวลาของสัญญาณขาออกของวงจรโมโนสเตเบิลว่าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใดบ้าง

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

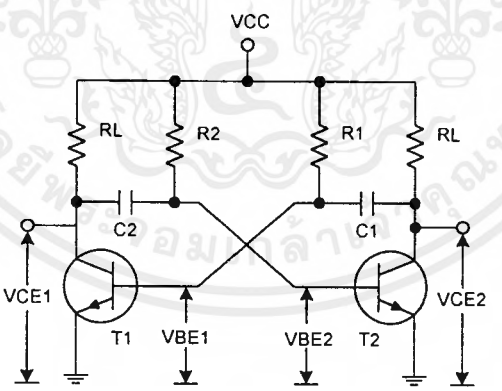
การทดลองที่ 10
เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

วัตถุประสงค์

1. สามารถศึกษาถึงคุณลักษณะและการทำงานของวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์
2. สามารถนำวงจอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ไปสร้างเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมได้
3. สามารถสรุปผลการทดลองและวิจารณ์การทดลองได้

ทฤษฎี

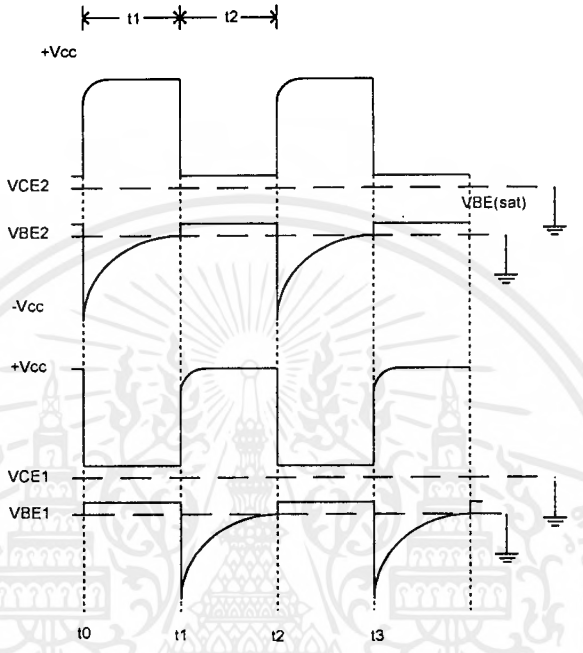
วงจรอะสเตเบิลเป็นวงจรที่ประกอบด้วย วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วมสองวงจร โดยมีการคัปปลิ้งสัญญาณเอาต์พุตของแต่ละวงจร โดยวงจรอาร์-ซี ทำให้สภาวะการทำงานของวงจรขยายทั้งสองทำงานแบบสภาวะกึ่งคงตัว (Semi-Stable) โดยไม่ต้องมีสัญญาณภายนอกมาทริกเกอร์



รูปที่ 10.1 วงจรอะสเตเบิล แบบคิลเลคเตอร์คัปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรจึงอยู่ในลักษณะออสซิลเลเตอร์ ที่ให้กำเนิดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม รูปร่างและขนาดต่างๆ แสดงในรูป



รูปที่ 10.2 รูปของสัญญาณที่จุดต่างๆ ในวงจรอะสเตเบิล

ถ้าให้ช่วงเวลาที่ T2 คัทออฟเป็น t1 และช่วงเวลาที่ T1 คัทออฟเป็นเวลา t2 ดังนั้นเวลา T ใน 1 ไซเคิลก็จะมีค่าเป็น

$$T = t1 + t2$$

ซึ่งค่าของ t1 และ t2 ขึ้นอยู่กับค่าคงตัวเวลาของ อาร์-ซี แต่ละชุดคือ

$$t_1 = 0.69R1C1$$

$$t_2 = 0.69R2C2$$

ดังนั้น ความถี่การออสซิลเลตของวงจรอะสเตเบิล คือ

$$f = 1/T$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = 1/(t1 + t2)$$

$$f = 1/(0.69R1C1 + 0.69R2C2)$$

ในกรณีที่ duty cycle ของสัญญาณเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือ t1 = t2 จะได้ว่า

$$f = 1/2t$$

$$= \frac{1}{2}(0.69Rc)$$

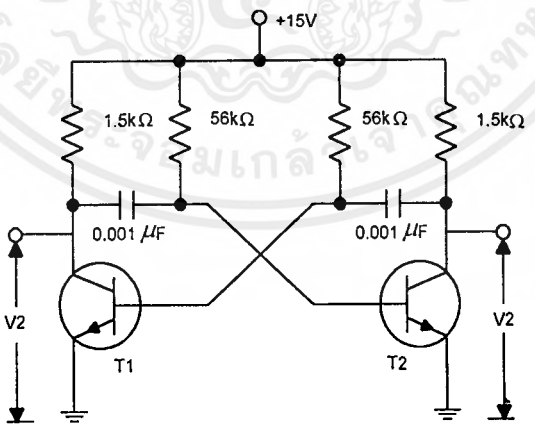
$$f = 1/1.38Rc$$

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลส์และสวิตชิ่ง (ED.ENGINEER' 19) 1 ชุด
2. การ์ดการทดลองที่ 9 (วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์) 1 การ์ด
3. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 10.3



รูปที่ 10.3 วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

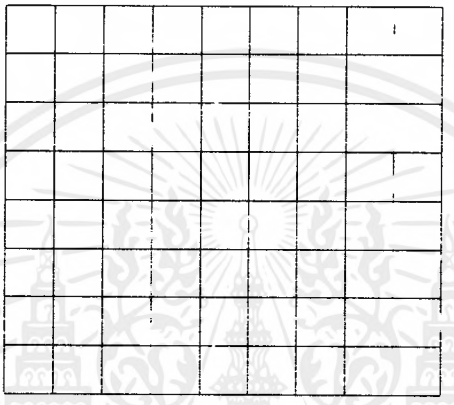
2. คลิกปุ่มวัดสัญญาณและตั้งออสซิลโลสโคป ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แชนแนล 1 และ 2 : V/div = 10 V

: T/div = 20 μF

3. ใช้ออสซิลโลสโคปแชนแนล 1 วัดรูปคลื่น V1 และแชนแนล 2 วัดรูปคลื่น V2 บันทึกผลการวัดลงในรูปที่ 10.4



Time/Div _____ Volt/Div _____

รูปที่ 10.4 ผลการทดลองวงจรอะสเตเบิล ชนิดคอลเลกเตอร์คัปเปิล
เมื่อ R1 = R2 = 56 kΩ

4. อ่านขนาดแรงดันสูงสุดและต่ำสุดของรูปคลื่น V1 และ V2 ลงในตารางที่ 10.1

ตารางที่ 10.1 ขนาดของรูปคลื่นด้านออกของวงจรอะสเตเบิล

รูปคลื่น	ค่าสูงสุด (โวลต์)	ค่าต่ำสุด (โวลต์)
V1		
V2		

5. จากรูปที่ 10.4 อ่านค่าคาบเวลา t1, t2 ของสัญญาณ V2 ได้เท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t1 = ---------- μS

t2 = ---------- μS

6. คำนวณความถี่ขาออกของสัญญาณ V2 (f2)

f2 = ---------- Hz

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายการทำงานของวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์มาพอเข้าใจ

---

2. ถ้าเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรจาก 15 โวลต์เป็น 5 โวลต์ จะมีผลอย่างไรต่อขนาดและความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต (V2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS Semiconductor

Everything You Always Wanted to Know About the ICL8038

Application Note November 1996 AN015.2

Author: Bill O'Neil

Introduction

The 8038 is a function generator capable of producing sine, square, triangular, sawtooth and pulse waveforms (some at the same time). Since its introduction, marketing and application engineers have been manning the phones explaining the care and feeding of the 8038 to customers worldwide. This experience has enabled us to form articulate responses to the most frequently asked questions. So, with data sheet and breadboard in hand, read on and be enlightened,

Question 1

I want to sweep the frequency externally but can only get a range of 100:1 (or 50:1, or 10:1). Your data sheet says 1000:1. How much sweep range can I expect?

Answer

Let's look at what determines the output frequency. Start by examining the circuit schematic at pin 8 in the upper left hand corner. From pin 8 to pin 5 we have the emitter-base of NPN Q_1 and the emitter-base of PNP Q_2. Since these two diode drops cancel each other (approximately), the potential at pins 8, 5, and 4 are the same. This means that the voltage from V+ to pin 8 is the same as the voltage across external resistors R_A and R_B. This is a textbook example of a voltage across two resistors which produce two currents to charge and discharge a capacitor between two fixed voltages. This is also a linear system. If the voltage across the resistors is dropped from 10V to 1V, the frequency will drop by 10:1. Changing from 1V to 0.1V will also change the frequency by 10:1. Therefore, by causing the voltage across the external resistors to change from say 10V to 10mV, the frequency can be made to vary at least 1000:1. There are, however, several factors which make this large sweep range less than ideal.

Question 2

You say I can vary the voltage on pin 8 (FM sweep input) to get this large range, yet when I short pin 8 to V+ (pin 6), the ratio is only around 100:1.

Answer

This is often true. With pin 8 shorted to V+, a check on the potentials across the external R_A and R_B will show 100mV or more. This is due to the V_{BE} mismatch between Q_1 and Q_2 (also Q_1 and Q_3) because of the geometries and current levels involved. Therefore, to get smaller voltages across these resistors, pin 8 must be raised above V+.

Question 3

How can I raise pin 8 above V+ without a separate power supply?

Answer

First of all, the voltage difference need only be a few hundred millivolts so there is no danger of damaging the 8038. One way to get this higher potential is to lower the supply voltage on the 8038 and external resistors. The simplest way to do this is to include a diode in series with pin 6 and resistors R_A and R_B. See Figure 1. This technique should increase the sweep range to 1000:1.

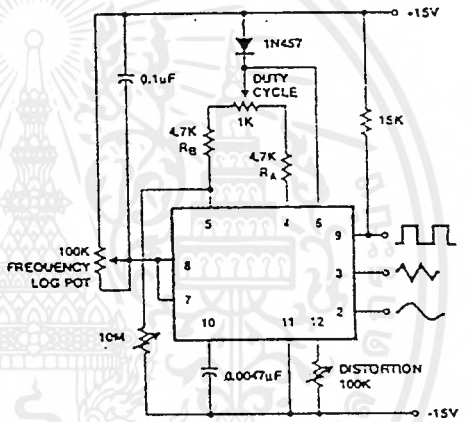


FIGURE 1. VARIABLE AUDIO OSCILLATOR, 20Hz TO 20kHz

Question 4

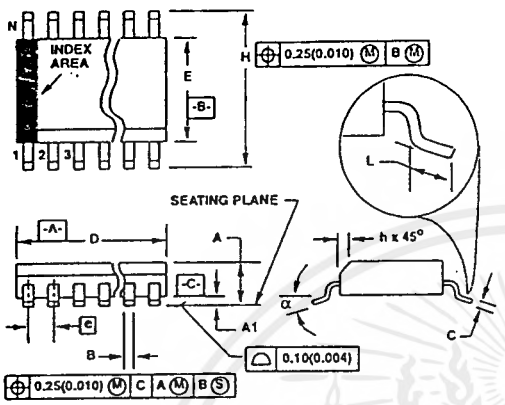
O.K., now I can get a large frequency range, but I notice that the duty cycle and hence my distortion changes at the lowest frequencies.

Answer

This is caused partly by a slight difference in the V_{BE}s of Q_2 and Q_3. In trying to manufacture two identical transistors, it is not uncommon to get V_{BE} differences of several millivolts or more. In the standard 8038 connection with pins 7 and 8 connected together, there are several volts across R_A and R_B and this small mismatch is negligible. However, in a swept mode with the voltage at pin 8 near V+ and only tens of millivolts across R_A and R_B, the V_{BE} mismatch causes a larger mismatch in charging currents, hence the duty cycle changes. For lowest distortion then, it is advisable to keep the minimum voltage across R_A and R_B around 100mV. This would of course, limit the frequency sweep range to around 100:1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Small Outline Plastic Packages (SOIC)



M20.3 (JEDEC MS-013-AC ISSUE C)
20 LEAD WIDE BODY SMALL OUTLINE PLASTIC PACKAGE

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	0.0926	0.1043	2.35	2.65	-
A1	0.0040	0.0118	0.10	0.30	-
B	0.013	0.0200	0.33	0.51	9
C	0.0091	0.0125	0.23	0.32	-
D	0.4961	0.5118	12.60	13.00	3
E	0.2914	0.2992	7.40	7.60	4
e	0.050 BSC		1.27 BSC		-
H	0.394	0.419	10.00	10.65	-
h	0.010	0.029	0.25	0.75	5
L	0.016	0.050	0.40	1.27	6
N	20		20		7
α	0°	8°	0°	8°	-

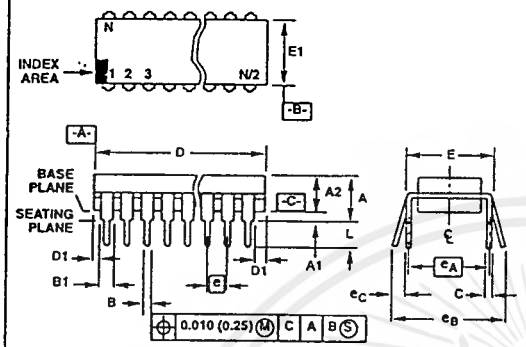
Rev. 0 12/93

NOTES:

1. Symbols are defined in the "MO Series Symbol List" in Section 2.2 of Publication Number 95.
2. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
3. Dimension "D" does not include mold flash, protrusions or gate burrs. Mold flash, protrusion and gate burrs shall not exceed 0.15mm (0.006 inch) per side.
4. Dimension "E" does not include interlead flash or protrusions. Interlead flash and protrusions shall not exceed 0.25mm (0.010 inch) per side.
5. The chamfer on the body is optional. If it is not present, a visual index feature must be located within the crosshatched area.
6. "L" is the length of terminal for soldering to a substrate.
7. "N" is the number of terminal positions.
8. Terminal numbers are shown for reference only.
9. The lead width "B", as measured 0.36mm (0.014 inch) or greater above the seating plane, shall not exceed a maximum value of 0.61mm (0.024 inch)
10. Controlling dimension: MILLIMETER. Converted inch dimensions are not necessarily exact.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dual-In-Line Plastic Packages (PDIP)



NOTES:

1. Controlling Dimensions: INCH. In case of conflict between English and Metric dimensions, the inch dimensions control.
2. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
3. Symbols are defined in the "MO Series Symbol List" in Section 2.2 of Publication No. 95.
4. Dimensions A, A1 and L are measured with the package seated in JEDEC seating plane gauge GS-3.
5. D, D1, and E1 dimensions do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
6. E and e_A are measured with the leads constrained to be perpendicular to datum -C-.
7. e_B and e_C are measured at the lead tips with the leads unconstrained. e_C must be zero or greater.
8. B1 maximum dimensions do not include dambar protrusions. Dambar protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
9. N is the maximum number of terminal positions.
10. Corner leads (1, N, N/2 and N/2 + 1) for E8.3, E16.3, E18.3, E28.3, E42.6 will have a B1 dimension of 0.030 - 0.045 inch (0.76 - 1.14mm).

E18.3 (JEDEC MS-001-BC ISSUE D)
18 LEAD DUAL-IN-LINE PLASTIC PACKAGE

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	-	0.210	-	5.33	4
A1	0.015	-	0.39	-	4
A2	0.115	0.195	2.93	4.95	-
B	0.014	0.022	0.356	0.558	-
B1	0.045	0.070	1.15	1.77	8, 10
C	0.008	0.014	0.204	0.355	-
D	0.845	0.880	21.47	22.35	5
D1	0.005	-	0.13	-	5
E	0.300	0.325	7.62	8.25	6
E1	0.240	0.280	6.10	7.11	5
e	0.100 BSC		2.54 BSC		-
e_A	0.300 BSC		7.62 BSC		6
e_B	-	0.430	-	10.92	7
L	0.115	0.150	2.93	3.81	4
N	18		18		9

Rev. 0 12/93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits (Continued)

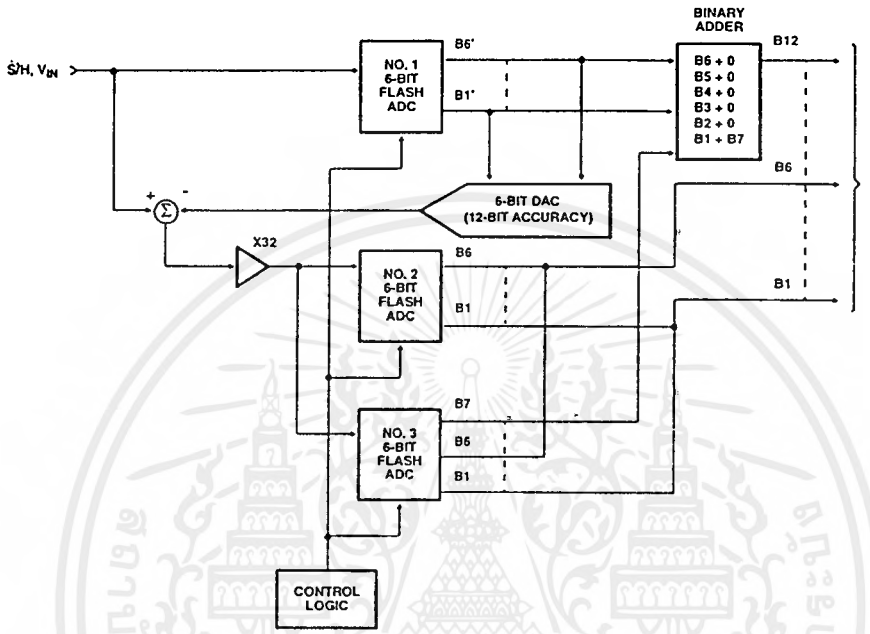
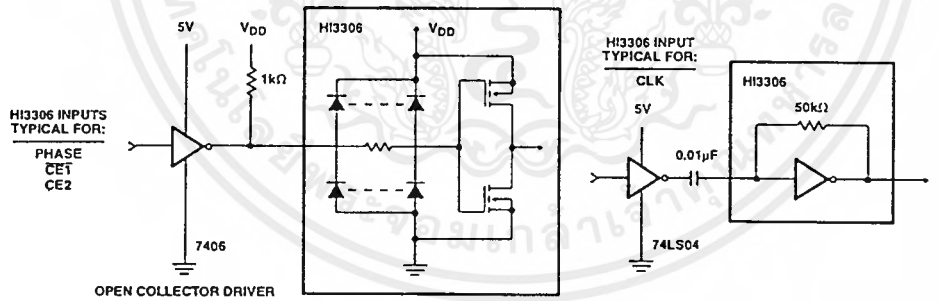


FIGURE 19. TYPICAL HI3306, 800ns, 12-BIT ADC SYSTEM



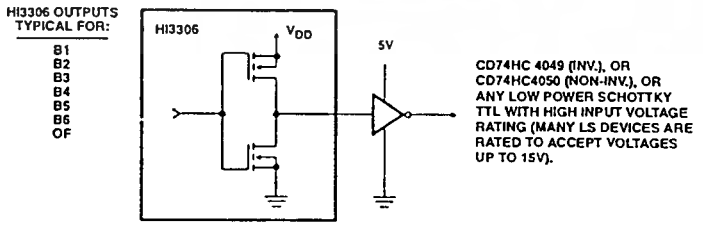


FIGURE 20. 5V LOGIC INTERFACE CIRCUIT FOR V_{DD} > 5.5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits (Continued)

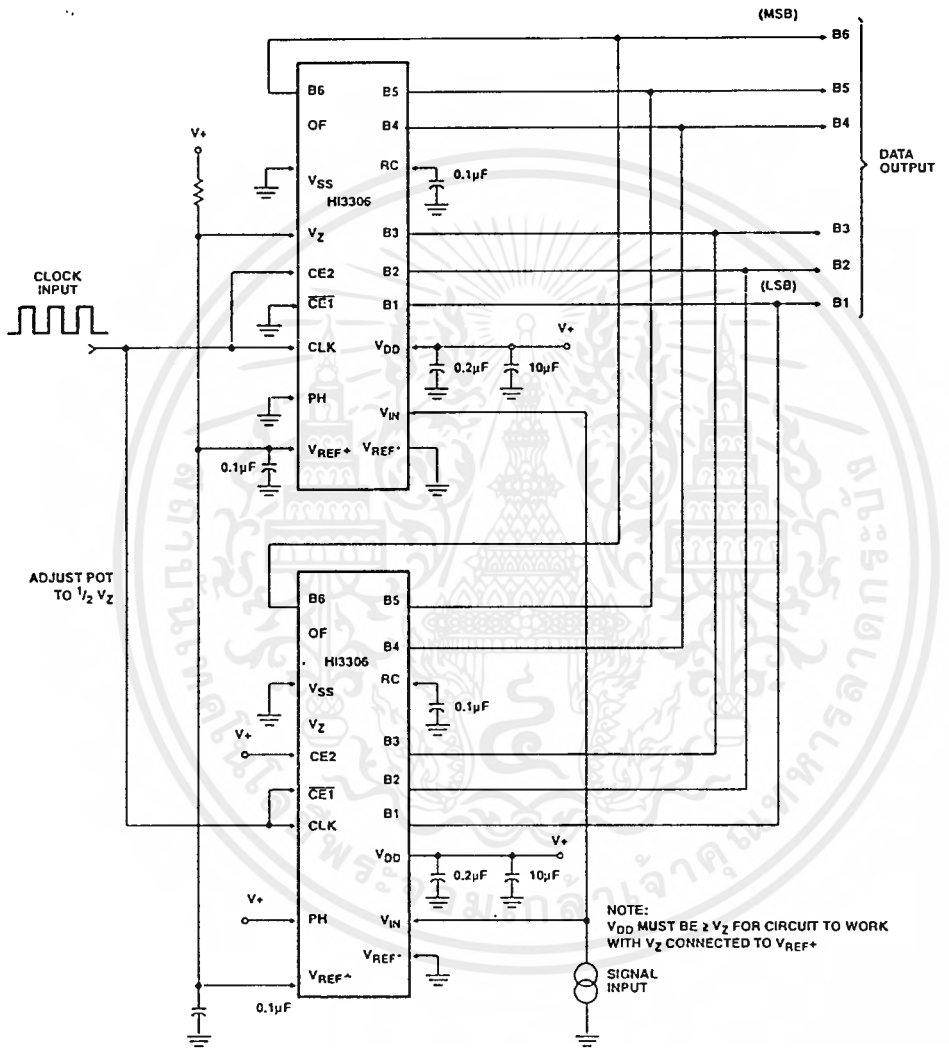


FIGURE 18. TYPICAL HI3306 6-BIT RESOLUTION CONFIGURATION WITH DOUBLE SAMPLING RATE CAPABILITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Circuits

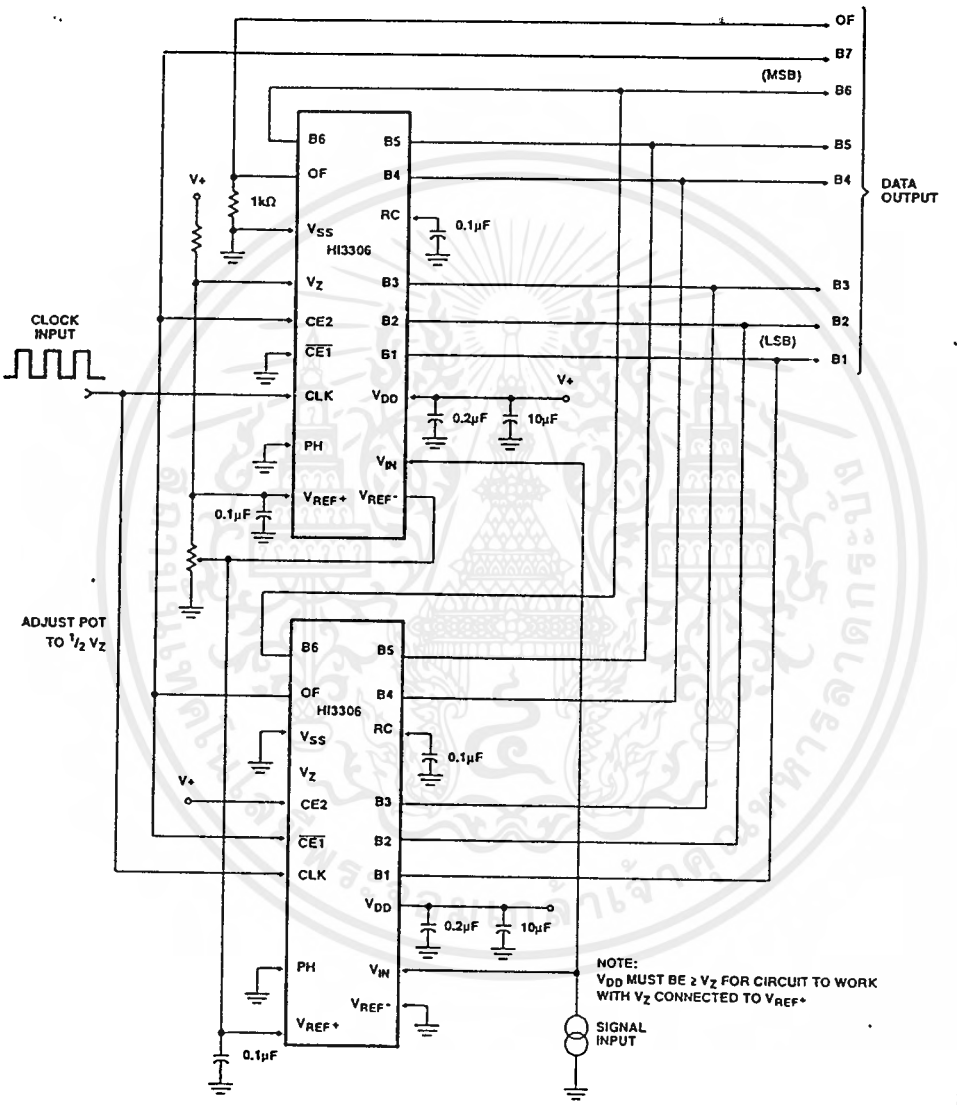


FIGURE 17. TYPICAL HI3306 7-BIT RESOLUTION CONFIGURATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

verter. The three-state outputs of the two devices (bits 1 through 6) are now connected in parallel to complete the circuitry.

Doubled Sampling Speed

The phase control and both positive and negative true chip enables allow the parallel connection of two HI3306s to double the sampling speed. Figure 18 shows this configuration. One converter samples on the positive phase of the clock, and the second on the negative. The outputs are also alternately enabled. Care should be taken to provide a near square-wave clock it operating at close to the maximum clock speed for the devices.

8-Bit to 12-Bit Conversion Techniques

To obtain 8-bit to 12-bit resolution and accuracy, use a feed- forward conversion technique. Two A/D converters will be needed to convert up to 11 bits; three A/D converters to convert 12 bits. The high speed of the HI3306 allows 12-bit conversions in the 500ns to 900ns range.

The circuit diagram of a high-speed 12-bit A/D converter is shown in Figure 19. In the feed-forward conversion method two sequential conversions are made. Converter A first does a coarse conversion to 6 bits. The output is applied to a 6-bit D/A converter whose accuracy level is good to 12 bits. The D/A converter output is then subtracted from the input voltage, multiplied by 32, and then converted by a second flash A/D converter, which is connected in a 7-bit configuration. The answers from the first and second conversions are added together with bit 1 of the first conversion overlapping bit 7 of the second conversion.

When using this method, take care that:

- The linearity of the first converter is better than $^1/_2$ LSB.
- An offset bias of 1 LSB (1/64) is subtracted from the first conversion since the second converter is unipolar.
- The D/A converter and its reference are accurate to the total number of bits desired for the final conversion (the A/D converter need only be accurate to 6 bits).

The first converter can be offset-biased by adding a 20Ω resistor at the bottom of the ladder and increasing the reference voltage by 1 LSB. If a 6.4V reference is used in the system, for example, then the first HI3306 will require a 6.5V reference.

Definitions

Dynamic Performance Definitions

Fast Fourier Transform (FFT) techniques are used to evaluate the dynamic performance of the converter. A low distortion sine wave is applied to the input, it is sampled, and the output is stored in RAM. The data is then transformed into the frequency domain with a 4096 point FFT and analyzed to evaluate the dynamic performance of the A/D. The sine wave input to the part is -0.5dB down from full scale for all these tests.

Signal-to-Noise (SNR)

SNR is the measured RMS signal to RMS noise at a specified input and sampling frequency. The noise is the RMS sum of all of the spectral components except the fundamental and the first five harmonics.

Signal-to-Noise + Distortion Ratio (SINAD)

SINAD is the measured RMS signal to RMS sum of all other spectral components below the Nyquist frequency excluding DC.

Effective Number of Bits (ENOB)

The effective number of bits (ENOB) is derived from the SINAD data. ENOB is calculated from:

$$ENOB = (SINAD - 1.76 + V_{CORR})/6.02,$$

where: $V_{CORR} = 0.5dB$.

Total Harmonic Distortion (THD)

THD is the ratio of the RMS sum of the first 5 harmonic components to the RMS value of the measured input signal.

Operating and Handling Considerations

HANDLING

All inputs and outputs of Harris CMOS devices have a network for electrostatic protection during handling. Recommended handling practices for CMOS devices are described in AN6525. "Guide to Better Handling and Operation of CMOS Integrated Circuits."

OPERATING

Operating Voltage

During operation near the maximum supply voltage limit, care should be taken to avoid or suppress power supply turn-on and turn-off transients, power supply ripple, or ground noise; any of these conditions must not cause $V_{DD} - V_{SS}$ to exceed the absolute maximum rating.

Input Signals

To prevent damage to the input protection circuit, input signals should never be greater than V_{DD} nor less than V_{SS}. Input currents must not exceed 20mA even when the power supply is off. The Zener (pin 4) is the only terminal allowed to exceed V_{DD}.

Unused Inputs

A connection must be provided at every input terminal. All unused input terminals must be connected to either V_{DD} or V_{SS}, whichever is appropriate.

Output Short Circuits

Shorting of outputs to V_{DD} or V_{SS} may damage CMOS devices by exceeding the maximum device dissipation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

signal-source impedance should be kept low. however, when operating the HI3306 at high clock rates.

The HI3306 outputs a short (less than 10ns) current spike of up to several mA amplitude (See Typical Performance Curves) at the beginning of the sample phase. (To a lesser extent, a spike also appears at the beginning of auto balance.) The driving source must recover from the spike by the end of the same phase, or a loss of accuracy will result.

A locally terminated 50Ω or 75Ω source is generally sufficient to drive the HI3306. If gain is required, a high speed, fast settling operational amplifier, such as the HA-5033, HA-2542, or HA5020 is recommended.

Digital Input And Output Interfacing

The two chip-enable and the phase-control inputs are standard CMOS units. They should be driven from less than $0.3 \times V_{DD}$ to at least $0.7 \times V_{DD}$. This can be done from 74HC series CMOS (QMOS), TTL with pull-up resistors, or, if V_{DD} is greater than the logic supply, open collector or open drain drivers plus pull-ups. (See Figure 20.)

The clock input is more critical to timing variations, such as $\phi 1$ becoming too short, for instance. Pull-up resistors should generally be avoided in favor of active drivers. The clock input may be capacitively coupled, as it has an internal 50kΩ feedback resistor on the first buffer stage, and will seek its own trip point. A clock source of at least $1V_{P-P}$ is adequate, but extremely non-symmetrical waveforms should be avoided.

The output drivers have full rail-to-rail capability. If driving CMOS systems with V_{DD} below the V_{DD} of the HI3306, a CD74HC4050 or CD74HC4049 should be used to step down the voltage. If driving LSTTL systems, no step-down should be necessary, as most LSTTLs will take input swings up to 10V to 15V.

Although the output drivers are capable of handling typical data bus loading, the capacitor charging currents will produce local ground disturbances. For this reason, an external bus driver is recommended.

Increased Accuracy

In most cases the accuracy of the HI3306 should be sufficient without any adjustments. In applications where accuracy is of utmost importance, three adjustments can be made to obtain better accuracy; i.e., offset trim, gain trim, and midpoint trim.

Offset Trim

In general offset correction can be done in the preamp circuitry by introducing a DC shift to V_{IN} or by the offset trim of the operational amplifier. When this is not possible the V_{REF}- input can be adjusted to produce an offset trim. The theoretical input voltage to produce the first transition is $^1/_2$ LSB. The equation is as follows:

$$V_{IN} \text{ (0 to 1 transition)} = {}^1/_2 \text{ LSB} = {}^1/_2(V_{REF}/64)$$
$$= V_{REF}/128.$$

If V_{IN} for the first transition is less than the theoretical, then a single-turn 50Ω pot connected between V_{REF}- and ground will accomplish the adjustment. Set V_{IN} to $^1/_2$ LSB and trim the pot until the 0 to 1 transition occurs.

If V_{IN} for the first transition is greater than the theoretical, then the 50Ω pot should be connected between V_{REF} and a negative voltage of about 2 LSBs. The trim procedure is as stated previously.

Gain Trim

In general the gain trim can also be done in the preamp circuitry by introducing a gain adjustment for the operational amplifier. When this is not possible, then a gain adjustment circuit should be made to adjust the reference voltage. To perform this trim, V_{IN} should be set to the 63 to overflow transition. That voltage is $^1/_2$ LSB less than V_{REF}+ and is calculated as follows:

$$V_{IN} \text{ (63 to 64 transition)} = V_{REF} - V_{REF}/128$$
$$= V_{REF}(127/128)$$

To perform the gain trim, first do the offset trim and then apply the required V_{IN} for the 63 to overflow transition. Now adjust V_{REF}+ until that transition occurs on the outputs.

Midpoint Trim

The reference center (RC) is available to the user as the midpoint of the resistor ladder. To trim the midpoint, the offset and gain trims should be done first. The theoretical transition from count 31 to 32 occurs at $31^1/_2$ LSBs. That voltage is as follows:

$$V_{IN} \text{ (31 to 32 transition)} = 31.5\ (V_{REF}/64)$$
$$= V_{REF}(63/128)$$

An adjustable voltage follower can be connected to the RC pin or a 2kΩ pot can be connected between V_{REF}+ and V_{REF}- with the wiper connected to RC. Set V_{IN} to the 31 to 32 transition voltage, then adjust the voltage follower or the pot until the transition occurs on the output bits.

The Reference Center point can also be used to create unique transfer functions. The user must remember, however, that there is approximately 120Ω in series with the RC pin.

Applications

7-Bit Resolution

To obtain 7-bit resolution, two HI3306s can be wired together. Necessary ingredients include an open-ended ladder network, an overflow indicator, three-state outputs, and chip-enabler controls - all of which are available on the HI3306.

The first step for connecting a 7-bit circuit is to totem-pole the ladder networks, as illustrated in Figure 17. Since the absolute resistance value of each ladder may vary, external trim of the mid-reference voltage may be required.

The overflow output of the lower device now becomes the seventh bit. When it goes high, all counts must come from the upper device. When it goes low, all counts must come from the lower device. This is done simply by connecting the lower overflow signal to the $\overline{CE1}$ control of the lower A/D converter and the CE2 control of the upper A/D con-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device Operation

A sequential parallel technique is used by the HI3306 converter to obtain its high speed operation. The sequence consists of the "Auto Balance" phase o1 and the "Sample Unknown" phase o2. (Refer to the circuit diagram.) Each conversion takes one clock cycle (see Note). With the phase control low, the "Auto Balance" (o1) occurs during the High period of the clock cycle, and the "Sample Unknown" (ϕ2) occurs during the low period of the clock cycle.

During the "Auto Balance" phase, a transmission-gate switch is used to connect each of 64 commutating capacitors to their associated ladder reference tap. Those tap voltages will be as follows:

$$V_{TAP}(N) = [(V_{REF}/64) \times N] - [V_{REF}/(2 \times 64)],$$

$$= V_{REF}[(2N - 1)/126],$$

Where: $V_{TAP}(N)$ = reference ladder tap voltage at point N,

V_{REF} = voltage across V_{REF}- to V_{REF}+,

N = tap number (1 through 64).

NOTE: This device requires only a single-phase clock. The terminology of ϕ1 and o2 refers to the High and Low periods of the same clock.

The other side of the capacitor is connected to a single-stage inverting amplifier whose output is shorted to its input by a switch. This biases the amplifier at its intrinsic trip point, which is approximately, $(V_{DD} - V_{SS})/2$. The capacitors now charge to their associated tap voltages, priming the circuit for the next phase.

In the "Sample Unknown" phase, all ladder tap switches are opened, the comparator amplifiers are no longer shorted, and V_{IN} is switched to all 64 capacitors. Since the other end of the capacitor is now looking into an effectively open circuit, any voltage that differs from the previous tap voltage will appear as a voltage shift at the comparator amplifiers. All comparators whose tap voltages were lower than V_{IN} will drive the comparator outputs to a "low" state. All comparators whose tap voltages were higher than V_{IN} will drive the comparator outputs to a "high" state. A second, capacitor-coupled, auto-zeroed amplifier further amplifies the outputs.

The status of all these comparator amplifiers are stored at the end of this phase (ϕ2), by a secondary latching amplifier stage. Once latched, the status of the 64 comparators is decoded by a 64-bit 7-bit decode array and the results are clocked into a storage register at the rising edge of the next ϕ2.

A three-state buffer is used at the output of the 7 storage registers which are controlled by two chip-enable signals. $\overline{CE1}$ will independently disable B1 through B6 when it is in a high state. CE2 will independently disable B1 through B6 and the overflow buffers when it is in the low state (Table 1).

To facilitate usage of this device a phase-control input is provided which can effectively complement the clock as it enters the chip. Also, an on-board Zener is provided for use as a reference voltage.

Continuous Clock Operation

One complete conversion cycle can be traced through the HI3306 via the following steps. (Refer to timing diagram, Figure 1.) With the phase control in a "High" state, the rising edge of the clock input will start a "sample" phase. During this entire "High" state of the clock, the 64 comparators will track the input voltage and the 64 latches will track the comparator outputs. At the falling edge of the clock, after the specified aperture delay, all 64 comparator outputs are captured by the 64 latches. This ends the "sample" phase and starts the "auto balance" phase for the comparators. During this "Low" state of the clock the output of the latches propagates through the decode array and a 7-bit code appears at the D inputs of the output registers. On the next rising edge of the clock, this 7-bit code is shifted into the output registers and appears with time delay to as valid data at the output of the three-state drivers. This also marks the start of a new "sample" phase, thereby repeating the conversion process for this next cycle.

Pulse Mode Operation

For sampling high speed nonrecurrent or transient data, the converter may be operated in a pulse mode in one of three ways. The fastest method is to keep the converter in the Sample Unknown phase, ϕ2, during the standby state. The device can now be pulsed through the Auto Balance phase with a single pulse. The analog value is captured on the leading edge of ϕ1 and is transferred into the output registers on the trailing edge of ϕ1. We are now back in the standby state, ϕ2, and another conversion can be started, but not later than 5µs due to the eventual droop of the commutating capacitors. Another advantage of this method is that it has the potential of having the lowest power drain. The larger the time ratio between ϕ2 and ϕ1, the lower the power consumption. (See Timing Waveform, Figure 3.)

The second method uses the Auto Balance phase, ϕ1, as the standby state. In this state the converter can stay indefinitely waiting to start a conversion. A conversion is performed by strobing the clock input with two ϕ2 pulses. The first pulse starts a Sample Unknown phase and captures the analog value in the comparator latches on the trailing edge. A second ϕ2 pulse is needed to transfer the data into the output registers. This occurs on the leading edge of the second pulse. The conversion now takes slightly longer, but the repetition rate may be as slow as desired. The disadvantage to this method is the higher device dissipation due to the low ratio of ϕ2 to o1. (See Timing Waveform, Figure 3B.)

For applications requiring both indefinite standby and lowest power, standby can be in the ϕ2 (Sample Unknown) state with two ϕ1 pulses to generate valid data (see Figure 3C). Valid data now appears two full clock cycles after starting the conversion process.

Analog Input Considerations

The HI3306 input terminal is characterized by a small capacitance (see Specifications) and a small voltage-dependent current (See Typical Performance Curves). The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Descriptions

PIN NUMBER		NAME	DESCRIPTION
PDIP	SOIC		
1	1	B6	Bit 6, Output (MSB).
2	2	OF	Overflow, Output.
3	3, 4	V_{SS}	Digital Ground.
4	5	V_Z	Zener Reference Output.
5	6	CE2	Three-State Output Enable Input, Active Low. See Table 1.
6	7	$\overline{CE1}$	Three-State Output Enable Input, Active High. See Table 1.
7	8	CLK	Clock Input.
8	9	Phase	Sample clock phase control input. When PHASE is low, "Sample Unknown" occurs when the clock is low and "Auto Balance" occurs when the clock is high (see text).
9	10	$V_{REF}+$	Reference Voltage Positive Input.
10	11	$V_{REF}-$	Reference Voltage Negative Input.
11	12	V_{IN}	Analog Signal Input.
12	13, 14	V_{DD}	Power Supply, +5V.
13	15	B1	Bit 1, Output (LSB).
14	16	B2	Bit 2, Output.
15	17	B3	Bit 3, Output.
16	18	REF(CTR)	Reference Ladder Midpoint.
17	19	B4	Bit 4, Output.
18	20	B5	Bit 5, Output.

TABLE 1. CHIP ENABLE TRUTH TABLE

$\overline{CE1}$	CE2	B1 - B6	OF
0	1	Valid	Valid
1	1	Three-State	Valid
X	0	Three-State	Three-State

X = Don't care

TABLE 2. OUTPUT CODE TABLE

CODE DESCRIPTION	(NOTE 6) INPUT VOLTAGE V_{REF} 6.40 (V)	V_{REF} 5.12 (V)	V_{REF} 4.80 (V)	V_{REF} 3.20 (V)	BINARY OUTPUT CODE (LSB) OF	B6	B5	B4	B3	B2	B1	DECIMAL COUNT
Zero	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
1 LSB	0.10	0.08	0.075	0.05	0	0	0	0	0	0	1	1
2 LSB	0.20	0.16	0.15	0.10	0	0	0	0	0	1	0	2
•			•					•				•
•			•					•				•
•			•					•				•
•			•					•				•
$^1/_2$ Full Scale - 1 LSB	3.10	2.48	2.325	1.55	0	0	1	1	1	1	1	31
$^1/_2$ Full Scale	3.20	2.56	2.40	1.60	0	1	0	0	0	0	0	32
$^1/_2$ Full Scale + 1 LSB	3.30	2.64	2.475	1.65	0	1	0	0	0	0	1	33
•			•					•				•
•			•					•				•
•			•					•				•
•			•					•				•
Full Scale - 1 LSB	6.20	4.96	4.65	3.10	0	1	1	1	1	1	0	62
Full Scale	6.30	5.04	4.725	3.15	0	1	1	1	1	1	1	63
Overflow	6.40	5.12	4.80	3.20	1	1	1	1	1	1	1	127

NOTE:

6. The voltages listed above are the ideal centers of each output code shown as a function of its associated reference voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves (Continued)

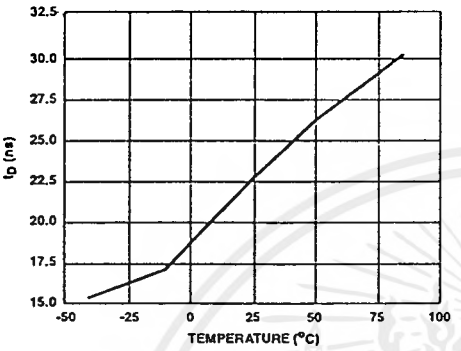


FIGURE 12. DATA DELAY vs TEMPERATURE

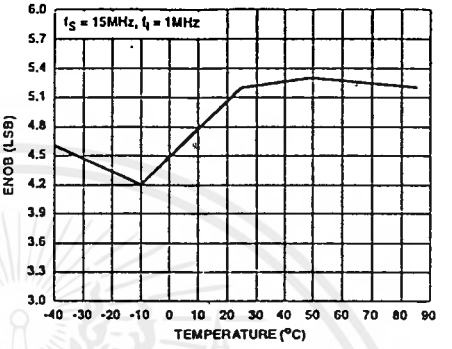


FIGURE 13. ENOB vs TEMPERATURE

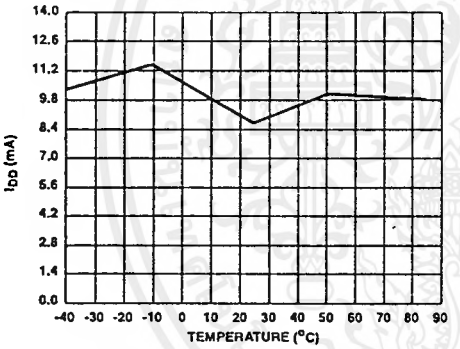


FIGURE 14. I_{DD} vs TEMPERATURE

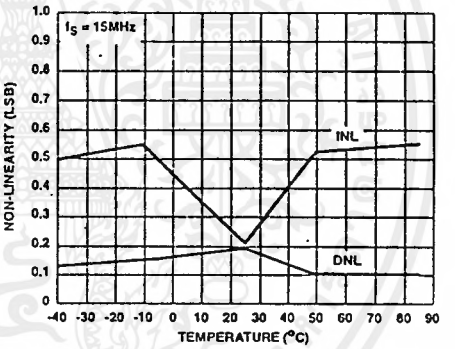


FIGURE 15. NON-LINEARITY vs TEMPERATURE

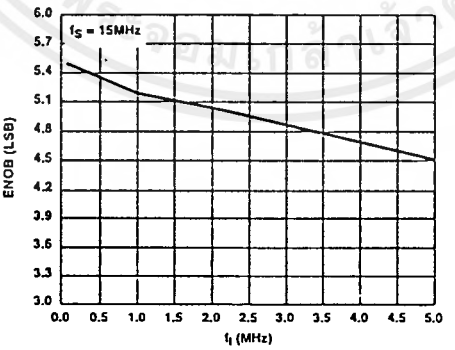


FIGURE 16. ENOB vs INPUT FREQUENCY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves (Continued)

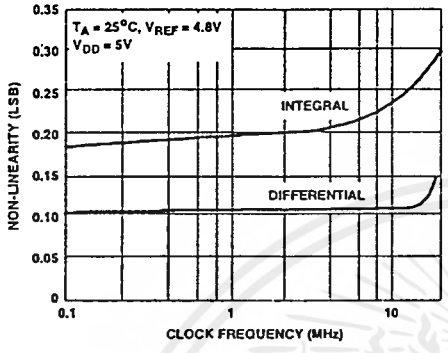


FIGURE 6. TYPICAL NON-LINEARITY AS A FUNCTION OF CLOCK SPEED

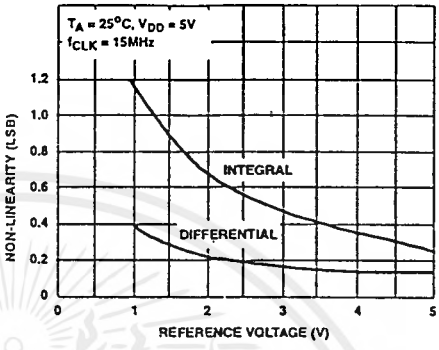


FIGURE 7. TYPICAL NON-LINEARITY AS A FUNCTION OF REFERENCE VOLTAGE

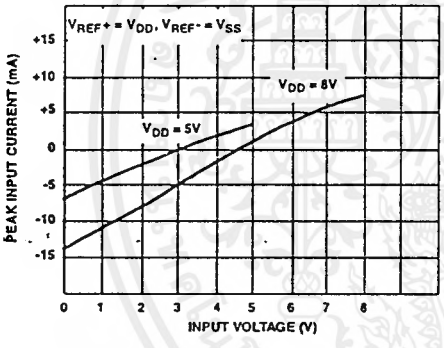


FIGURE 8. TYPICAL PEAK INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

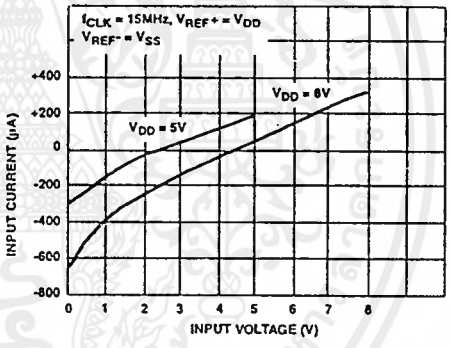


FIGURE 9. TYPICAL AVERAGE INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

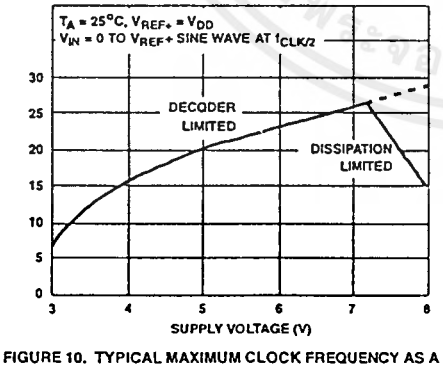


FIGURE 10. TYPICAL MAXIMUM CLOCK FREQUENCY AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE

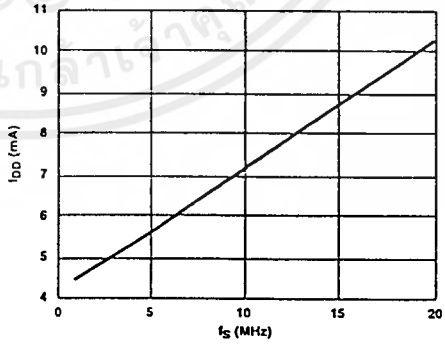


FIGURE 11. DEVICE CURRENT vs SAMPLE FREQUENCY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Waveforms

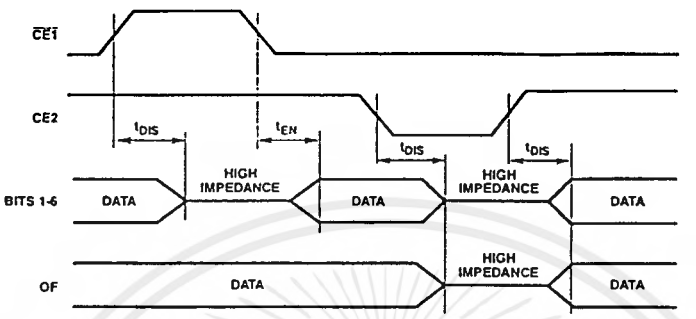


FIGURE 2. OUTPUT ENABLE

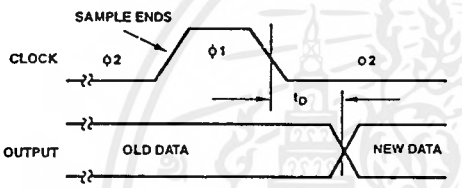


FIGURE 3A.

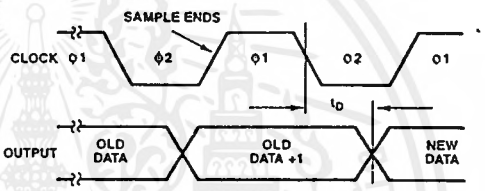


FIGURE 3B.

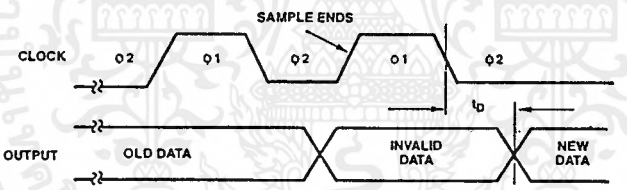


FIGURE 3C.

FIGURE 3. PULSE MODE

Typical Performance Curves

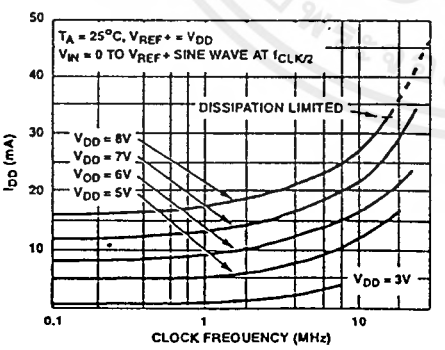


FIGURE 4. TYPICAL I_{DD} AS A FUNCTION OF V_{DD}

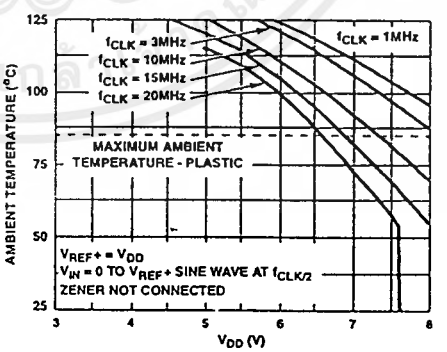


FIGURE 5. TYPICAL MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Specifications $T_A = 25^oC$, $V_{DD} = 5V$, $V_{REF+} = 4.8V$, $V_{SS} = V_{REF-} = GND$, Clock = 15MHz Square Wave for HI3306XXX/15, 10MHz for HI3306XXX/10 (Continued)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Zener Temperature Coefficient			-	-0.5	-	mV/°C
REFERENCE INPUTS						
Resistor Ladder Impedance			550	1100	1550	Ω
DIGITAL INPUTS						
Maximum V_{IN}, Logic 0		All Digital Inputs (Note 5)	-	-	0.3 x V_{DD}	V
Maximum V_{IN}, Logic 1		All Digital Inputs (Note 5)	0.7 x V_{DD}	-	-	V
Digital Input Current		Except CLK, V_{IN} = 0V, 5V	-	±1	±5	µA
Digital Input Current		CLK Only	-	±100	±200	µA
DIGITAL OUTPUTS						
Digital Output Three-State Leakage		V_{OUT} = 0V, 5V	-	±1	±5	µA
Digital Output Source Current		V_{OUT} = 4.6V	-1.6	-	-	mA
Digital Output Sink Current		V_{OUT} = 0.4V	3.2	-	-	mA
TIMING CHARACTERISTICS						
Auto Balance Time (ϕ1)	HI3306XXX/10		50	-	∞	ns
	HI3306XXX/15		33	-	∞	
Sample Time (ϕ2)	HI3306XXX/10	(Note 5)	33	-	5000	ns
	HI3306XXX/15		22	-	5000	ns
Aperture Delay			-	8	-	ns
Aperture Jitter			-	100	-	ps_{P-P}
Output Data Valid Delay, t_D	HI3306XXX/10		-	35	50	ns
	HI3306XXX/15		-	30	40	ns
Output Data Hold Time, t_H		(Note 5)	15	25	-	ns
Output Enable Time, t_{EN}			-	20	-	ns
Output Disable Time, t_{DIS}			-	15	-	ns
POWER SUPPLY CHARACTERISTICS						
I_{DD} Current, Refer to Figure 4	HI3306XXX/10	Continuous Conversion (Note 5)	-	11	20	mA
	HI3306XXX/15		-	14	25	mA
I_{DD} Current		Continuous ϕ1	-	7.5	15	mA

NOTES:

2. OFFSET ERROR is the difference between the input voltage that causes the 00 to 01 output code transition and $(V_{REF+} - V_{REF-})/128$.
3. GAIN ERROR is the difference the input voltage that causes the $3F_{16}$ to overflow output code transition and $(V_{REF+} - V_{REF-}) \times 127/128$.
4. The total input voltage range, set by V_{REF+} and V_{REF-}, may be in the range of 1 to $(V_{DD} + 1)$ V.
5. Parameter not tested, but guaranteed by design or characterization.

Timing Waveforms

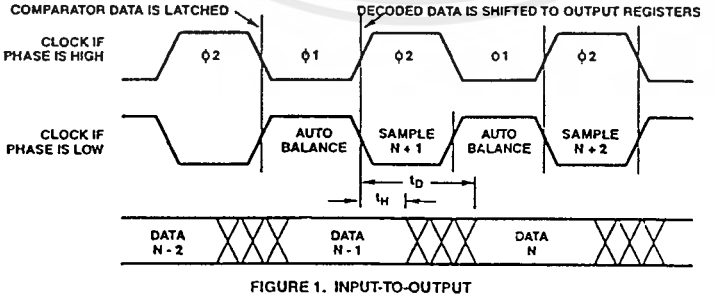


FIGURE 1. INPUT-TO-OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage Range, V_{DD}
Voltage Referenced to V_{SS} Terminal . . . . . -0.5V to +8.5V
Input Voltage Range
All Inputs Except Zener. . . . . -0.5V to V_{DD} + 0.5V
DC Input Current
CLK, PH, $\overline{CE1}$, CE2, V_{IN} . . . . . ±20mA

Operating Conditions

Supply Voltage Range . . . . . 3V to 8V
Temperature Range (T_A) . . . . . -40°C to 85°C

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	θ_{JA} (°C/W)
PDIP Package	75
SOIC Package	100

Maximum Junction Temperature . . . . . 150°C
Maximum Storage Temperature Range . . . . . -65°C to 150°C
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s) . . . . . 300°C
(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.

NOTE:

1. θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

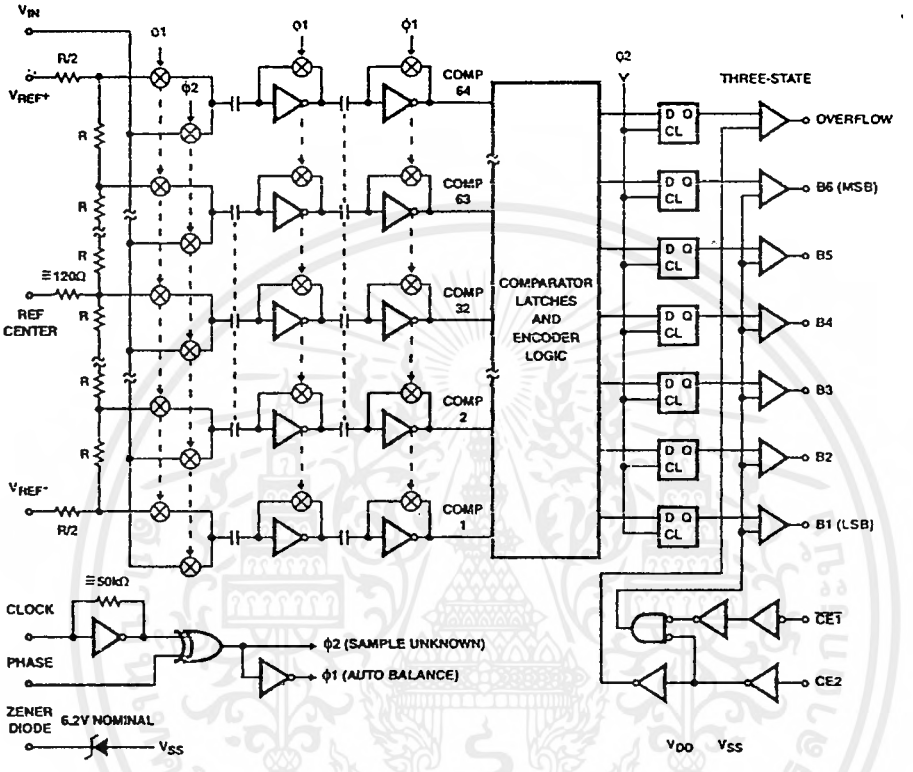
Electrical Specifications

T_A = 25°C, V_{DD} = 5V, V_{REF+} = 4.8V, V_{SS} = V_{REF-} = GND, Clock = 15MHz Square Wave for HI3306XXX/15, 10MHz for HI3306XXX/10

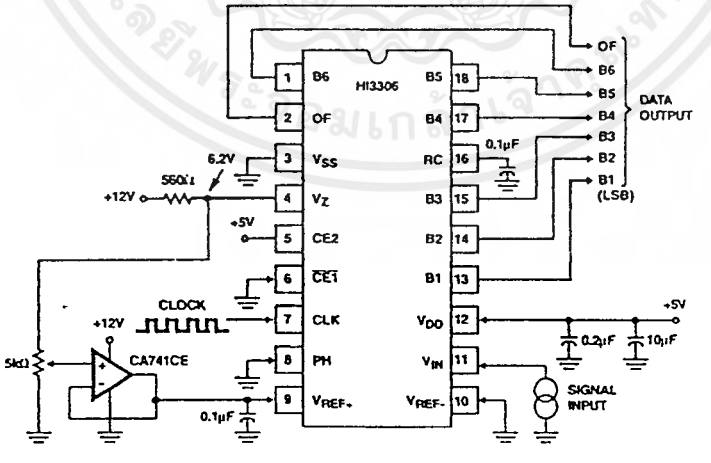
PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SYSTEM PERFORMANCE						
Resolution			6	-	-	Bits
Integral Linearity Error, INL			-	±0.25	±0.5	LSB
Differential Linearity Error, DNL			-	±0.25	±0.5	LSB
Offset Error (Unadjusted)		(Note 2)	-	±0.5	±1	LSB
Gain Error (Unadjusted)		(Note 3)	-	±0.5	±1	LSB
Gain Temperature Coefficient			-	+0.1	-	mV/°C
Offset Temperature Coefficient			-	-0.1	-	mV/°C
DYNAMIC CHARACTERISTICS		Input Signal Level 0.5dB Below Full Scale				
Maximum Conversion Speed	HI3306XXX/10		10	13	-	MSPS
	HI3306XXX/15		15	20	-	MSPS
Maximum Conversion Speed	HI3306XXX/10	(Note 5) $\phi1, \phi2 \geq$ Minimum	12	-	-	MSPS
	HI3306XXX/15		18	-	-	MSPS
Allowable Input Bandwidth		(Note 5)	DC	-	$f_{CLOCK/2}$	MHz
-3dB Input Bandwidth			-	30	-	MHz
Signal to Noise Ratio, SNR = $\frac{\text{RMS Signal}}{\text{RMS Noise}}$		f_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	34.6	-	dB
		f_S = 15MHz, f_{IN} = 5MHz	-	33.4	-	dB
Signal to Noise Ratio, SINAD = $\frac{\text{RMS Signal}}{\text{RMS Noise + Distortion}}$		f_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	34.2	-	dB
		f_S = 15MHz, f_{IN} = 5MHz	-	29.0	-	dB
Total Harmonic Distortion, THD		f_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	-46.0	-	dBc
		f_S = 15MHz, f_{IN} = 5MHz	-	-30.0	-	dBc
Effective Number of Bits, ENOB		f_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	5.5	-	Bits
		f_S = 15MHz, f_{IN} = 5MHz	-	4.5	-	Bits
ANALOG INPUTS						
Positive Full Scale Input Range		(Notes 4, 5)	1	4.8	V_{DD} + 0.5	V
Negative Full Scale Input Range		(Notes 4, 5)	-0.5	0	V_{DD} - 1	V
Input Capacitance			-	15	-	pF
Input Current		V_{IN} = 4.92V, V_{DD} = 5V	-	-	±500	µA
INTERNAL VOLTAGE REFERENCE						
Zener Voltage		I_Z = 10mA	5.4	6.2	7.4	V
Zener Dynamic Impedance		I_Z = 10mA, 20mA	-	12	25	Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Block Diagram



Typical Application Circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งานชุดปฏิบัติการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

- **ส่วนประกอบต่างๆ**

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ มีส่วนประกอบดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์ (ED. ENGINEER'19)
3. การ์ดการทดลอง
4. โปรแกรมการทดลอง

รูปที่ ฉ.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

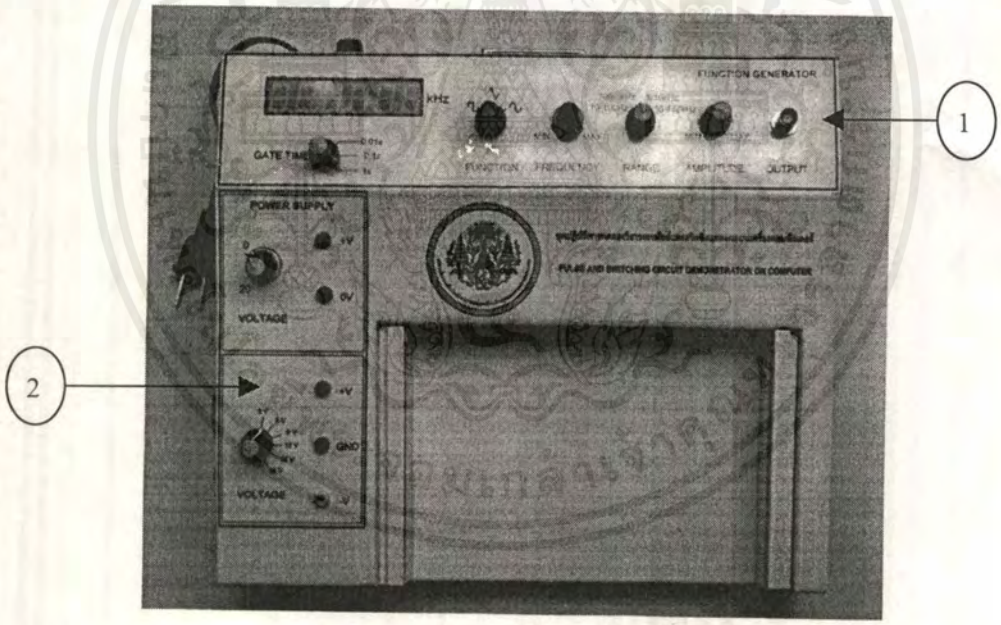
1. เครื่องคอมพิวเตอร์

คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์

- ความเร็วซีพียู 100 เมกกะเฮิร์ตขึ้นไป
- จอภาพ ความละเอียด 800 × 600 จุด
- มีหน่วยความจำ RAM อย่างต่ำควรจะมี 16 เมกกะไบต์อย่างต่ำ
- มีระบบปฏิบัติการวินโดว์ 95/98
- มีพื้นที่ของฮาร์ดดิส สำหรับลงโปรแกรม และใบงานอย่างน้อย 3 เมกกะไบต์ โดยต้อง copy โฟลเดอร์ชื่อ "lab" ลงในไดร์ฟ C (c:\lab)

2. ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์ (ED ENGINEER'19)

- **ลักษณะตัวเครื่องภายนอก**



รูปที่ ฉ.2 แสดงลักษณะตัวเครื่องภายนอก

ชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์ (ED ENGINEER'19) มี 2 ส่วนด้วยกันคือ

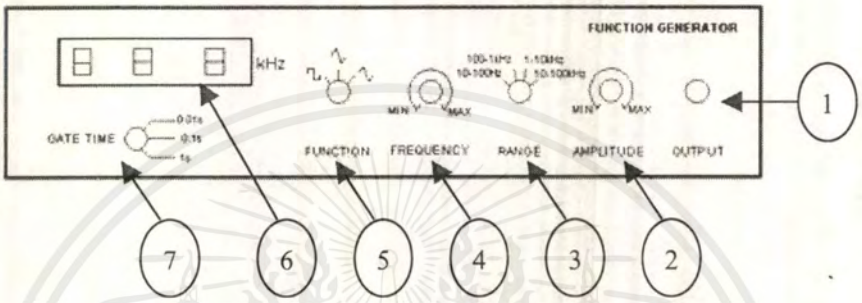
1. ส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณ (FUNCTION GENERATOR)
2. ส่วนของวงจรจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณ (FUNCTION GENERATOR)

วงจรกำเนิดสัญญาณ จะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณรูปคลื่นแบบต่างๆ ให้กับการ์ดทดลอง ในการทำการทดลองในแต่ละใบงาน

- **ตำแหน่งของปุ่มต่าง ๆ**



รูปที่ ฉ.3 แสดงตำแหน่งปุ่มต่างๆของวงจรกำเนิดสัญญาณ

- **หน้าที่การใช้งานปุ่มต่างๆ**

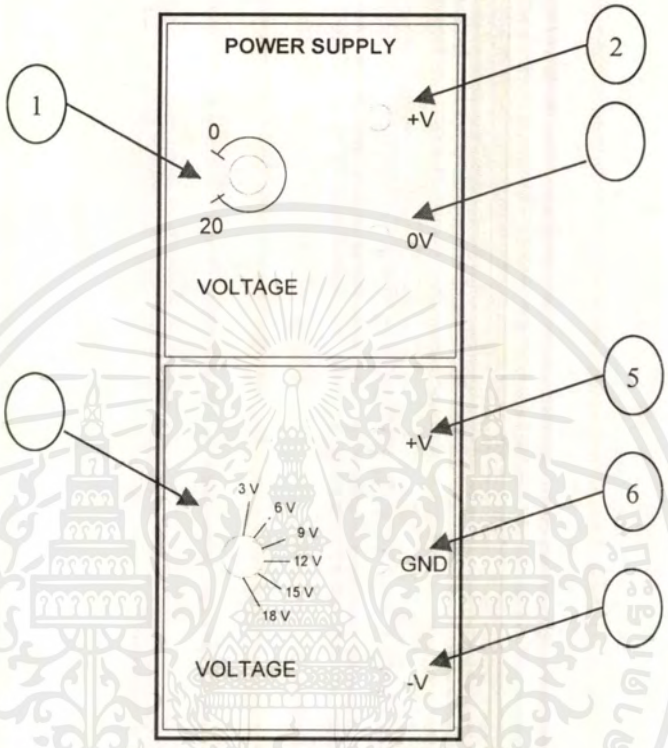
หมายเลข 1	OUTPUT	เอาท์พุตของวงจรกำเนิดสัญญาณ
หมายเลข 2	AMPLITUDE	ปรับระดับแรงดันเอาต์พุต
หมายเลข 3	RANGE	เลือกย่านความถี่
หมายเลข 4	FREQUENCY	ปรับความถี่
หมายเลข 5	FUNCTION	เลือกรูปแบบของสัญญาณ
หมายเลข 6	DISPLAY	จอแสดงผลของวงจรนับความถี่
หมายเลข 7	GATE TIME	ปรับฐานเวลาในการนับความถี่

2. ส่วนของวงจรจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

วงจรจ่ายไฟ จะทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงทั้งหมดให้กับการ์ดทดลอง โดยสามารถที่จะปรับค่าของแรงดันได้ตามแรงดันที่แต่ละใบงานต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตำแหน่งของปุ่มต่าง ๆ



รูปที่ ฉ.4 แสดงตำแหน่งปุ่มต่างๆ ของวงจรกำเนิดสัญญาณ

หน้าที่การใช้งานปุ่มต่างๆ

หมายเลข 1	VOLTAGE 0-20 V	ปรับระดับแรงดันเอาต์พุต 0-20 โวลต์
หมายเลข 2	+V	แรงดันไฟบวกเอาต์พุต
หมายเลข 3	0V	แรงดันไฟเอาต์พุต
หมายเลข 4	VOLTAGE ±V	ปรับระดับแรงดันเอาต์พุต เลือกค่าได้
หมายเลข 5	+V	แรงดันไฟบวกเอาต์พุต
หมายเลข 6	GND	ระดับแรงดันกราวด์
หมายเลข 7	–V	แรงดันไฟลบเอาต์พุต

3. การ์ดทดลอง

วงจรการทดลองในแต่ละใบงานจะทำในรูปแบบของการ์ดทดลอง โดยหนึ่งการ์ดทดลองจะเป็นวงจรการทดลองหนึ่งใบงาน ซึ่งการ์ดทดลองจะมีทั้งหมด 10 การ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โปรแกรมการทดลอง

- การทำงานของโปรแกรมชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่งแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์

เมื่อเราทำการต่อวงจรเรียบร้อยแล้ว ต่อไปก็เป็นการเข้าถึงโปรแกรมการใช้งาน ซึ่งเมื่อเราคลิกไอคอนการเริ่มทำงานของตัวโปรแกรม จะเห็นหน้าต่างของชุดปฏิบัติการวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูและปุ่มเริ่มต้นการทำงานและปุ่มออกจากโปรแกรมดังรูปที่ ฉ.4

รูปที่ ฉ.5 แสดงหน้าจอหลัก

หมายเลข 1 เมนูการทำงาน

หมายเลข 2 เริ่มการทำงาน

หมายเลข 3 ออกจากการทำงาน

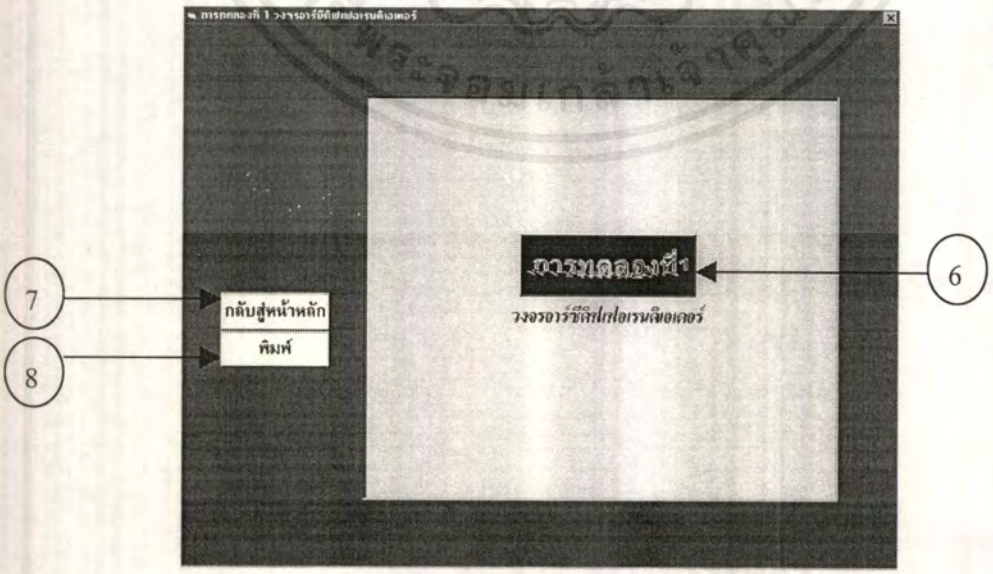
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ฉ.6 เมนูการเลือกใบงาน

หมายเลข 4 เมนูการเลือกใบงาน

หมายเลข 5 ปุ่มการกลับสู่หน้าหลัก

หลังจากเมื่อเราเริ่มการทดลอง โดยคลิกปุ่มการทำงานแล้วก็จะไปยังหน้าใบงานดังรูปที่ ฉ.6 ถ้าคลิกปุ่มกลับสู่หน้าหลักก็จะกลับสู่หน้าหลัก ดังรูปที่ ฉ.4



รูปที่ ฉ.7 ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 7 ปุ่มการเข้าปฏิบัติการใบงานการทดลอง

หมายเลข 8 ปุ่มกลับสู่เมนูหลัก

หมายเลข 9 ปุ่มการพิมพ์

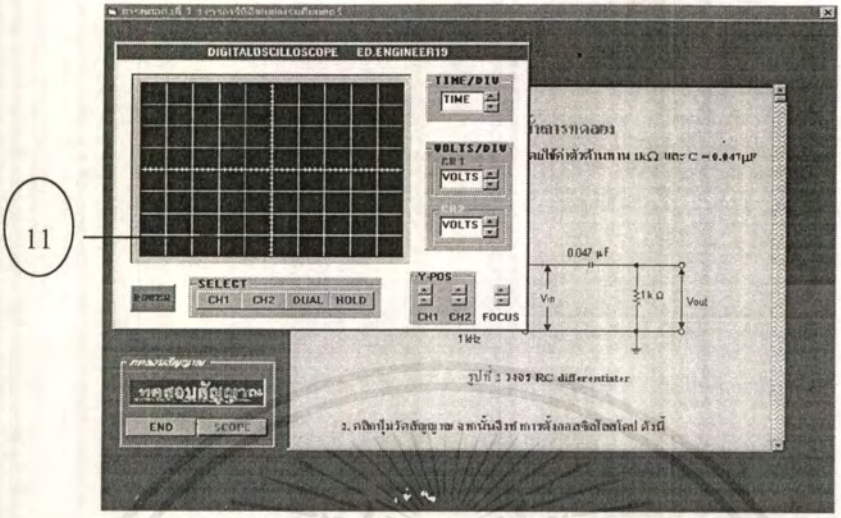
เมื่อเราคลิกปุ่มหมายเลข 7 แล้วจะเข้าถึงการเริ่มการทดลองต่างๆ ของใบงานนั้นดังแสดงในรูปที่ ฉ.7

รูปที่ ฉ.8 แสดงถึงปุ่มการทำงานต่างๆ ของใบงาน

หมายเลข 10 แสดงถึงปุ่มต่างๆ ของการทำงานจะประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์, ทฤษฎี, วัสดุอุปกรณ์, ลำดับขั้นการทดลอง, คำถามท้ายการทดลอง และ สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

เมื่อเราคลิกที่ปุ่มต่างๆ หน้าจอจะแสดงเนื้อหาตามที่เราเลือก ถ้าเลือกปุ่มลำดับขั้นการทดลองเราจะเห็นหน้าจอของออสซิลโลสโคปนั้นขึ้นมาด้วย โดยจะแสดงให้เห็นหน้าจอออสซิลโลสโคปและลำดับขั้นการทดลองไปพร้อมๆ กันดังแสดงในรูปที่ ฉ.9

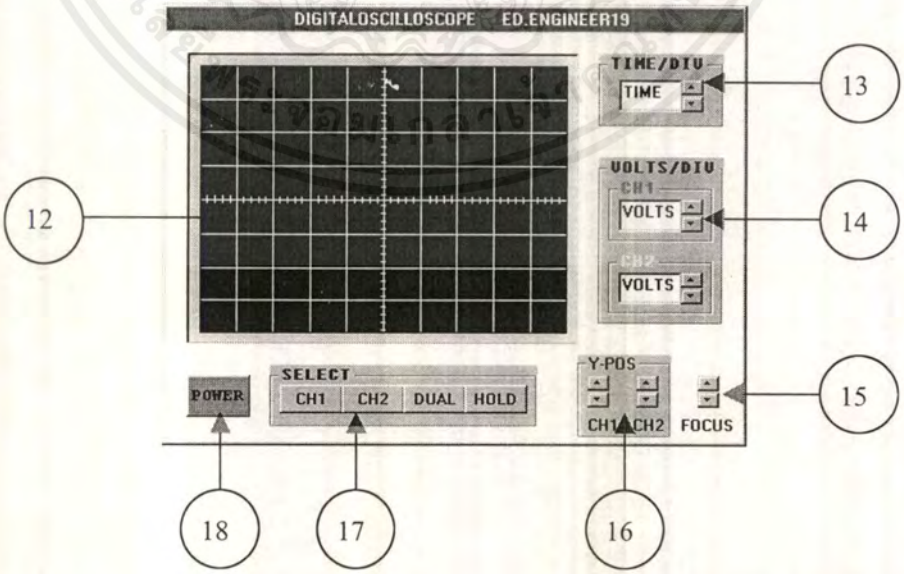
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.9 แสดงหน้าจอออสซิลโลสโคป

หมายเลข 11 แสดงให้เห็นถึงหน้าจอออสซิลโลสโคปที่ปรากฏหลังจากคลิกปุ่มลำดับขั้นการทดลอง

เราก็จะเห็นหน้าจอออสซิลโลสโคป ซึ่งก็จะทำงานคล้ายกับออสซิลโลสโคปจริง โดยจะต้องปรับปุ่มการทำงาน VOLT/DIV และ TIME/DIV ซึ่งจะแสดงในรูปที่ ฉ.10



รูปที่ ฉ.10 แสดงหน้าที่การทำงานของปุ่มต่างๆ ของออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 12 จอแสดงผล

หมายเลข 13 ปุ่มปรับ TIME/DIV

หมายเลข 14 ปุ่มปรับ VOLTS/DIV

หมายเลข 15 ปรับความคมชัดของเส้น

หมายเลข 16 เลื่อนเส้นตามแนวแกน Y

หมายเลข 17 ปุ่มการเลือกช่องการวัด

หมายเลข 18 ออกจากการทำงานของออสซิลโลสโคป

ทั้งหมดนี้คือ หน้าที่การทำงานต่างๆ ของชุดปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรพัลซ์และสวิตชิ่ง แสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้าผู้ใช้งานยังไม่เข้าใจถึงการทำงาน ขอให้ท่านปฏิบัติตั้งแต่ต้นใหม่ หรือเข้าไปที่ส่วนช่วยเหลือของโปรแกรมของชุดฝึกนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นภัทร วัจนเทพินทร์. **คู่มือการออกแบบวงจรพัลซ์**. ปทุมธานี : สกายบุกส์, 2540

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. "ชุดฝึกทดลองไอซีออปแอมป์". **Hobby Electronics**. ฉบับที่ 63 : หน้า 66-72.2539

เศกสิทธิ์ คำชมภู. "ฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์และเคาน์เตอร์". **เซมิคอนดัคเตอร์**. ฉบับที่ 156 : หน้า 49-56.2539

มนัส สังวรศิลป์ และ สมเกียรติ ศุภเดช. **ทฤษฎีและการออกแบบวงจรพัลซ์**. กรุงเทพฯ : อิเล็กทรอนิกส์ เวิลด์, 2526

ธนพล ฉันจรัสวิชัย. **เรียนรู้ Microsoft Visual Basic 5.0**. กรุงเทพฯ : เอส.พี.ซี.บุ๊คส์, 2541

บัณฑิต จามรภูมิ. **เข้าใจการทำงานดอสอินเตอร์เฟส**.กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539

มนต์ชัย อำนวยล้อเจริญ. "แหล่งจ่ายไฟ บวก ลบ กราวด์ เลือกค่าได้". **อิเล็กทรอนิกสมัครเล่น**. ฉบับที่ 28 : หน้า 26-28.2536

สุเจตน์ จันทรังษ์. **INTRODUCTION TO DIGITAL CIRCUIT**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2539

สุทธิศักดิ์ พงศ์ธราพานิช. **Visual Basic 4.0 Professional**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายนักรบ ชุ่มอารมณ์
วันเดือนปีเกิด	23 กรกฎาคม พ.ศ.2520
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ภูมิลำเนาเดิม	108 หมู่ที่ 1 ต. คู้ยายหมี อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา 24160
ที่อยู่ปัจจุบัน	108 หมู่ที่ 1 ต. คู้ยายหมี อ. สนามชัยเขต จ. ฉะเชิงเทรา 24160
โทรศัพท์	(038) 597717
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบางมะเฟือง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมสนามชัยเขต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวิเชียร ปิตุภูมินุรักษ์
วันเดือนปีเกิด	8 พฤษภาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ภูมิลำเนาเดิม	59 หมู่ 2 ต. ท่าพลับ อ. บ้านโพธิ์ จ. ฉะเชิงเทรา 24140
ที่อยู่ปัจจุบัน	59 หมู่ 2 ต. ท่าพลับ อ. บ้านโพธิ์ จ. ฉะเชิงเทรา 24140
โทรศัพท์	(038) 850509
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดสนามจันทร์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวิทยาราษฎร์รังสรรค์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	การเดินทางไปสู่ฝันอันสูงสุดนั้น ระหว่างทางย่อมที่จะพบขวากหนาม ปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆ หากแม้แต่เดินไปสู่จุดสูงสุดแล้ว อาจต้องเหน็บหนาว เดียวดายก็ตาม ก็ต้องผ่านไปให้ได้ ถ้านี่คือสิ่งที่เราใฝ่ฝัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายอนันตพัฒน์ อนันตชัย
วันเดือนปีเกิด	8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2520
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ภูมิลำเนาเดิม	65/6 หมู่ 5 ต. บ้านใหม่ อ. เมือง จ. ฉะเชิงเทรา 24000
ที่อยู่ปัจจุบัน	65/6 หมู่ 5 ต. บ้านใหม่ อ. เมือง จ. ฉะเชิงเทรา 24000
โทรศัพท์	(038) 817517
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลวัดปิตุลาธิราษฎร์รังสฤษดิ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพุทธโสธร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	นักเรียนดีเด่น ปี 2538
คติพจน์	อดีตเราแก้ไขไม่ได้ อนาคตเราไม่รู้ว่าเป็นอย่างไรในชีวิต ฉะนั้นต้องทำปัจจุบันให้ดี ให้สุขใจที่สุด เพื่อเป็นอดีตที่ดี และเป็นแนวทางในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายอานนท์ โตอนันต์
วันเดือนปีเกิด	2 มีนาคม พ.ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	82/2 หมู่ 1 ต. บางเตย อ. สามพราน จ. นครปฐม 73110
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/2 หมู่ 1 ต. บางเตย อ. สามพราน จ. นครปฐม 73110
โทรศัพท์	(02) 8894141
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านบางเตย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชน์บวรนิเวศ ศาลายา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชมเชย สิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ปี 2537 นักเรียนดีเด่น ปี 2539
คติพจน์	ก้าวนี้ที่พลาดไป คือ ก้าวใหม่ที่มั่นคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้