สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาชุดทดลองด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1

DEVELOPMENT FOR EXPERIMENT BY USING OrCAD 9.1

T055747

โดย

นายป.วีณ พูลจันทร์

นายวัชระ ชูเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 55747

วัน เดือน ปี 25 พ.ค. 2548

b.....

i.....

DEVELOPMENT FOR EXPERIMENT BY USING OrCAD 9.1

BY

Mr. PORWEEN PULJUN

Mr. WATCHARA CHUJARERN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบเสนอปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาชุดทดลองด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	
นักศึกษา	นายป.วีณ พูลจันทร์	รหัสนักศึกษา 44015654
	นายวัชระ ชูเจริญ	รหัสนักศึกษา 44015664
อาจารย์ผู้ควบคุม	อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2546	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย	การพัฒนาชุดทดลองด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายป.วีณ พูลจันทร์	รหัสนักศึกษา 44015654
	นายวัชระ ชูเจริญ	รหัสนักศึกษา 44015664
อาจารย์ที่ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรม OrCAD เพื่อใช้ในการจำลองการทำงานและศึกษาการทำงานของวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรฟิลเตอร์ วงจรขยาย วงจรเร็กติไฟเออร์ และรวมทั้งวงจรทางดิจิตอลอีกด้วย เพื่อให้สามารถอธิบายการทำงานของวงจรได้อย่างชัดเจน และมีใบงานประกอบการศึกษาประมาณ 30 ใบงาน รวมทั้งสามารถเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับการศึกษาที่จะพัฒนาการออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ และประยุกต์ใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจรต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	**Development For Experiment By Using OrCAD 9.1**
STUDENT	**Mr. PORWEEN PULJUN ID. 44015654**
	Mr. WATCHARA CHUJARERN ID. 44015664
ADVISOR	**Mr. SORAPONG WACHIRARATTANAPORNKUL**
COURSE	**Bachelor Degree of Information Engineering**
DEPARTMENT	**Information Engineering**
YEAR	**2003**

ABSTRACT

This thesis is applied for use OrCAD Program. The purpose to simulate and case studied of electronics circuit such as Filter circuit ,Amplifier circuit ,Rectifier circuit and Digitals circuit etc. Can use to explain the operate of circuit and thirty assignment for case studied. It useful to develop and design the electronics circuit and applied to simulate some circuit by OrCAD Program which efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เป็นผลเนื่องมาจากความมานะอดทน และช่วยเหลือเกื้อกูลกันของเพื่อนๆ และผู้ที่มิได้เอ่ยนาม อีกหลายท่าน ตลอดระยะเวลาการทำโครงงานได้รับการสนับสนุนจาก อาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล รวมถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำเกี่ยวกับรายละเอียดในโครงงานนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนทางการศึกษา อีกทั้งสิ่งดีๆ และทุกๆอย่างมาโดยตลอด รวมทั้งญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยเป็นขวัญและกำลังใจเสมอมา

ผู้จัดทำ

นายป.วีณ พูลจันทร์

นายวัชระ ชูเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความหมายสื่อการสอน	4
2.2 ประเภทของสื่อการสอน	5
2.3 คุณค่าสื่อการสอน	7
2.4 หลักการเลือกสื่อการสอน	7
2.5 ขั้นตอนการใช้สื่อการสอน	7
2.6 การประเมินการสื่อการสอน	8
2.7 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
2.8 Computer – Assisted Instruction (CAI)	10
2.9 ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2.10 CAD	14
2.11 OrCAD	15
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	16
3.1 การทดลองทางวิศวกรรม	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้าที่
3.2 ส่วนการทดลองของวงจร	17
3.3 ส่วนของใบงานการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง	21
1. การทดลองวงจร	21
4.1 วงจรเทวินินและนอร์ตัน	21
4.2 ไดโอด	22
4.3 ทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR)	37
4.4 เฟท (FET)	43
4.5 วงจรออปแอมป์ (OP-AMP)	51
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	74
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้าที่

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโครงงาน 2
รูปที่ 2.1 กรวยประสบการณ์ของเอดการ์เดล (Edgar Dale) 6
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบส่วนของการทดลองวงจร 17
รูปที่ 3.2 ทฤษฎีพื้นฐานวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น 18
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนของใบงาน 19
รูปที่ 3.4 แบบฟอร์มของใบงาน 20
รูปที่ 4.1 ค่ากระแสและ แรงดันที่จุดต่างๆ ของวงจร 21
รูปที่ 4.2 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น 22
รูปที่ 4.3 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น 23
รูปที่ 4.4 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น 24
รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น 25
รูปที่ 4.6 วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น 26
รูปที่ 4.7 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ 27
รูปที่ 4.8 วงจร ไดโอดตัดสัญญาณ 28
รูปที่ 4.9 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจร ไดโอดตัดสัญญาณ 29
รูปที่ 4.10 วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ 30
รูปที่ 4.11 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ 31
รูปที่ 4.12 วงจร ไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ 32
รูปที่ 4.13 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจร ไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ 32
รูปที่ 4.14 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า 33
รูปที่ 4.15 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองงวงจรทวีแรงดัน 2 เท่า 34
รูปที่ 4.16 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า 34
รูปที่ 4.17 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองงวงจรทวีแรงดัน 3 เท่า 35
รูปที่ 4.18 วงจรทวีแรงดัน 4 เท่า 35
รูปที่ 4.19 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองงวงจรทวีแรงดัน 4 เท่า 36
รูปที่ 4.20 วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม 37

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.21 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม 38
รูปที่ 4.22 วงจรขยายแบบเบสร่วม 39
รูปที่ 4.23 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายแบบเบสร่วม 39
รูปที่ 4.24 วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์ 40
รูปที่ 4.25 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์ 40
รูปที่ 4.26 วงจรขยายดาร์ลิงตัน 41
รูปที่ 4.27 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายดาร์ลิงตัน 42
รูปที่ 4.28 วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง 43
รูปที่ 4.29 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง 44
รูปที่ 4.30 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน 45
รูปที่ 4.31 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน 46
รูปที่ 4.32 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ 47
รูปที่ 4.33 รูปคลื่นของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ 48
รูปที่ 4.34 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET 49
รูปที่ 4.35 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายคาสเคดแบบ FET 49
รูปที่ 4.36 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์ 50
รูปที่ 4.37 รูปคลื่นสัญญาณของวงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์ 50
รูปที่ 4.38 วงจรคอมพาราเตอร์ 51
รูปที่ 4.39 ตารางผลการทดลองของวงจรคอมพาราเตอร์ 51
รูปที่ 4.40 วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์ 52
รูปที่ 4.41 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์ 53
รูปที่ 4.42 วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ 54
รูปที่ 4.43 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ 55
รูปที่ 4.44 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์) 56
รูปที่ 4.45 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์) 57
รูปที่ 4.46 วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์) 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.47 รูปคลื่นของการทดลองวงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์) 59
รูปที่ 4.48 วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer) 60
รูปที่ 4.49 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจร 61
รูปที่ 4.50 วงจรบวกแรงดัน 62
รูปที่ 4.51 ตารางผลการทดลองวงจรบวกแรงดัน 62
รูปที่ 4.52 วงจรลบแรงดัน 63
รูปที่ 4.53 ตารางผลการทดลองวงจรลบแรงดัน 63
รูปที่ 4.54 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม 64
รูปที่ 4.55 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม 65
รูปที่ 4.56 วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม 65
รูปที่ 4.57 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม 66
รูปที่ 4.58 วงจรกำเนิดคลื่นซายน์ 66
รูปที่ 4.59 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นซายน์ 67
รูปที่ 4.60 วงจรกรองความถี่ต่ำ 68
รูปที่ 4.61 ตารางผลการทดลองวงจรกรองความถี่ต่ำ 69
รูปที่ 4.62 วงจรกรองความถี่สูง 70
รูปที่ 4.63 ตารางผลการทดลองวงจรกรองความถี่สูง 71
รูปที่ 4.64 วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น 72
รูปที่ 4.65 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้กลายเป็นปัจจัยหนึ่ง ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการดำเนินงานในชีวิตประจำวันของผู้คนทุกขณะ อีกทั้งเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันที่มีการทดลองและต่อวงจรจริงนั้น อาจจะได้ผลการทดลองที่ผิดพลาด อันเนื่องมาจากตัวบุคคลที่ทำการทดลองหรือตัวอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งจะทำให้ไม่ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง และอุปกรณ์บางตัวที่ใช้ก็อาจมีราคาแพง จึงทำให้เสียค่าใช้จ่ายโดยไม่ได้ประโยชน์อะไร จากปัญหาที่กล่าวมาเราจึงได้พัฒนาการทดลองต่างๆ โดยใช้โปรแกรมช่วยในการจำลองการทำงานเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิด ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในการใช้อุปกรณ์จริงในการทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์

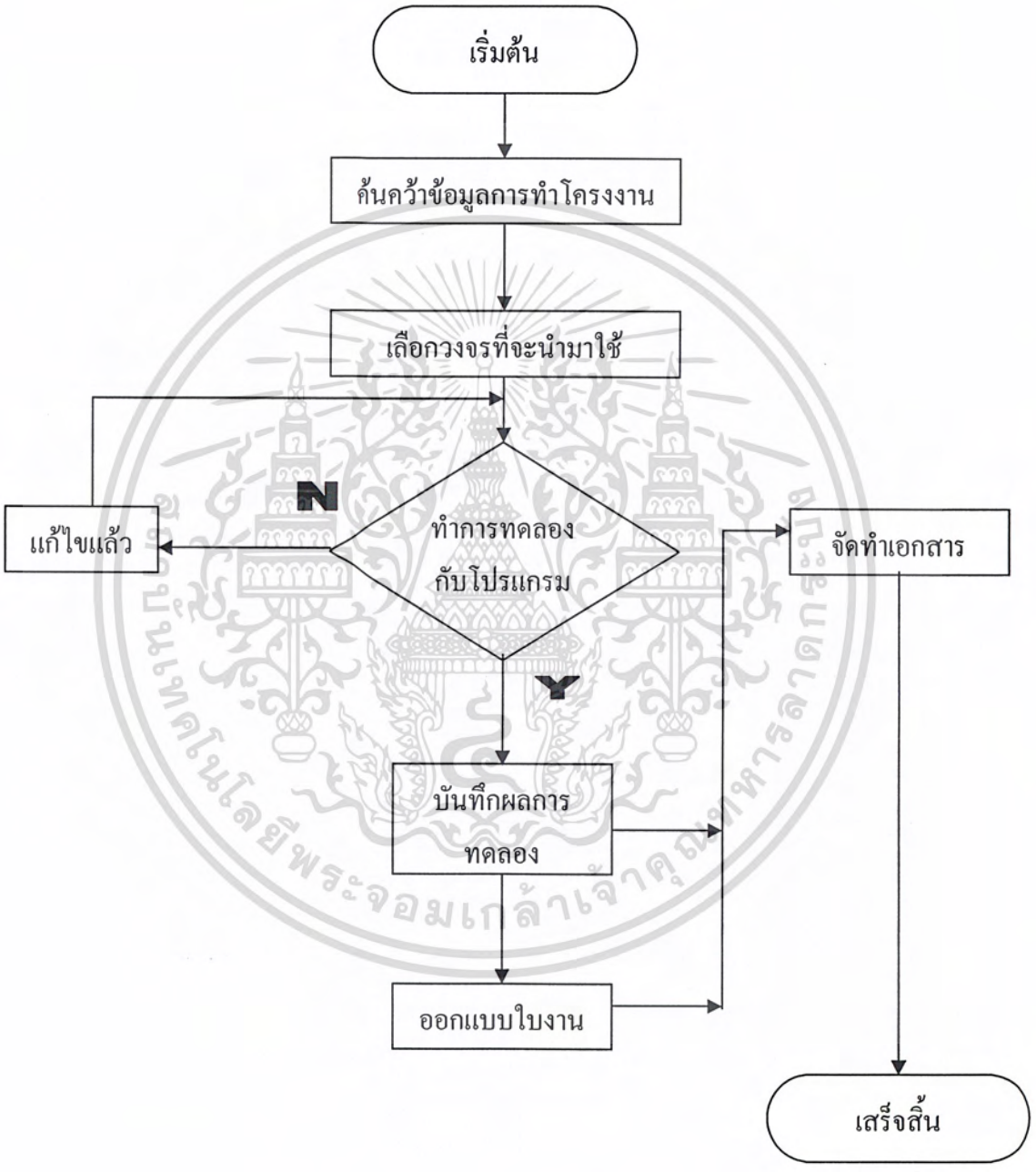
1. เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1
2. เพื่อศึกษาการทำงานในส่วนต่างๆ ของวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติในทางวิศวกรรมแบบใหม่
4. สามารถใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ในการใช้งานกับหน่วยความจำของการเก็บภาพและการทำงานส่งผ่านบนเครือข่าย LAN ได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. จัดทำใบงานประมาณ 30 ใบงานเพื่อใช้ในการทดลอง
2. จำลองการทำงานของวงจรต่างๆ ซึ่งมีรูปแบบการจำลองหลายรูปแบบ
3. ส่งผลที่ได้จากการจำลองการทำงานของวงจรในรูปแบบของภาพบนเครือข่าย LAN โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

สามารถเข้าใจรายละเอียดในการทำงานในส่วนต่างๆ ของวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์และเข้าใจการใช้งานโปรแกรม OrCAD ในส่วนของการจำลองการทำงานของวงจรต่างๆ และการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ในการใช้งานกับหน่วยความจำและการทำงานส่งผ่านบนเครือข่าย รวมถึงอุปสรรค ปัญหาในการทำโครงงานนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายสื่อการสอน

ในการเรียนการสอนเป็นกระบวนการสื่อความหมายระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยมีเจตนาที่จะถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางหรือพาหะ ซึ่งเปรียบเสมือนสะพานเชื่อมโยงที่สำคัญ อาจเรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น อุปกรณ์การสอน โสตทัศนอุปกรณ์ โสตทัศนูปกรณ์ สื่อการสอน สื่อการเรียน ซึ่งแต่ละคำหมายถึงตัวกลางทั้งสิ้น

เดิมใช้คำว่า **"อุปกรณ์การสอน"** (Teaching Aids) ซึ่งเน้นถึงสิ่งที่นำมาใช้ช่วย ในการสอน แต่เนื่องจากสิ่งที่นำมาใช้ช่วยในการสอนนั้นส่วนใหญ่ต้องใช้ประสาทตาและประสาทหูในการรับรู้ จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า **"โสตทัศนอุปกรณ์"** หรือ **"โสตทัศนูปกรณ์"** (Audio-Visual Aids) นอกจากนี้ยังมีคำที่เกี่ยวข้องและมีความหมายใกล้เคียงกัน เช่น Audio-Visual Education, Educational Media, Instructional Media, Instructional Material, Instructional Technology, Audio-Visual Media, Audio-Visual Communication, Communication Media, Teaching Aids, Technology for Education

เมื่อพิจารณารูปแบบของการเรียนการสอนจึงได้นำคำว่า **"สื่อ"** (Media) มาใช้แทน คำว่า **"อุปกรณ์"** ทั้งนี้ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้ให้ความหมายของคำว่า สื่อ หมายถึง ทำการติดต่อ ให้ถึงกันหรือชักนำให้รู้จักกัน

เมื่อมีการนำสื่อมาใช้ในการเรียนการสอน หากเน้นที่ผู้สอนจะเรียกว่า สื่อการสอน (Teaching Media) หากเน้นที่ผู้เรียนจะเรียกว่า สื่อการเรียน (Learning Media) โดยยึดถือเอาผู้ใช้สื่อเป็นหลัก แต่เนื่องจากการเรียนและการสอนมักจะเกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกัน จึงน่าจะเรียกตัวกลางที่ใช้ในการเรียนการสอนว่า **"สื่อการเรียนการสอน"** (Instruction Media)

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประเภทของสื่อการสอน

2.2.1 สื่อการสอนจำแนกประเภทตามลักษณะและวิธีการใช้งานวิธีการใช้งาน

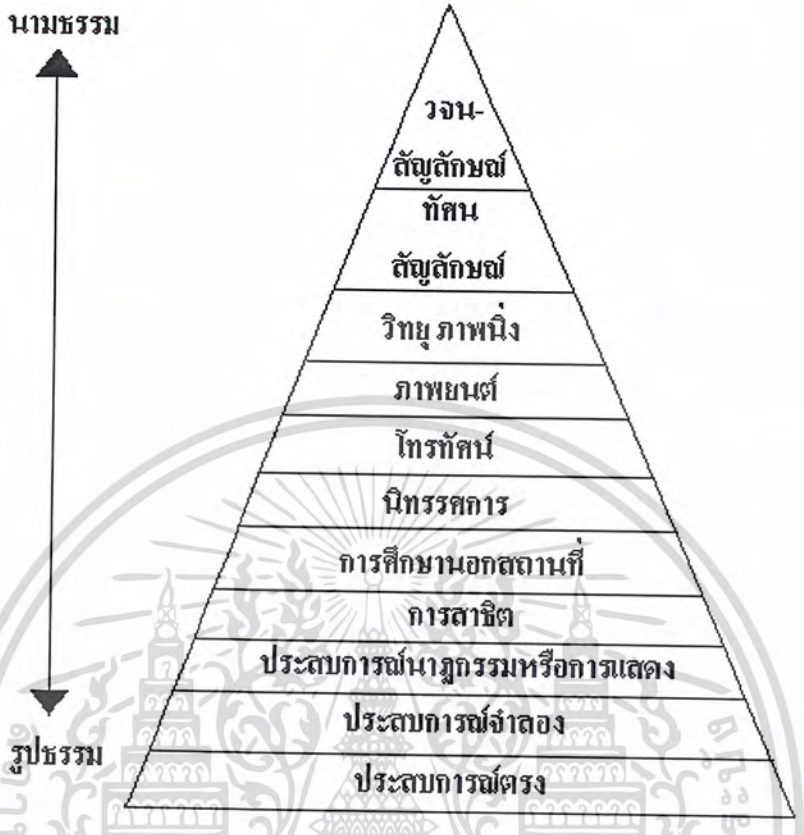
สื่อการสอนจำแนกตามลักษณะและวิธีการใช้งานสามารถแบ่ง 3 ลักษณะ

1. สื่อการสอนประเภทเครื่องฉาย (Projected Aids)เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายสไลด์
2. สื่อการสอนไม่ใช้เครื่องฉาย (Nonprojected Aids) เช่น รูปภาพ ของจำลอง
3. สื่อประเภทเครื่องเสียง (Audio Aids) เช่น เทปเสียง เครื่องบันทึกเสียง

2. 2.2 สื่อการสอนจำแนกตามประสบการณ์เรียนรู้

1. ประสบการณ์ตรง เป็นขั้นที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยจากของจริง สถานการณ์จริง
2. ประสบการณ์รอง เป็นขั้นการเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริง เช่น ของจำลอง สถานการณ์จำลอง
3. ประสบการณ์นาฏกรรมหรือการแสดง เป็นการแสดงบทบาทสมมุติให้แก่ผู้เรียน
4. การสาธิตเป็นการแสดงหรือการกระทำประกอบคำอธิบาย
5. การศึกษานอกสถานที่ เป็นการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากภายนอกห้องเรียน
6. นิทรรศการ เป็นการแสดงสิ่งต่าง ๆ โดยการนำประสบการณ์หลายอย่างผสมผสานกันมากที่สุด
7. โทรทัศน์ เป็นการให้ความรู้ทั้งผู้เรียนที่อยู่ในห้องและทางบ้าน
8. ภาพยนตร์ เป็นการบันทึกเรื่องราวเหตุการณ์ลงบนฟิล์มเพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์
9. เสียง วิทยุ ภาพนิ่ง เป็นการให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนแม้อ่านหนังสือไม่ออก สามารถเข้าใจได้
10. ทัศนสัญลักษณ์ เป็นสัญลักษณ์แทนความจริงเช่น แผ่นที่ แผ่นภูมิ แผนสถิติ
11. วจนสัญลักษณ์ เป็นประสบการณ์นามธรรมมากที่สุด ได้แก่ หนังสือ ภาษาเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 กรวยประสบการณ์ของเอดการ์เดล (Edgar Dale)

เอดการ์เดล (Edgar Dale) ได้จำแนกสื่อการสอนแสดงความสัมพันธ์ สื่อการสอนกับประสบการณ์เรียนรู้ และนำมาสร้างเป็น "กรวยประสบการณ์" (Cone of Experiences)

2.2.3 สื่อการสอนจำแนกประเภทตามทรัพยากรการเรียน

1. คน (People) คือ บุคลากรหรือบุคลที่ให้ความรู้หรืออำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ
2. วัสดุ(Material) คือ วัสดุที่ใช้ในการเรียนการสอน ที่บรรจุเนื้อหา เช่น ชุดการสอน หนังสือ และแผนที่
3. อาคารสถานที่ (Setting) คือ สถานที่สำคัญที่ใช้ในการศึกษา เช่น ห้องสมุด สนามเด็กเล่น โรงงาน พิพิธภัณฑ์ ฯลฯ
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tool and Equipment) คือทรัพยากรที่ใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ มักเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กิจกรรม (Activity) คือ การดำเนินงานที่ใช้ร่วมเพื่อกระทำร่วมกับทรัพยากรอื่นหรือเป็นเทคนิคพิเศษในการเรียนการสอน เช่น การสอนแบบโปรแกรม เกมหรือสถานการณ์จำลอง

2.3 คุณค่าสื่อการสอน

สื่อการสอนสามารถให้คุณค่าผู้เรียนและผู้สอน ดังนี้

2.3.1 สื่อการสอนกับผู้เรียน

1. สื่อการสอนช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. สื่อการสอนสามารถกระตุ้นและสร้างความเข้าใจ
3. สื่อการสอนทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาตรงกัน
4. ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมกัน
5. สร้างเสริมลักษณะที่ดีแก่ผู้เรียน
6. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.3.2 สื่อการสอนกับผู้สอน

1. ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียน
2. แบ่งเบาภาระของผู้สอน
3. กระตุ้นผู้สอนตื่นตัว

2.4 หลักการเลือกสื่อการสอน

การเลือกสื่อการสอนเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด จำเป็นจะต้องมีจุดประสงค์ในการเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมซึ่งหลักการเลือกสื่อการสอนมี ดังนี้

1. เลือกสื่อการสอนที่มีเนื้อหาที่ถูกต้อง
2. เลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
3. เลือกสื่อการสอนที่มีความสะดวกในการใช้งาน
4. สื่อการสอนต้องมีคุณภาพการผลิตที่ดี

2.5 ขั้นตอนการใช้สื่อการสอน

ในการใช้งานสื่อการสอน มีหลักการใช้สื่อการสอน ดังนี้

1. เตรียมตัวผู้สอน
2. จัดสภาพแวดล้อม
3. เตรียมความพร้อมผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้สื่อการสอน
5. การติดตามผล

2.6 การประเมินการสื่อการสอน

นอกจากการใช้สื่อการสอนตามขั้นตอนที่เหมาะสม ผู้สอนต้องมีการวิเคาะห์การใช้สื่อการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการประเมินการใช้สื่อการสอนดังนี้

1. การประเมินการวางแผนการใช้สื่อการสอน
2. ประเมินกระบวนการใช้สื่อการสอน
3. ประเมินผลที่ได้จากการใช้สื่อการสอน

ในโครงงานจะเลือกใช้วิธี

1. สื่อการสอนจำแนกตามประสบการณ์เรียนรู้
   - ประสบการณ์รอง เป็นขั้นการเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริง เช่น ของจำลอง สถานการณ์จำลอง
2. สื่อการสอนจำแนกประเภทตามทรัพยากรการเรียน
   - เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tool and Equipment) คือทรัพยากรที่ใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ มักเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์

2.7 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.7.1 คอมพิวเตอร์กับการศึกษา

ในปัจจุบันนี้พบว่าได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในด้านต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนเป็นอย่างมาก ในด้านการศึกษาก็เช่นเดียวกัน ได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น ด้านการบริหาร ด้านการวางแผนหลักสูตรด้านการพัฒนาบุคลากร ด้านห้องสมุด การแนะแนวและบริการ การทดสอบและวัดผลประยุกต์ใช้ในงานวิจัย สื่อการสอน ด้านการจัดการสอนและด้านช่วยสอนเป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะด้านช่วยสอนเท่านั้น

คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำเข้ามาใช้ช่วยในการเรียนและการสอนอย่างจริงจังในราวปลายศตวรรษที่ 1950 ศาสตราจารย์ ดร. Robert P. Taylor แห่ง Columbia University ณ เมือง New York ได้สรุปบทบาทและหน้าที่การใช้งานคอมพิวเตอร์ไว้ว่าเป็นผู้ติวหรือผู้สอน (Tutor) ผู้สื่อ (Tools) และผู้เรียน (Tutee)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้สอน หรือ Tutor

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในลักษณะเป็นผู้สอนนั้นได้แนวคิดมาจากการสอนแบบโปรแกรมหรือ Programmed Instruction นั่นเอง แต่การใช้คอมพิวเตอร์มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่าการสอนแบบโปรแกรม สามารถใช้ในการโต้ตอบกับผู้เรียน มีการเคลื่อนไหวของกราฟิกซึ่งสามารถทำได้ดีกว่าการสื่อและวิธีการสอนแบบอื่นบทเรียนคอมพิวเตอร์และสร้างโปรแกรมขึ้นมาโดยผู้ชำนาญ ในการเขียนโปรแกรมและผู้ชำนาญการสอนในสาขาวิชานั้น ๆ คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่และมีบทบาทในการเสนอบทเรียนและเนื้อหา ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนและเนื้อหาที่ได้ออกแบบไว้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง และคอมพิวเตอร์เป็นผู้ประเมินผลจากการตอบของผู้เรียน ผลของการประเมินจะช่วยเป็นเครื่องตัดสินว่าผู้เรียนจะผ่านไปเรียนเนื้อหาลำดับต่อไปหรือไม่

ดังนั้นการออกแบบบทเรียน CAI เพื่อใช้เป็นผู้ติวหรือผู้สอนนั้นจะใช้เวลาเป็นอย่างมาก ต้องใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง เพราะมนุษย์มีความยืดหยุ่นมากกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์บทเรียนจะต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน

สื่อการสอน หรือ Tools

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นเครื่องมือและสื่อสำหรับการเรียนการสอน ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียน เช่น ใช้ในคิดคำนวณเลข วิเคราะห์ข้อมูลสถิติและพิมพ์รายงาน หนังสือและเอกสารต่างๆ งานด้านศิลปะและการออกแบบงานทางกราฟิกและดนตรี เป็นต้น

ผู้เรียน หรือ Tureen

การใช้คอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนผู้ถูกติว หรือผู้เรียนนั้น หมายความไปถึงการที่ผู้เรียนและผู้สอนจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการติว หรือใช้เป็นเครื่องมือและผู้สื่อได้นั้นทั้งผู้เรียนและผู้สอนจะต้องทำการเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะใช้ทำการโปรแกรมและใช้สื่อความหมายภาษาเดียวกันกับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ไม่มีความฉลาดเหมือนมนุษย์ ไม่มีความอ่อนไหวใช้ทำงานได้นาน ไม่มีอาการเบื่อ จะให้เริ่มหรือหยุดเมื่อไรก็ได้ ผู้เรียนสามารถสอนคอมพิวเตอร์ให้ทำงานได้ต่างๆ นานา เช่นใช้ในการเรียนเลขคณิต ช่วยเรียนและฝึกภาษา ใช้ให้เขียนแผนผังและแผนที่ ให้ฝึกเล่นดนตรี เป็นต้น

CAI ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อวงการการศึกษาตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 โดยเฉพาะการสอนคำนวณ แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาและความก้าวหน้าของ CAI เป็นไปอย่างเชื่องช้าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันนี้ไมโครคอมพิวเตอร์หรือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือ PC(Personal Computer) คำว่า CAI และ CAL (Computer Assisted Learning) นั้นที่จริงแล้วมีความมุ่งหมายให้งานทางด้าน CAI เริ่มฟื้นชีพขึ้นมาใหม่ ในปัจจุบันโปรแกรมทางด้าน CAI มีคุณภาพและน่าสนใจมากขึ้น คำว่า CAI นั้นนิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา มุ่งหวังที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ และช่วยในการเรียนและการสอนศาสตร์ต่างๆ โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากบทเรียนต่างๆ

2.8 Computer – Assisted Instruction (CAI)

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

บทเรียน CAI มีหลายประเภท แต่พอจะจำแนกออกได้ตามลักษณะและวิธีการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็น 6 ประเภทคือ

1. โปรแกรมแบบฝึกหัด (Drill And Practice)
2. โปรแกรมแบบสอนเสริม (Tutorial)
3. โปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)
4. โปรแกรมแบบการแก้ปัญหา (Problem-Solving)
5. โปรแกรมสอนแบบเกมส์ (Instructional Games)
6. โปรแกรมบทเรียนแบบชาญฉลาด (Intelligence CAI)

2.8.1 โปรแกรมแบบฝึกหัด(Drill And Practice)

โปรแกรมประเภทนี้เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยที่ผู้สอนออกแบบไว้สำหรับการทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการฝึกทักษะเฉพาะอย่าง เช่น การสะกด การอ่าน และฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนและเนื้อหามาแล้ว ผู้เรียนสามารถทำการฝึกและปฏิบัติเพิ่มเติมได้ แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือเป็นวิธีการ(สอน) ที่ค่อนข้างอยู่ในวงจำกัดและแคบไป เพราะเป็นการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่องทำให้ไม่ค่อยน่าสนใจมากนัก การเริ่มต้นบทเรียนผู้เรียนอาจจะถูกถามและให้เลือกระดับความยากและรายการของเนื้อหาวิชาการที่ต้องการ เช่นคุณต้องการคำถามเรื่องอะไร

1. บวก
2. ลบ
3. คูณ
4. หาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณต้องการความยากระดับไหน

1. ยาก
2. ปานกลาง
3. ง่าย

2.8.2 โปรแกรมแบบสอนเสริม (Tutorial)

หลังจากการศึกษาเนื้อหาวิชาในชั้นเรียนแล้วนักเรียนสามารถใช้บทเรียนแบบนี้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว และหลังจากการทบทวนเนื้อหาจากโปรแกรมแล้วจะมีฝึกทำแบบทดสอบเพื่อเป็นการฝึกทักษะ หรือ Concept ของเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะตลอดจนความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ดังนั้นบทเรียนประเภทเสริมการเรียนรู้นี้เนื้อหาจะเป็นไปในลักษณะการช่วยเสริมสร้าง Concept ที่ได้เรียนมาแล้วในชั้นเรียน เนื้อหาอาจจะมีความยาวประมาณ 30 นาทีไปจนถึง 1 ชั่วโมง ลักษณะการสอนหรือการเสนอเนื้อหาความรู้ให้กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และตอบคำถามได้ตามความสนใจและความถนัดของตัวเอง

ระบบบทเรียนแบบสอนเสริม สามารถเสนอบทเรียนได้ 2 รูปแบบคือ

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Program)

โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับการสอนเนื้อหาของวิชาต่างๆ ให้แก่ผู้เรียนดังนี้ คอมพิวเตอร์จะมีบทบาทเป็นผู้สอนหรือ Tutor เนื้อหาของบทเรียน การเสนอเนื้อหาวิชาการอาจจะเสนอเป็นเฟรมๆ ตั้งแต่เฟรมแรกไปจนถึงเฟรมสุดท้ายแล้วให้ตอบคำถามท้ายบทเรียนเป็นตอนๆ แต่ละตอนอาจจะมีตั้งแต่ 1 เฟรมขึ้นไป พอจบบทเรียนแต่ละตอนก็จะมีคำถาม ถ้าตอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนสามารถกลับไปทบทวนบทเรียนใหม่ก่อนที่จะขึ้นบทเรียนหรือตอนใหม่ต่อไป

2. บทเรียนแบบสาขาหรือ Branching Tutorial

การสอนแบบสาขาเป็นการเสนอเนื้อหา และบทเรียนหลายๆ หัวข้อแล้วให้นักเรียนเลือกบทเรียนตามความต้องการ ดังนั้นจึงเหมาะกับบทเรียนที่มีเนื้อหามากๆ การเสนอเนื้อหาแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสมกับระดับชั้น เพื่อให้ไม่ใช้เวลามากจนน่าเบื่อเกินไป การเสนอเนื้อหาแบบนี้ผู้สอนในวิชานั้นๆ รู้ดีว่าเนื้อหาตอนใด หัวข้อใด เรื่องใด ควรมาก่อนหลัง หลังจากการศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่องแล้วอาจจะมีคำถามท้ายบทลักษณะของโปรแกรม CAI แบบนี้การออกแบบและการสร้างยุ่งยากกว่าแนวดิ่ง แต่สร้างบทเรียนได้คลอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและลึก ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 โปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การใช้โปรแกรมช่วยจำลองสิ่งแวดล้อมหรือสร้างสถานการณ์ต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งการฝึกและการทดลองจริงอาจจะราคาแพง หรือมีความเสี่ยงอันตรายสูงจึงเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองสถานการณ์ และสภาพแวดล้อมขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์อาจจะแยกเป็น 2 รูปแบบ

1. แบบกฎตายตัว (Deterministic) เป็นการสร้างบทเรียนจำลองเหตุการณ์ขึ้นจากสูตรหรือกฎเกณฑ์ที่ตายตัว เช่นเรื่องแรงโน้มถ่วง การไหลของกระแสไฟฟ้า กฎของโอห์ม เป็นต้น

2. แบบความน่าจะเป็นจริง (Probabilistic) เช่นการฝึกหัดขับเครื่องบิน การทดลองทางเคมี การจราจร การทำโมเดล การทดสอบการทำงานของเครื่อง และอุปกรณ์ เป็นต้น

2.8.4 โปรแกรมแบบการแก้ปัญหา(Problem-Solving)

การสร้างบทเรียนสำหรับใช้เรียนรู้วิธีการคิดแก้ปัญหา เป็นโปรแกรมการสอนที่ซับซ้อนต้องใช้เทคนิคและวิธีการหลายๆ อย่างมาใช้เช่น แบบเกมส์ และแบบจำลองสถานการณ์ด้วย ตัวอย่างเช่นโปรแกรม LOGO โปรแกรมลักษณะนี้ผู้เรียนจะให้ความสนใจและตั้งใจมาก ถ้าได้รับแรงจูงใจและสิ่งเร้าใจในการเรียนและผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนานและเกิดความท้าทาย และสร้างแรงความพยายามในการแก้ปัญหาต่อไป ดังนี้การออกแบบและการสร้างบทเรียนซับซ้อนมาก จำเป็นที่จะต้องอาศัยนักเขียนโปรแกรม และนักตรรกศาสตร์ช่วยเป็นอย่างมาก

2.8.5 โปรแกรมสอนแบบเกมส์ (Instructional Games)

โปรแกรมประเภทนี้มีลักษณะเด่นหลายอย่างเป็นต้นว่ามีความท้าทายความมานะที่จะทำให้สำเร็จและสร้างแรงจูงใจ และเร้าใจได้ดีและง่าย นอกจากนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและเพลิดเพลินเนื่องจากมีภาพ แสง สี เสียงและกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวได้ โปรแกรมแบบนี้สามารถที่จะช่วยทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับภาษา การคิดหาเหตุผลและด้านการอ่านโปรแกรมแบบนี้ยังไม่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในศาสตร์ต่างๆ เท่าใดนักแต่น่าที่จะหาวิธีการสร้างบทเรียนแบบเกมส์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีกว่านี้

2.8.6 โปรแกรมบทเรียนแบบชาญฉลาด (Intelligence CAI)

โปรแกรมแบบนี้ใช้หลักการปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (Artificial Intelligence) และวิธีการฐานความรู้ (Knowledge Base) มาใช้งานเพื่อจัดเตรียม เก็บข้อมูลและข้อเท็จจริง (Facts) ไว้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้โปรแกรมหาเหตุผลหรือเพื่อใช้ในการโต้ตอบกันระหว่างเครื่องกับผู้เรียน นอกจากนี้อาจจะสร้างโมเดลของการเรียนรู้ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนสามารถทราบถึงความก้าวหน้าและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของตัวเอง

2.9 ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในปัจจุบันมีผู้เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้มากมายสำหรับผู้เรียนทุกระดับและแทบจะทุกวิชา

2.9.1 CHULA CAI

คณะแพทย์ศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนับเป็นสถาบันการศึกษาด้านการแพทย์แห่งแรกที่พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นสื่อในการเรียนการสอนสำหรับนิสิตแพทย์ จึงได้มีการคิดค้นและประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนชื่อ CHULA CAI ขึ้น ระบบนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลา 7 ปีเต็มนับจาก พ.ศ. 2527 เป็นต้นมา

CHULA CAI เป็นบทเรียนที่มีการจำลองเหตุการณ์จริงใส่ในโปรแกรมเพื่อให้นิสิตแพทย์เรียนโดยการลองผิดลองถูกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน ทั้งนี้เพราะในทางการแพทย์จะมีการลองผิดลองถูกกับผู้ป่วยจริงไม่ได้โปรแกรมนี้มีรูปแบบหลากหลายอาทิเช่น ให้ข้อเท็จจริงเบื้องต้นเหมือนกับผู้สอนบรรยายในห้องเรียน แล้วจึงมีการประเมินผลว่านิสิตมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนนั้นมากน้อยเพียงใดหากนิสิตยังไม่เข้าใจบทเรียนบางส่วนหรือตามไม่ทันก็จะมีการสอนเสริมโดยให้คำแนะนำเพื่อไปค้นคว้าหรือศึกษาในส่วนนั้น ๆเพิ่มเติมจากโปรแกรมอื่นภายในเครื่องเดียวกันเช่น ถ้ามีคำศัพท์บางคำที่ไม่เข้าใจผู้เรียนสามารถค้นคว้าจากโปรแกรมดิกชันนารีในเครื่องนั้นสำหรับรูปแบบสุดท้ายเป็นการประยุกต์ความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วทั้งหมดให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของผู้ป่วย เช่น สามารถฝึกการสั่งยาอย่างเหมาะสมแก่ผู้ป่วยจำลอง หรือฝึกวินิจฉัยโรคกับผู้ป่วยจำลองในเครื่อง เป็นต้นนอกจากนี้ CHULA CAI มีลักษณะเด่น คือช่วยแบ่งเบาภาระการสอนในบางส่วนของอาจารย์แพทย์ทำให้สามารถนำเวลาที่เหลือไปรักษาผู้ป่วยที่รอรับการรักษาอีกเป็นจำนวนมาก และยังมีประโยชน์ต่อการเรียนของนิสิตแพทย์โดยผู้เรียนสามารถประเมินความรู้ที่คนได้เรียนไปว่าประสบความสำเร็จหรือยังบกพร่องอยู่ เช่นถ้าสั่งยาให้ผู้ป่าวในเครื่องผิดเครื่องจะสอนทันทีและให้ทำการวินิจฉัยสั่งยาใหม่แต่ถ้าสั่งยาหรือวินิจฉัยโรคถูกต้องจะมีการชมเชยเช่นมีเสียงเพลงหรือเสียงปรบมือเป็นการให้รางวัลทำให้ผู้เรียนสนุกสนานในการเรียนและจดจำในสิ่งที่บกพร่องได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไวทัลไทยของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการพัฒนามาจากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ University of Guelph ประเทศแคนนาดามีชื่อเรียกว่า VITAL (A videotext Integrated Teaching and Learning System)โดยที่สถาบันการศึกษาทั้งสองได้ร่วมกันพัฒนาชุดอักษรภาษาไทยขึ้นใช้ร่วมกับชุดอักษรภาษาอังกฤษที่มีอยู่เดิม โดยเรียนระบบที่ได้พัฒนาใหม่นี้ว่า "ไวทัลไทย" (VITAL/THAI) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบนี้เป็นการนำมาใช้เพื่อเป็นสื่อเสริมในการสอนทางไกลงานฝึกอบรม และงานอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัย

2.10 CAD

เป็นคำย่อมาจากคำว่า Computer Aided Design ซึ่งแปลตามศัพท์ได้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ แต่หลายท่านอาจเคยพบคำว่า CADD ซึ่งย่อมาจาก Computer Aided Design and Drafting คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและ เขียนแบบ คำย่อดังกล่าวนี้เป็นที่คุ้นเคยกับผู้ที่อยู่ในวงการวิศวกรรมทุกสาขา ทั้งนิสิต นักศึกษา ช่างเทคนิค วิศวกร ตลอดจน ผู้ประกอบการที่ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและเขียนแบบ เกิดขึ้นกลางทศวรรษที่ 1950 เมื่อกองทัพอากาศสหรัฐฯ เริ่มต้นนำการแสดงผลแบบรูปภาพ (Graphic) มาใช้กับระบบ SAGE (Semi Automatic Ground Environment) ซึ่งเป็นการแสดงผลของเรดาร์ตรวจจับ โดยใช้จอภาพหลอดรังสีคาโทด ระบบนี้ได้รับการพัฒนาโดยห้องแลบลินคอร์น ณ สถาบันเทคโนโลยี MIT หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 1960 Ivan Sutherland ใช้คอมพิวเตอร์รุ่น TX-2 ที่ห้องแลบลินคอร์น ณ สถาบันเทคโนโลยี MIT เพื่อสร้างโครงการ SKETCHPAD ซึ่งถือเป็นก้าวแรกของวงการ CAD ในขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาเกิดขึ้นที่ ITEK และ General Motors โครงการที่ ITEK มีชื่อว่า The Electronic Drafting Machine (เครื่องทำ drawing อิเล็กทรอนิกส์) โดยใช้คอมพิวเตอร์ PDP-1 ของ Digital Equipment Corp. ซึ่งมีการแสดงผลแบบเวคเตอร์(การเก็บข้อมูลกราฟฟิกโดยเก็บข้อมูลพิกัด) โดยใช้หน่วยความจำแบบดิสก์ขนาดใหญ่เพื่อทำการรีเฟรชภาพ และใช้ปากกาแสงเพื่อป้อนข้อมูล

ซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้น ควบคู่ไปกับ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็ว มากขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้ผู้ใช้ซอฟต์แวร์ CAD ในปัจจุบัน ทำงานเขียนแบบและออกแบบ ได้ง่าย และรวดเร็ว ซอฟต์แวร์ CAD มีให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ไม่ว่าจะทำงานอยู่ในวงการใด ๆ

เทคโนโลยีของซอฟต์แวร์ CAD ได้ถูกพัฒนาเริ่มจากการเป็นซอฟต์แวร์ช่วยเขียนแบบ 2 มิติ(Drawing) เสมือนเป็นกระดานเขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีคำสั่งในการใช้งานซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้คำสั่ง โดยการใช้เมาส์เลือกที่เมนูบนจอภาพ หรือการป้อนคำสั่งจากแป้นพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอฟต์แวร์ CAD มีหลายกลุ่มคำสั่ง ได้แก่ คำสั่งในการวาดองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ เส้นตรง (Line), ส่วนโค้ง (Arc), วงกลม(Circle),วงรี (Ellipse), รูปเหลี่ยม(Polygon) เช่น สามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม และยังมีคำสั่งในการช่วยวาดองค์ประกอบเพิ่มเติม เช่น การสะท้อนให้เกิดภาพ (Mirror), การสำเนาองค์ประกอบที่มีอยู่ (Copy) นอกจากนี้ยังมีคำสั่งในการแก้ไขสิ่งที่ได้วาดลงไปแล้ว ได้แก่ คำสั่งลบออก (Erase), ตัดบางส่วน (Trim), เคลื่อนย้าย(Move), หมุนภาพ(Rotate), การจัดองค์ประกอบต่างๆจำแนกอยู่ในชั้นต่างๆ (Layer) เพื่อความสะดวกในการทำงานเสมือน มี แบบหลายๆ แผ่นมาซ้อนทับกันอยู่ เช่น ในอาคารหนึ่งหลังจะมีทั้งแบบโครงสร้างแบบไฟฟ้า, แบบผนัง ฯลฯ ซึ่งเป็นกระดาษไข เมื่อต้องการใช้ก็จะนำมาทาบกับคำสั่งดังกล่าวที่ซอฟต์แวร์ CAD 2 มิติ มีให้นั้น ทำให้ผู้ใช้สะดวกและประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย คือเขียนแบบให้เสร็จในคอมพิวเตอร์ จากนั้นค่อยพลอตออกทางเครื่องพลอต (Plotter) ทำให้ประหยัดกระดาษ, ประหยัดเวลาที่จะต้องเขียนแบบใหม่หมดหากเกิดข้อผิดพลาด, ไม่ต้องใช้ใบมีดขูดแบบเพื่อลบเส้นที่ผิด แต่ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ CAD ที่เป็น 2 มิติ นี้ ผู้ใช้ยังคงต้องใช้จินตนาการและประสบการณ์ เพื่อวาดให้ได้แบบที่ถูกต้อง เช่น การวาดรูปด้านข้างของอาคารหรือของชิ้นส่วนที่มีความโค้งมน เหล่านี้ อาจทำให้แบบที่ออกมามีความผิดพลาดไป

ซอฟต์แวร์ CAD อีกประเภทหนึ่งซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาสูงขึ้น คือ ซอฟต์แวร์ CAD ที่มีการทำงานในระบบ 3 มิติ ซึ่งจะมีคุณสมบัติพื้นฐาน คือ

1. ออกแบบหรือสร้างแบบจำลอง ลักษณะ 3 มิติ คือ มีขนาดทั้งความกว้าง ความยาว และความสูง(ความหนา)
2. หมุนดูได้ทุกมุมมองที่อยากดู
3. สร้างแบบ(Drawing) 2 มิติหลังจากการเสร็จสิ้นออกแบบ เพื่อนำไปผลิต
4. แก้ไขได้ทันทีที่ต้องการ

2.11 OrCAD

OrCAD เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ในการออกแบบวงจร จำลองการทำงานและ ออกแบบ PCB เป็นต้น ซึ่งความสามารถในการจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น สามารถวิเคราะห์ค่ากระแส แรงดัน และกำลังที่จุดต่างๆ แสดงรูปกราฟของสัญญาณ และวิเคราะห์ค่า Fundamental และ Harmonic ของสัญญาณ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและการออกแบบโครงงาน

3.1 การทดลองทางวิศวกรรม

3.1.1 การทดลองจริง

การทดลองด้วยอุปกรณ์จริง และสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยในการทดลองจริงนั้นจะมีความจำกัดทางด้านต่างๆ เช่น ขนาดของอุปกรณ์ ราคา และสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ และในการทดลองจริงอาจจะเกิดการผิดพลาดซึ่งเกิดขึ้นจากตัวอุปกรณ์ หรือตัวผู้ทดลองเอง โดยจะสรุปว่าการทดลองจริงนั้นจะมีข้อดีคือ ตัวผู้ทดลองจะรู้ถึงข้อผิดพลาดต่างๆ ในการใช้อุปกรณ์จริง

3.12 การทดลองโดยใช้โปรแกรม

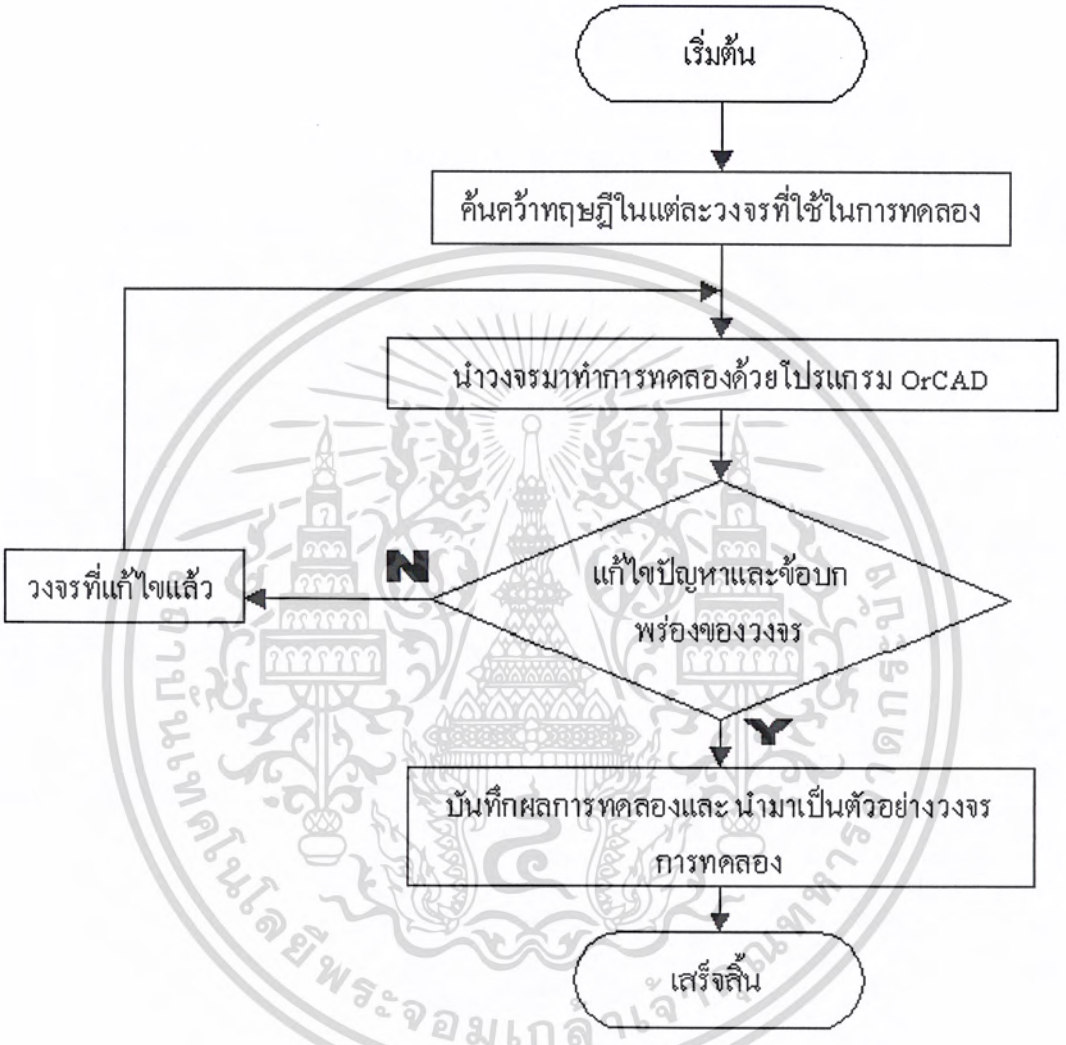
การทดลองโดยใช้โปรแกรมจะมีความแตกต่างจากการทดลองจริงที่ เราสามารถใช้อุปกรณ์จำลองตัวนั้นได้อย่างเต็มที่โดยไม่คำนึงถึงความเสียหายของตัวอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน และไม่ต้องคำนึงถึงราคาอีกด้วย แต่ก็มีแนวโน้มที่จะใช้งานจริงได้ แต่เราจะไม่รู้ถึงสภาพแวดล้อมจริง และปัญหาจริงของตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

โครงงานนี้เป็นการใช้โปรแกรมช่วยจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งการออกแบบในโครงงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2 ส่วนการทดลองของวงจร

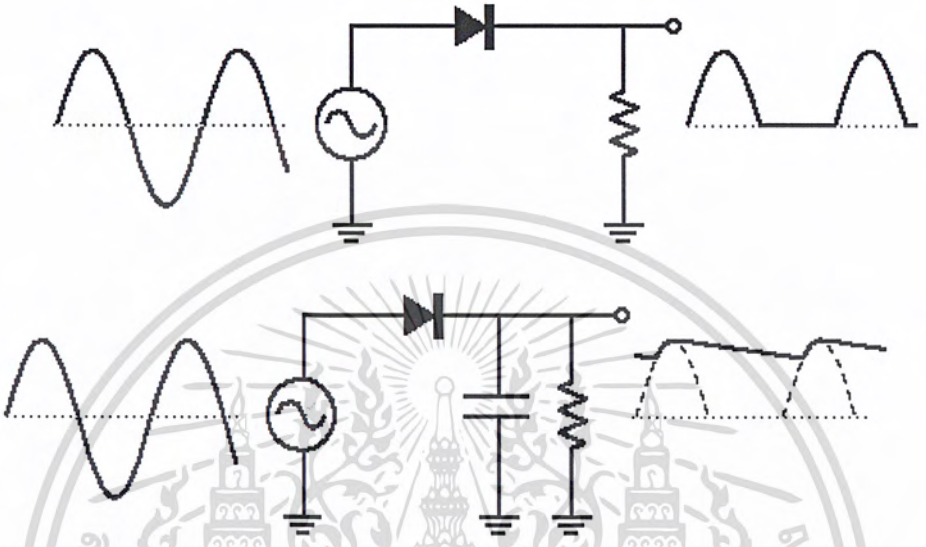


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบส่วนของการทดลองวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55747

ในการออกแบบในส่วนของวงจรที่จะนำมาทดลองจะประกอบไปด้วยทฤษฎีวงจรที่จะนำมาใช้และการใช้โปรแกรม OrCAD ในการทดลองอย่างเช่น วงจรเร็กติไฟเออร์ต่างๆ ดังรูป



รูปที่ 3.2 ทฤษฎีพื้นฐานวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดรึ่งคลื่น

โดยจะต้องนำวงจรมาทดลองใส่ค่าและทดลองกับโปรแกรมเพื่อให้ได้การทดลองที่สมบูญแล้วจึงจะมาทำใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

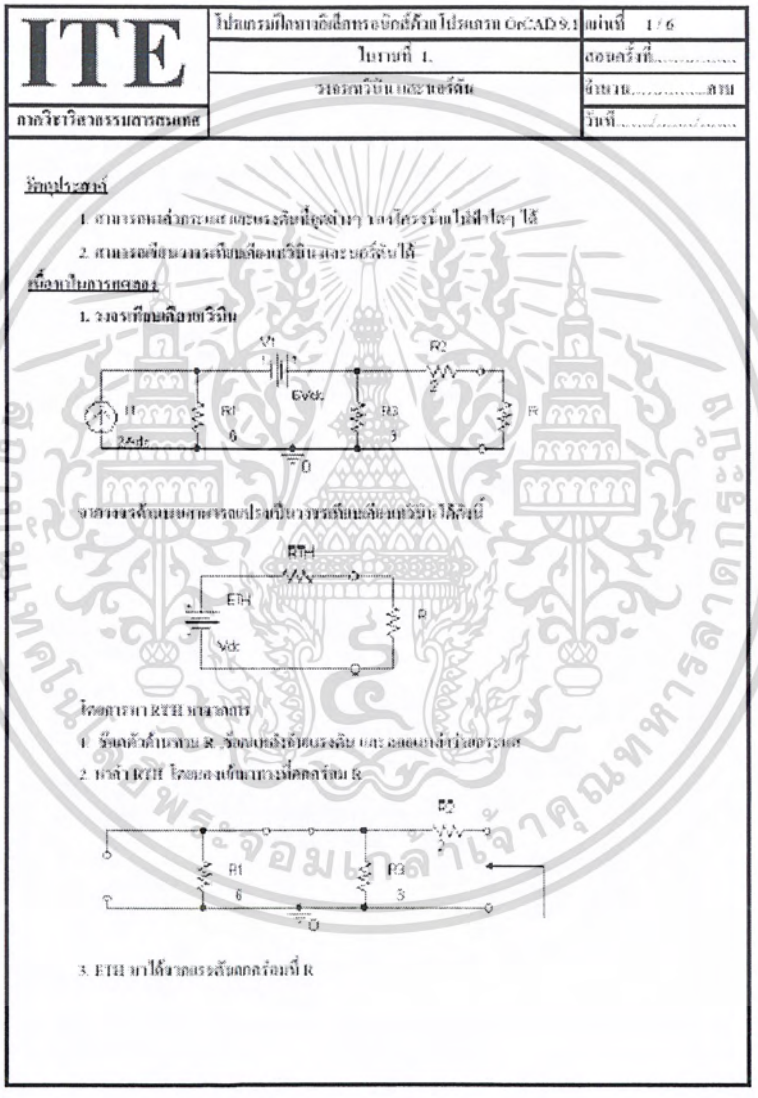
3.3 ส่วนของใบงานการทดลอง

ในการออกแบบส่วนของใบงานมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนของใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการออกแบบทางด้านใบงานเราได้ทำการออกแบบ โดยเน้นความสวยงามและความเป็นระเบียบ ดังรูป



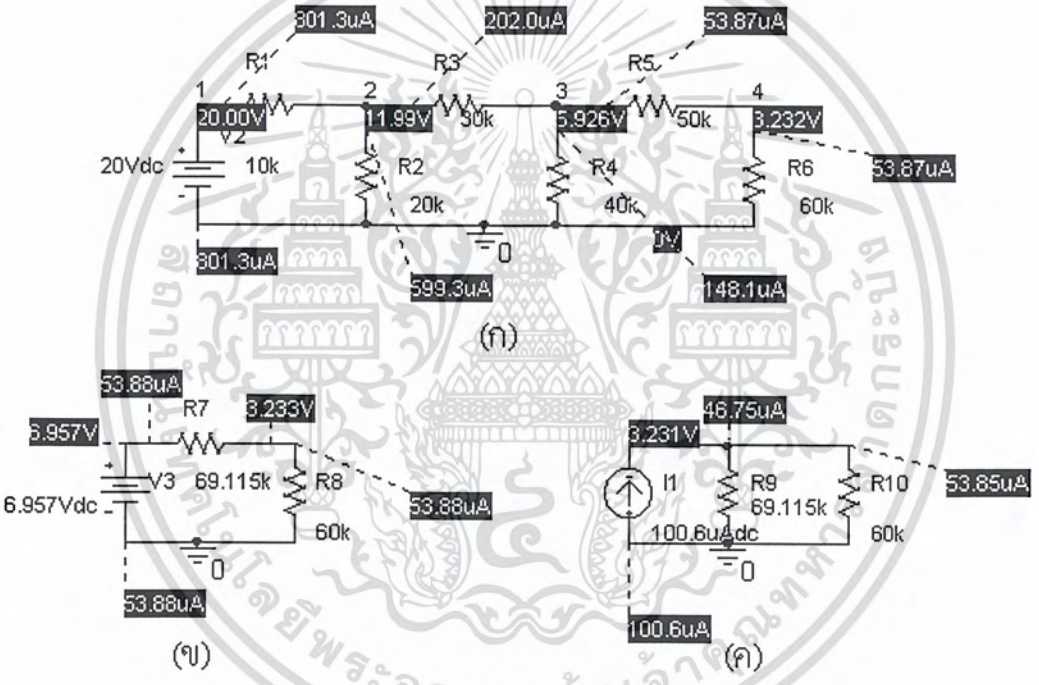
รูปที่ 3.4 แบบฟอร์มของใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 วงจรเทวินินและนอร์ตัน

ในการทดลองวงจรเทวินินและ นอร์ตัน โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.1 เป็นการแสดงค่ากระแสและ แรงดันที่จุดต่างๆ ของวงจร



รูปที่ 4.1 ค่ากระแสและ แรงดันที่จุดต่างๆ ของวงจร

(ก) วงจรโครงข่ายใดๆ

(ข) วงจรเทียบเคียงเทวินิน

(ค) วงจรเทียบเคียงนอร์ตัน

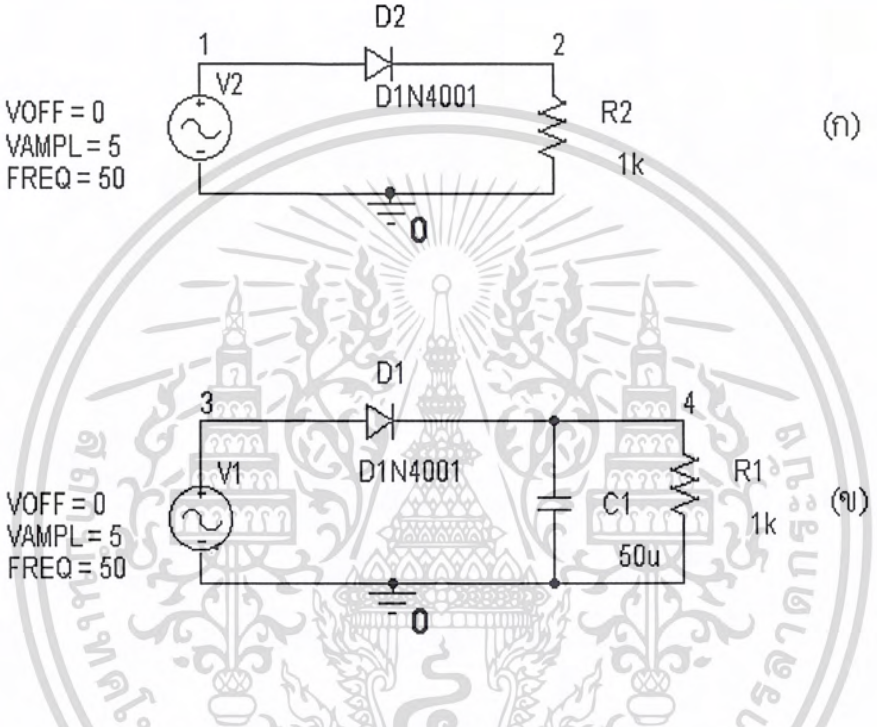
จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่าเราสามารถนำโครงข่ายใดๆ มาวาดวงจรในรูปแบบที่เป็นวงจรง่ายๆ และจากวงจรที่ได้เราสามารถนำมาคำนวณค่าต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ไดโอด (DIODE)

4.2.1 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น

ในการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.2 และ 4.3 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง

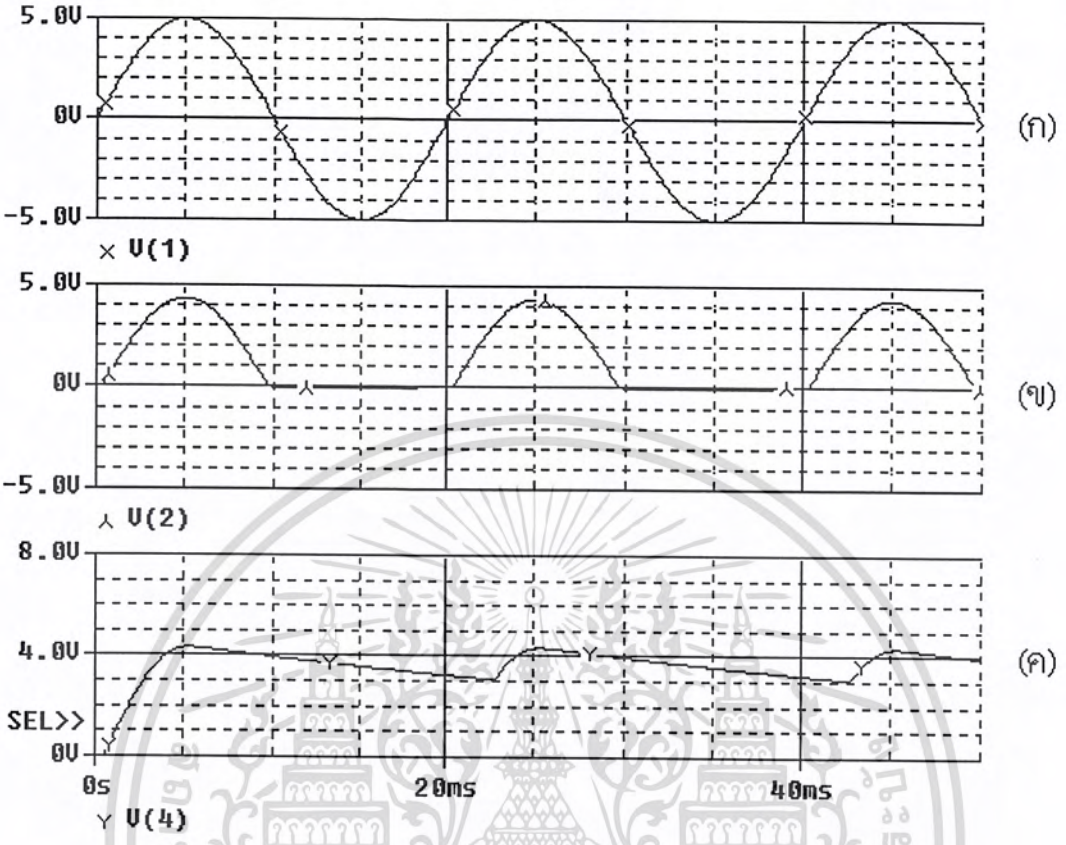


รูปที่ 4.2 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น

(ก) วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่นแบบไม่มี C ฟิลเตอร์

(ข) วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่นแบบมี C ฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดครึ่งคลื่น

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1,3

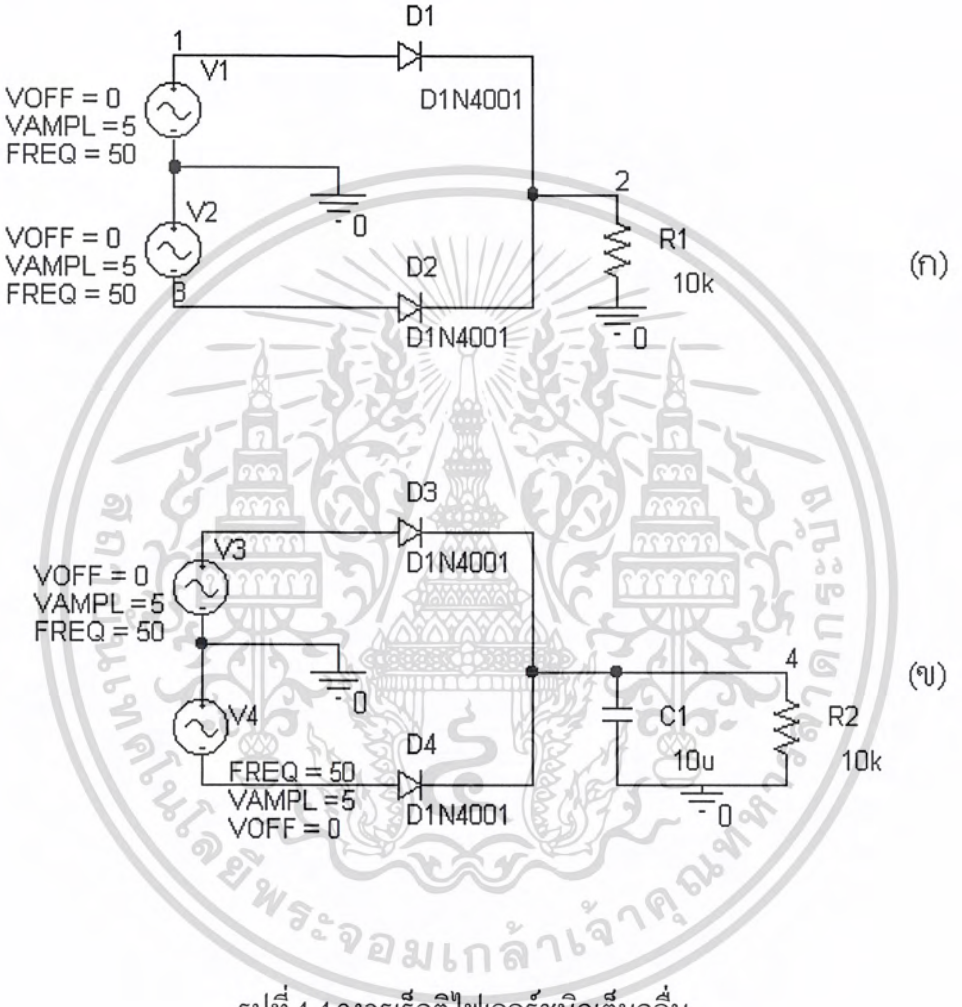
(ข) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 2

(ค) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

ในการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง

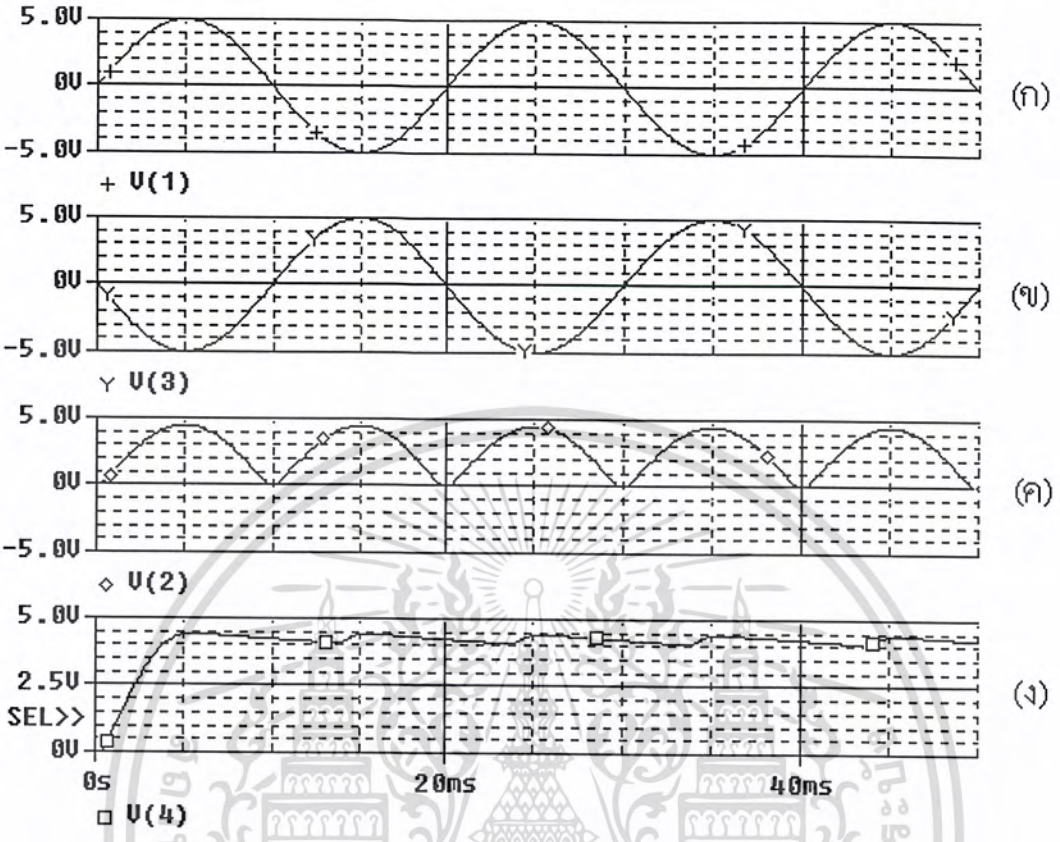


รูปที่ 4.4 วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

(ก) วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่นแบบไม่มี C ฟิลเตอร์

(ข) วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่นแบบมี C ฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1

(ข) สัญญาณอินพุตที่จุด 3

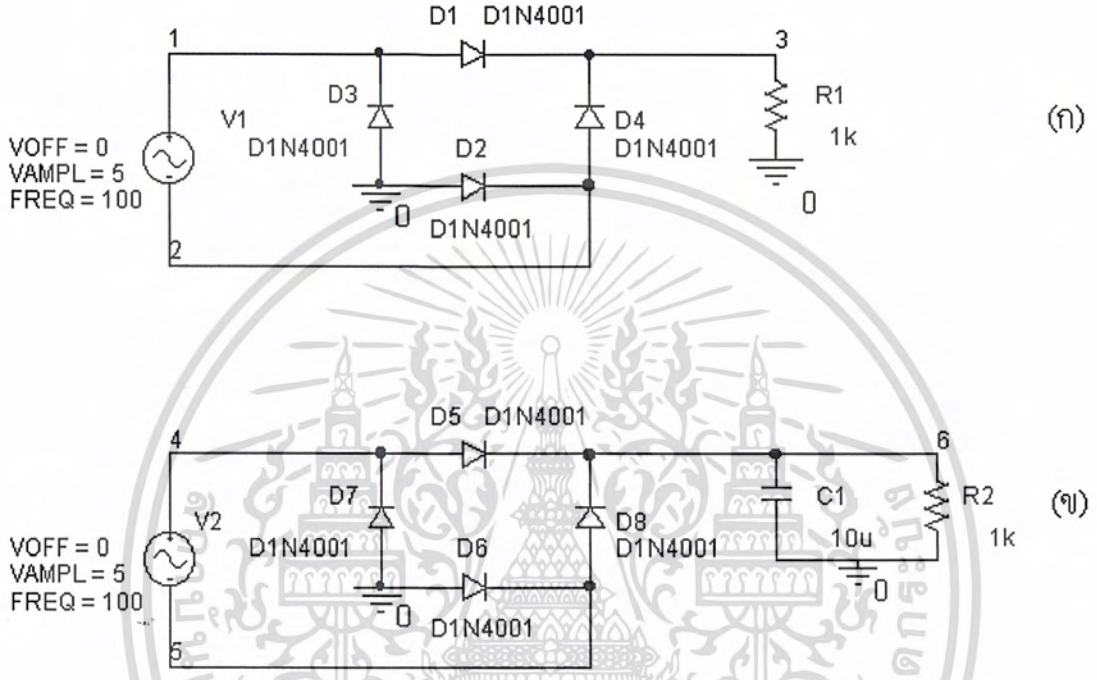
(ค) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 2

(ง) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

ในการทดลองวงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง

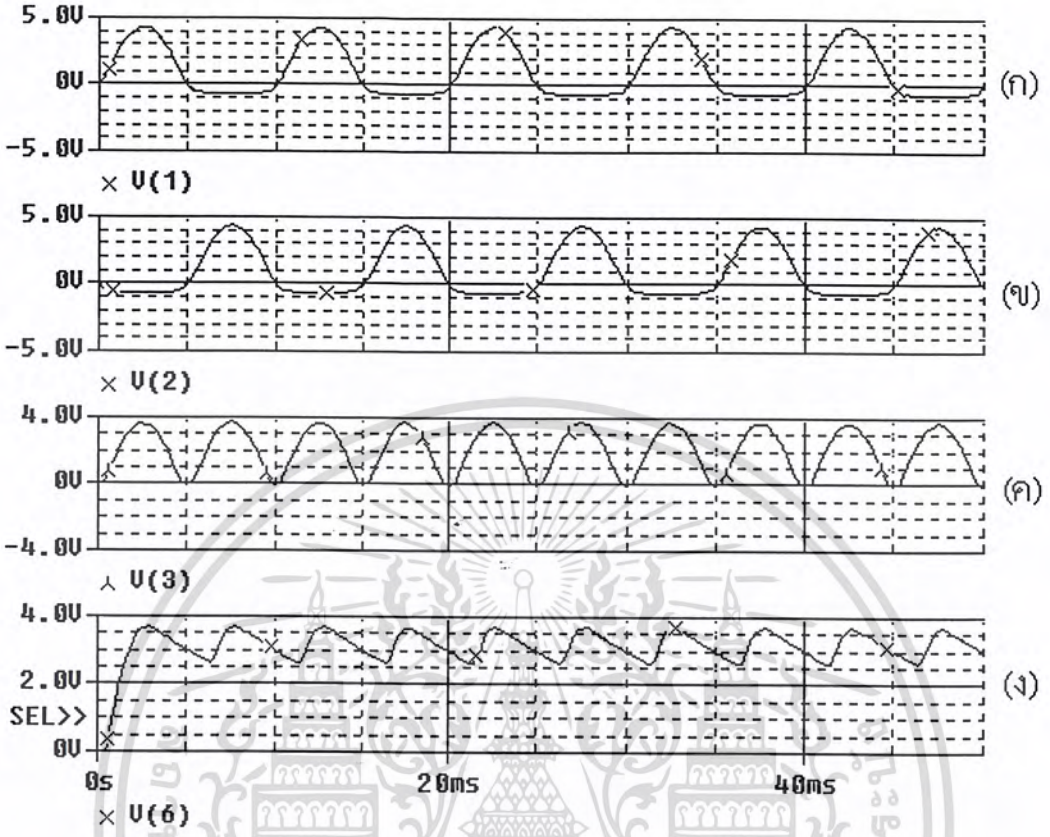


รูปที่ 4.6 วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

(ก) วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่นแบบไม่มี C ฟิลเตอร์

(ข) วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่นแบบมี C ฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1

(ข) สัญญาณอินพุตที่จุด 2

(ค) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 3

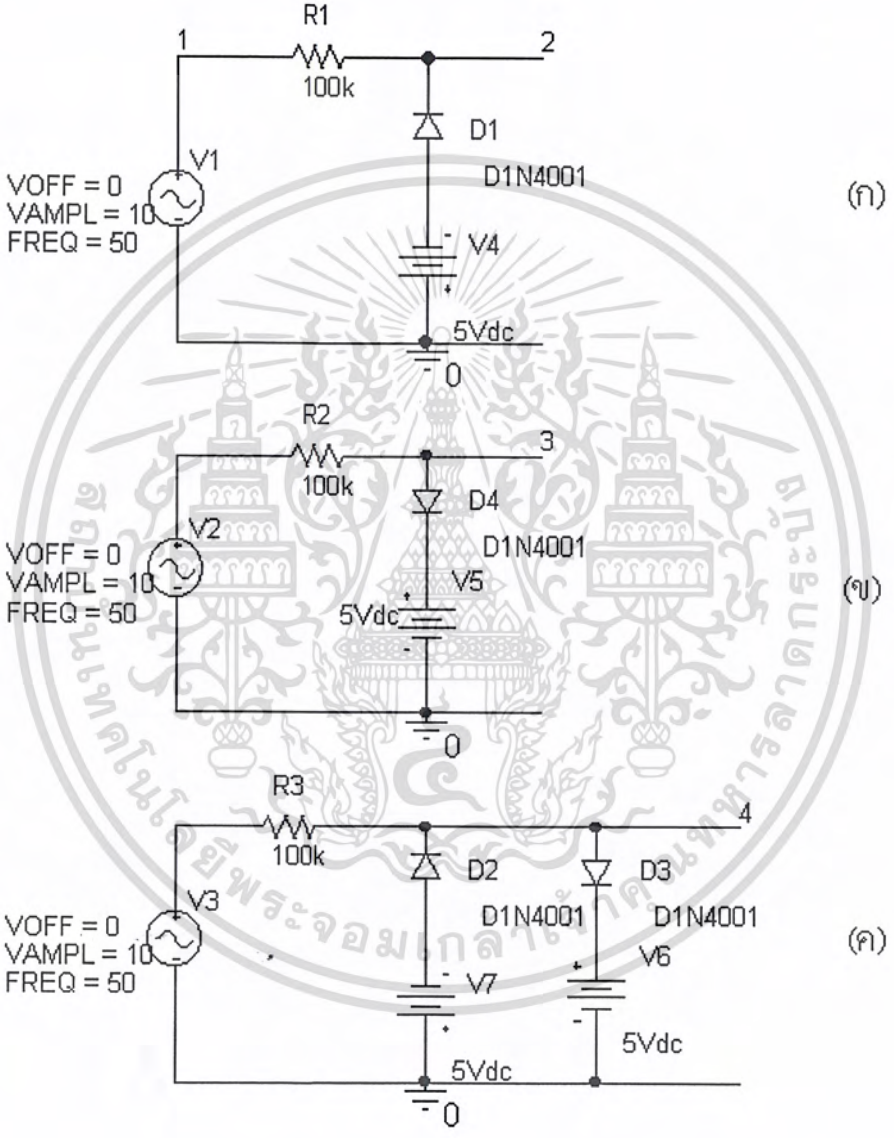
(ง) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 6

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่าการเร็กติไฟเออร์ คือการแปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรงกระเพื่อมโดยใช้ไดโอดทำหน้าที่นี้ และมีการนำตัวเก็บประจุมาช่วยลดการกระเพื่อมเพื่อให้ไกล้เคียงไฟกระแสตรงมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 วงจรไดโอดตัดสัญญาณ

ในการทดลองวงจรไดโอดตัดสัญญาณ โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง



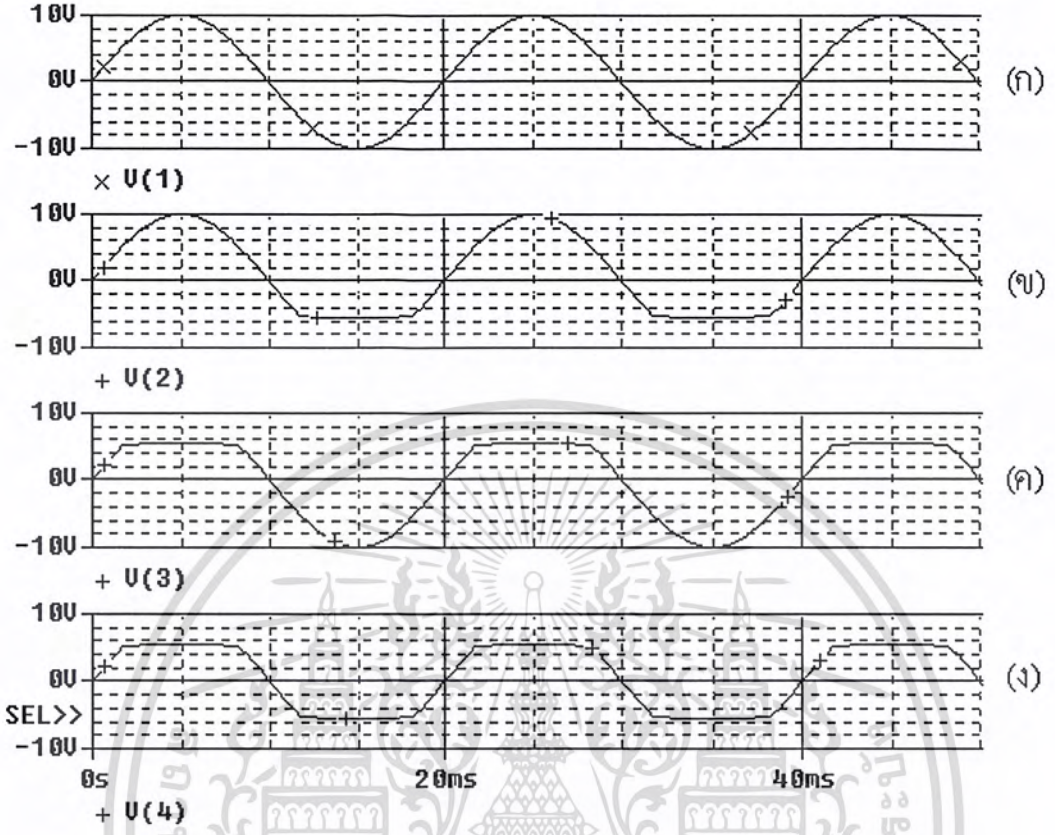
รูปที่ 4.8 วงจรไดโอดตัดสัญญาณ

(ก) วงจรไดโอดตัดสัญญาณซีกบวก

(ข) วงจรไดโอดตัดสัญญาณซีกลบ

(ค) วงจรไดโอดตัดสัญญาณทั้งซีกบวกและซีกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรไดโอดตัดสัญญาณ

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1

(ข) สัญญาณอินพุตที่จุด 2

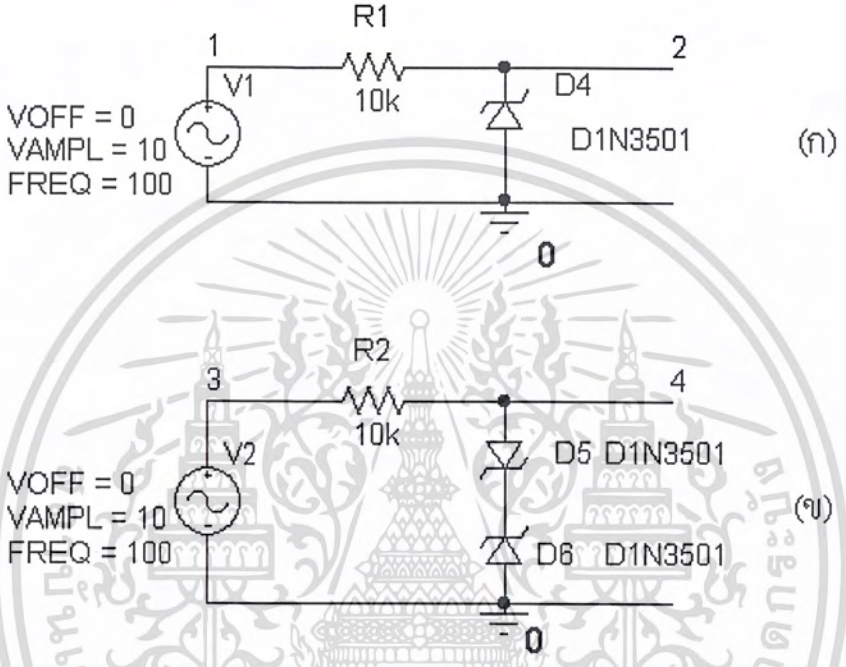
(ค) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 3

(ง) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ซีเนอร์วงจรไดโอดตัดสัญญาณ

ในการทดลองวงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.10 และ 4.11 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง

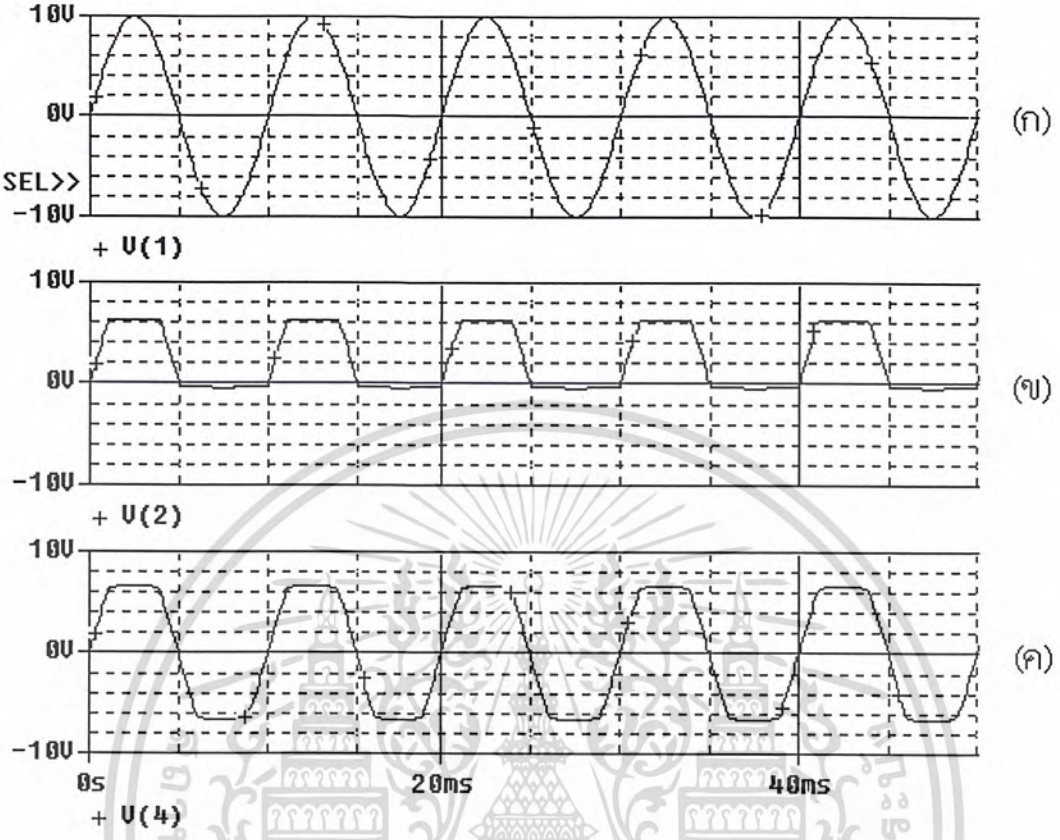


รูปที่ 4.10 วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ

(ก) วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณซีกบวก

(ข) วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณทั้งซีกบวกและซีกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดเต็มคลื่น

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1

(ข) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 2

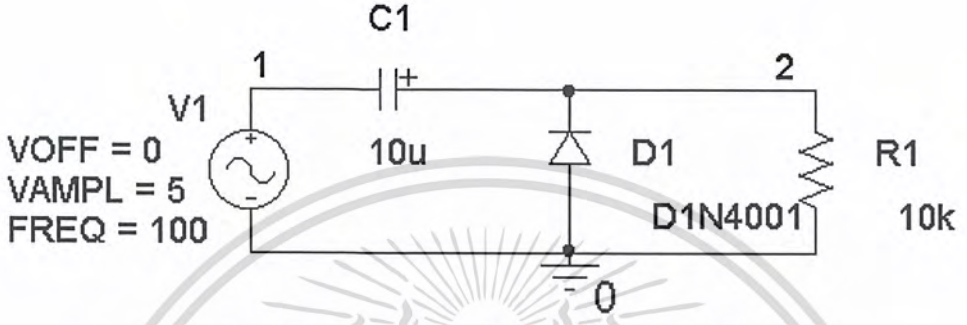
(ค) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 4

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า ไดโอดตัดสัญญาณ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดสัญญาณที่เข้ามาในส่วนที่ไม่ต้องการออกไป และอาจจำกัดสัญญาณให้ออกมาตามต้องการด้วย วงจรทำงานโดยใช้ไดโอดและแบตเตอร์มากำหนดไบอัสให้ไดโอดนอกจากนั้นซีเนอร์ไดโอดก็สามารถนำมาทำหน้าที่ตัดสัญญาณได้

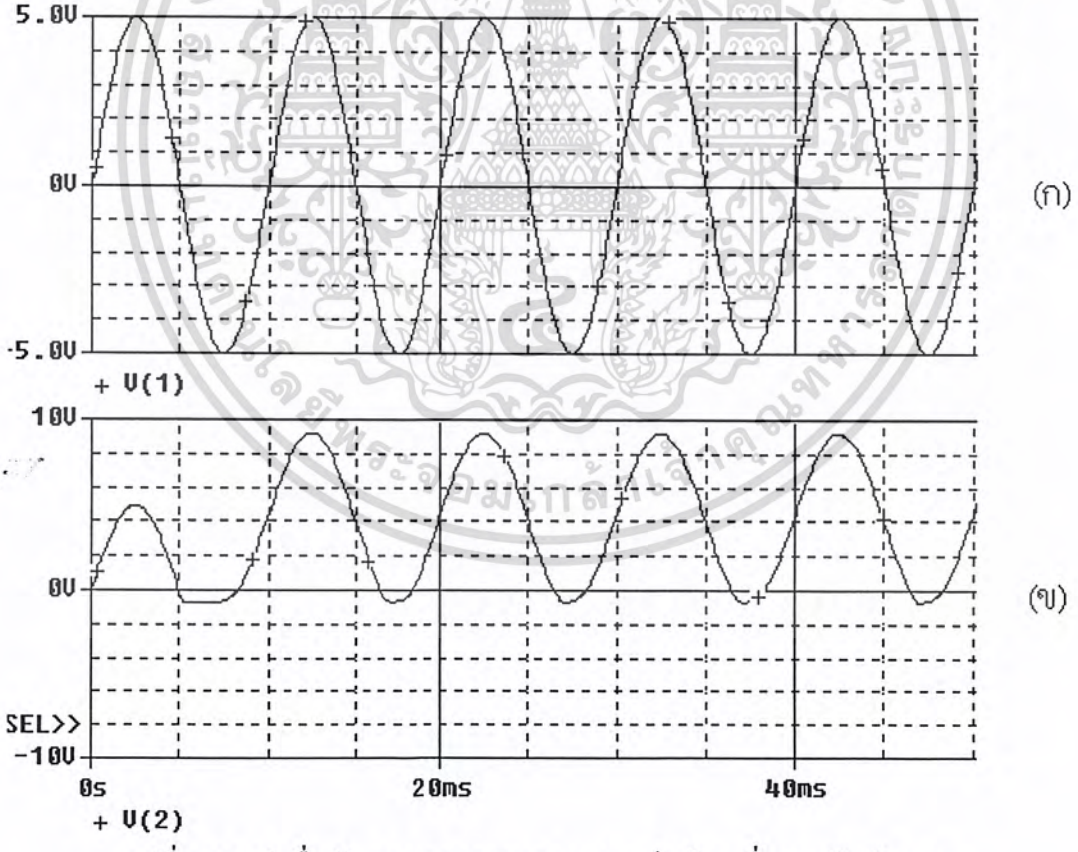
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 วงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ

ในการทดลองวงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.12 และ 4.13 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.12 วงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ



รูปที่ 4.13 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ

(ก) สัญญาณอินพุตที่จุด 1

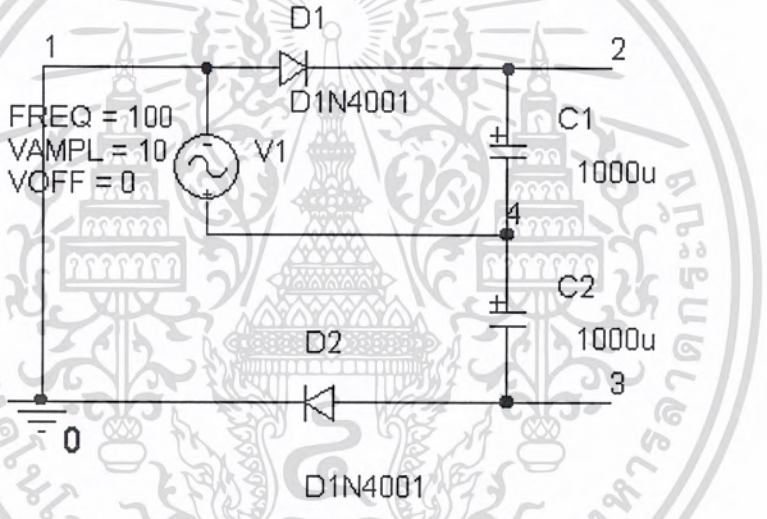
(ข) สัญญาณเอาท์พุตที่จุด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า ไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับสัญญาณที่ปรากฏออกทางเอาท์พุทสามารถปรับเลื่อนตำแหน่งสัญญาณให้สูงขึ้นในทางบวกหรือปรับเลื่อนตำแหน่งสัญญาณให้ต่ำลงในทางลบ โดยรูปร่างสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลง

4.2.7 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

ในการทดลองวงจรวงจรทวีแรงดัน 2 เท่า โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.14 และ 4.15 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง



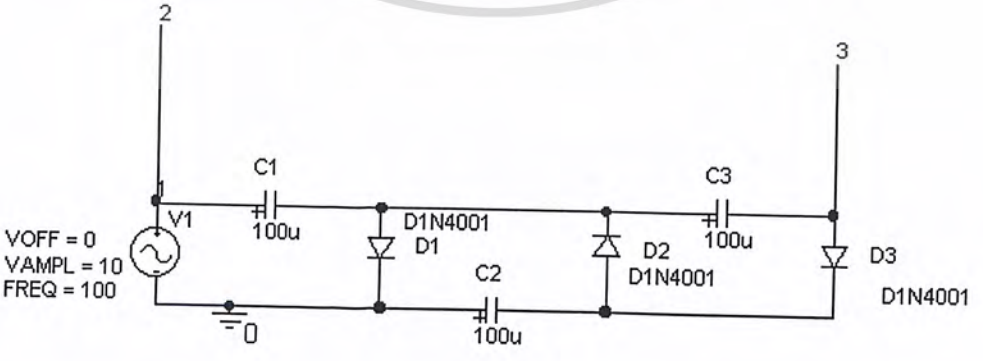
รูปที่ 4.14 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

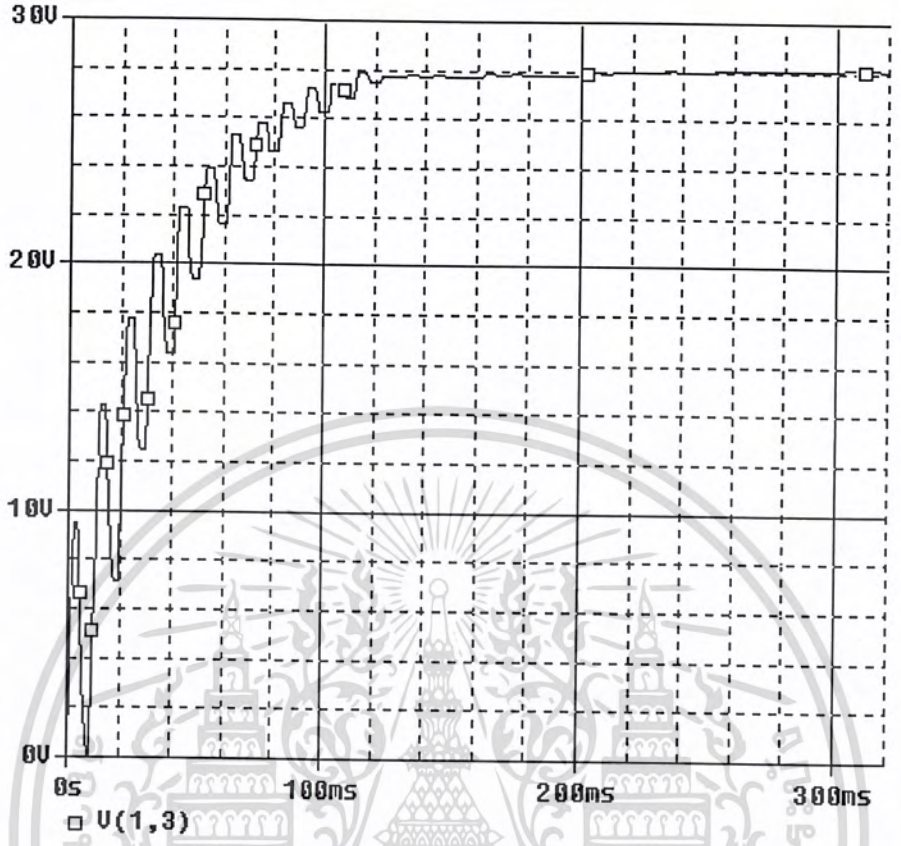
4.2.8 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า

ในการทดลองวงจรวงจรทวีแรงดัน 3 เท่า โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.16 และ 4.17 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.16 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า

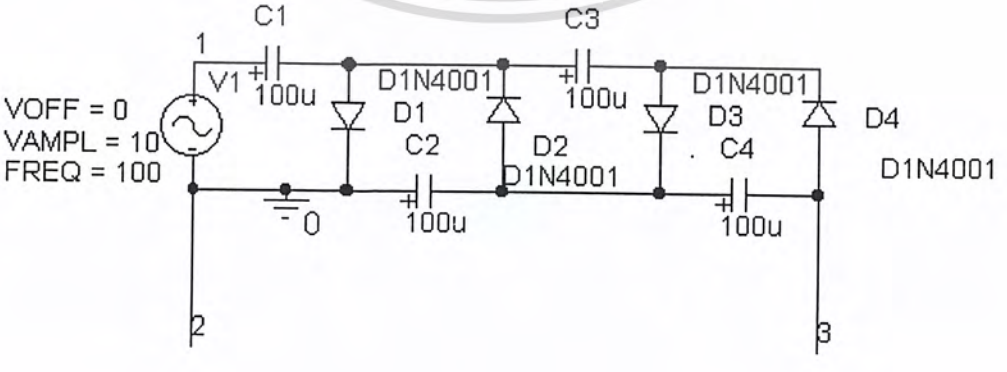
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรทวีแรงดัน 3 เท่า

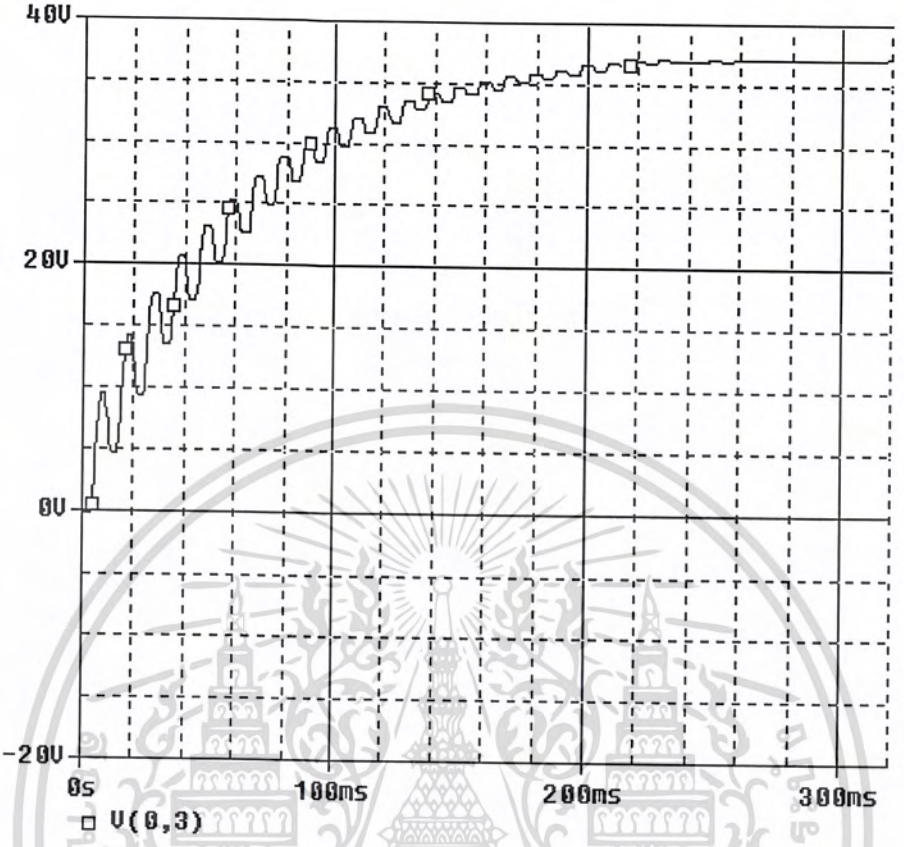
4.2.9 วงจรทวีแรงดัน 4 เท่า

ในการทดลองวงจรวงจรทวีแรงดัน 4 เท่า โดยใช้โปรแกรม OrCAD จากรูปที่ 4.18 และ 4.19 เป็นการแสดงวงจรและรูปคลื่นสัญญาณที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.18 วงจรทวีแรงดัน 4 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



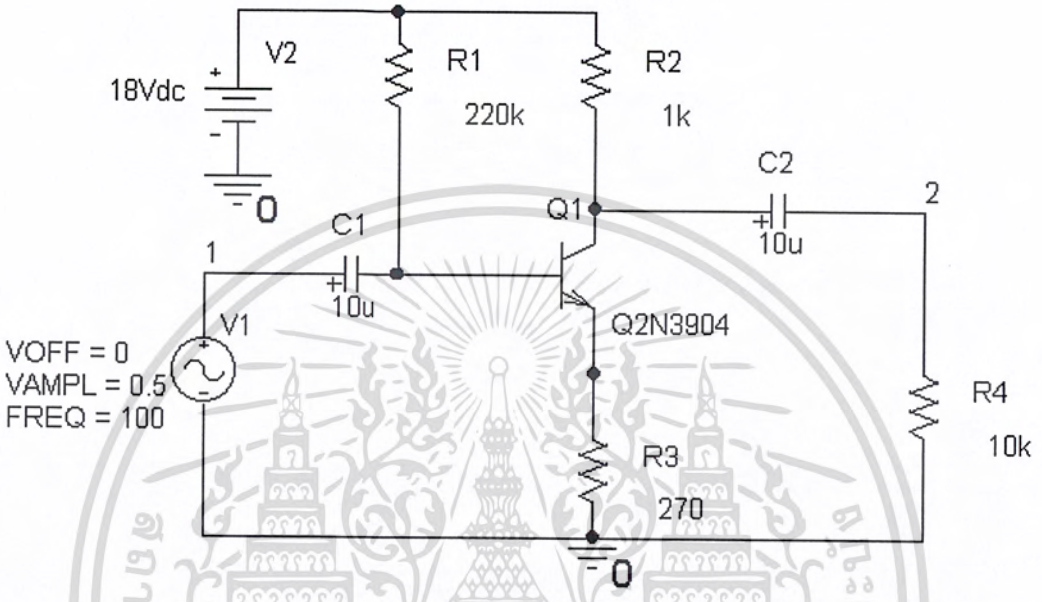
รูปที่ 4.19 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรทวีแรงดัน 4 เท่า

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่าวงจรทวีแรงดัน เป็นวงจรที่ช่วยเพิ่มระดับแรงดันให้เอาท์พุทสูงมากขึ้นกว่าแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามา 1, 2, 3, 4, เท่า หรือมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

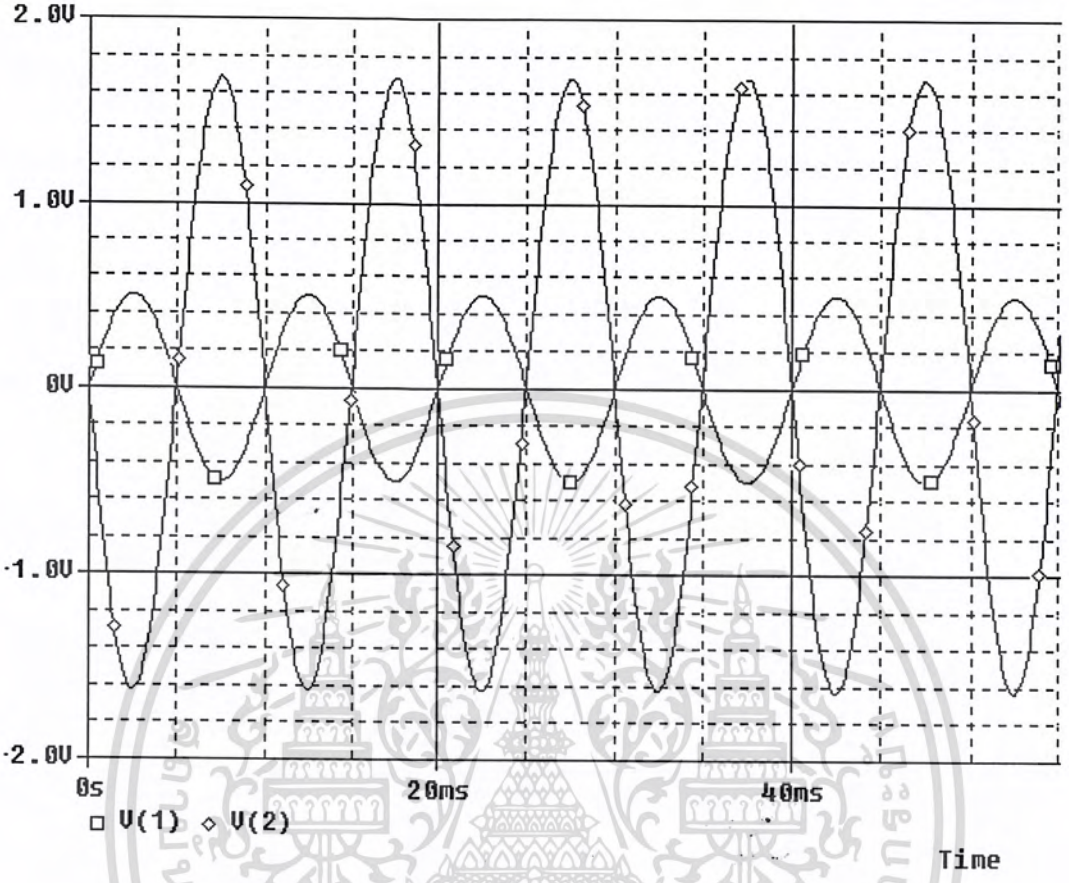
4.3 ทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR)

4.3.1 วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม



รูปที่ 4.20 วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม

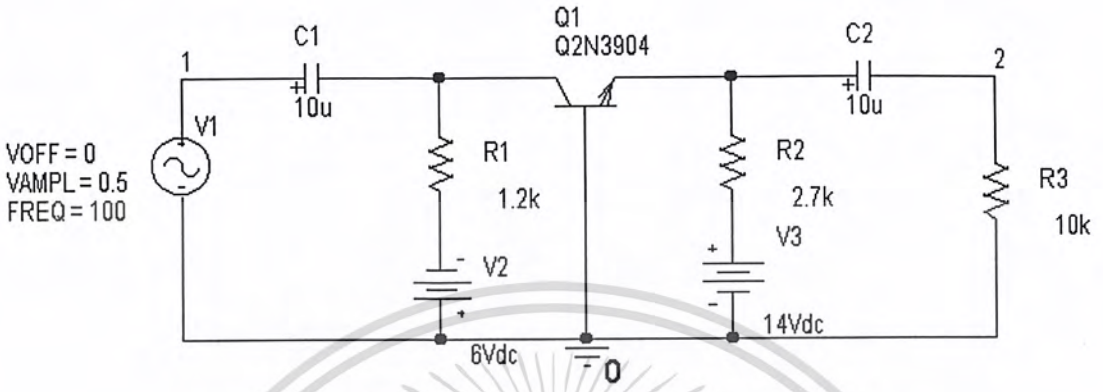
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



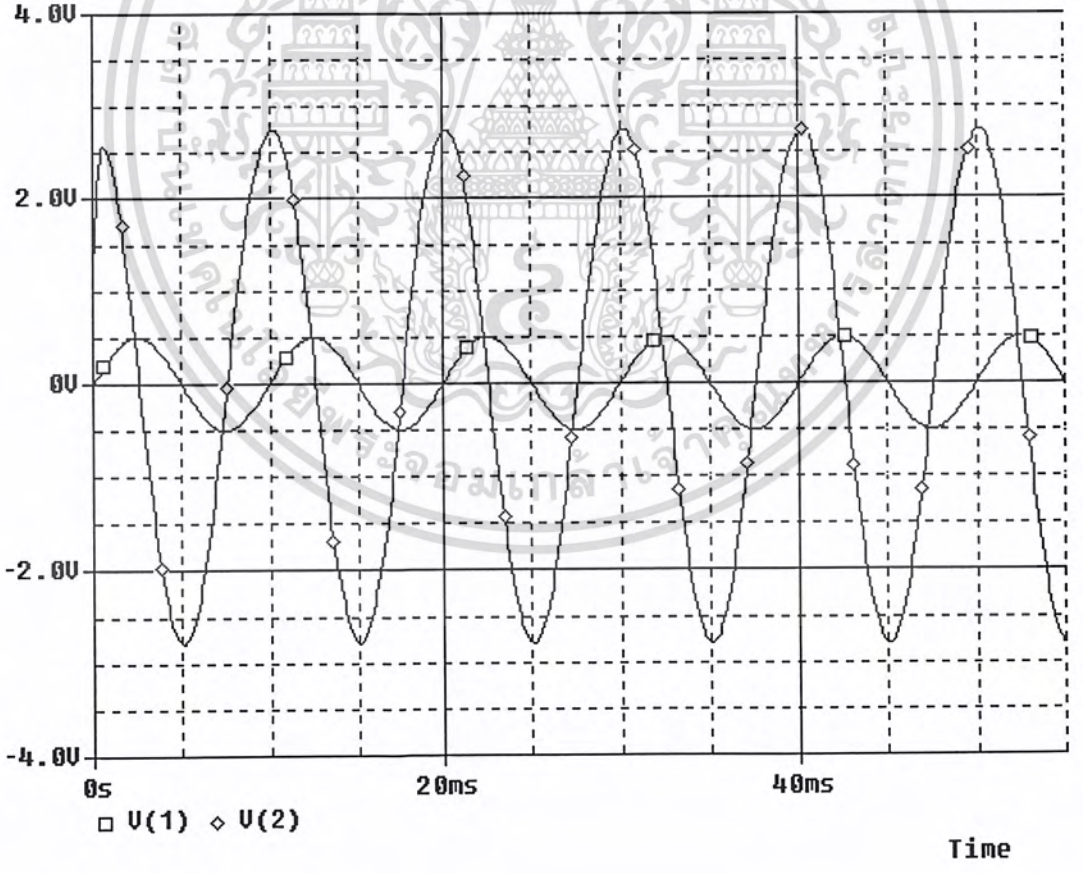
รูปที่ 4.21 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 วงจรขยายแบบเบสร่วม



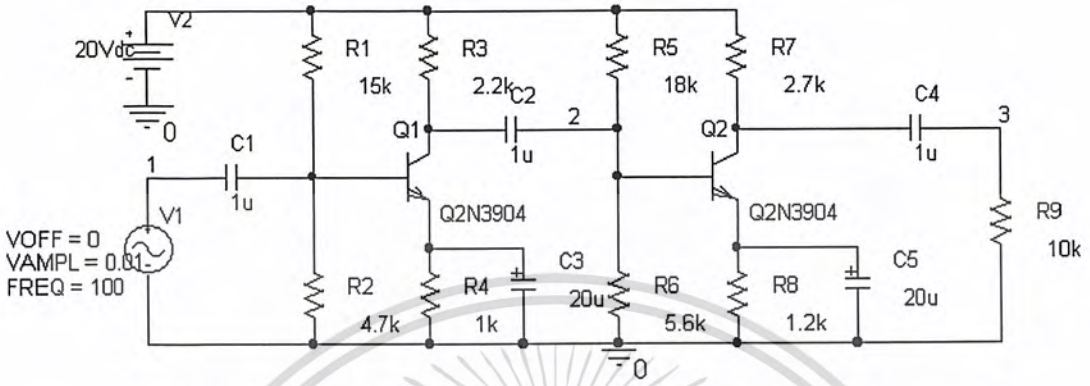
รูปที่ 4.22 วงจรขยายแบบเบสร่วม



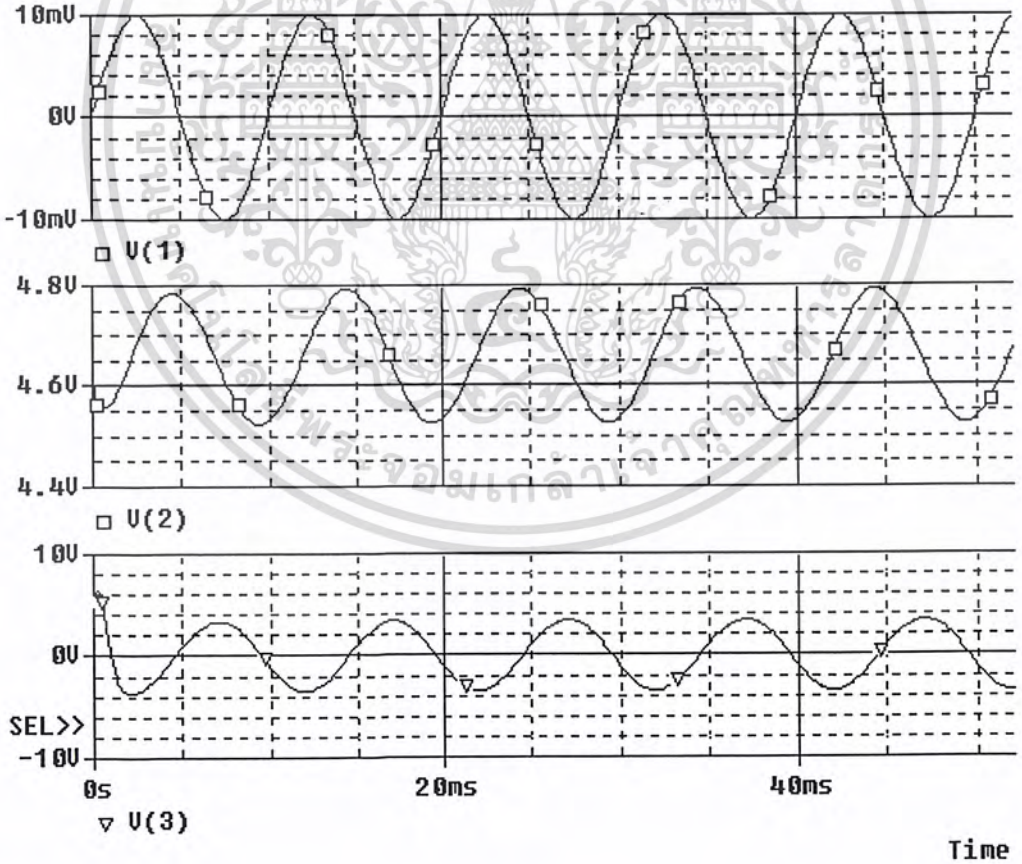
รูปที่ 4.23 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายแบบเบสร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์



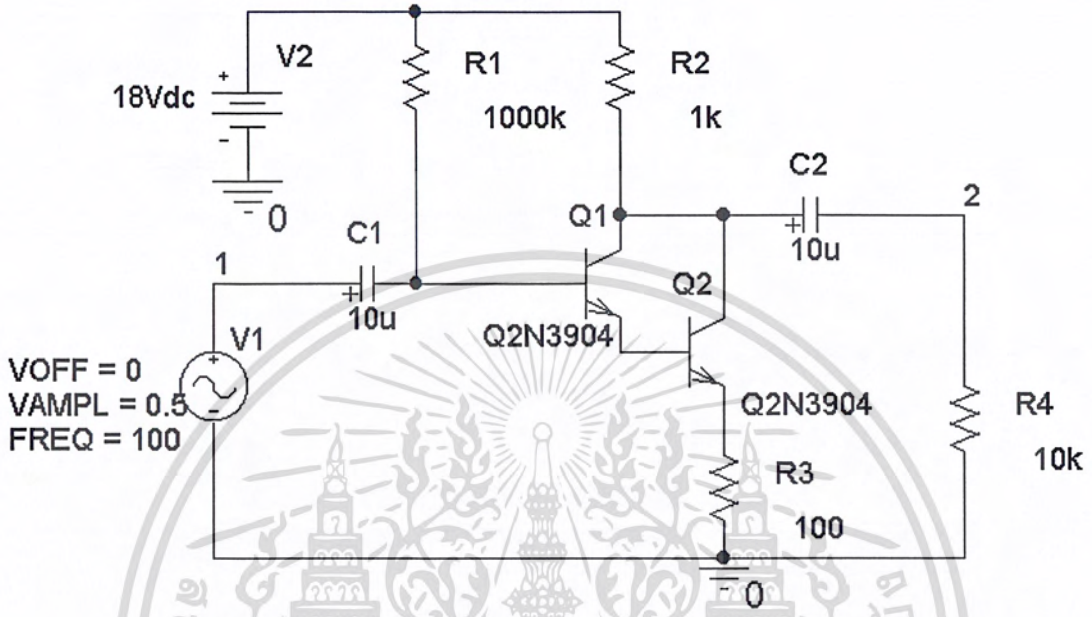
รูปที่ 4.24 วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์



รูปที่ 4.25 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์

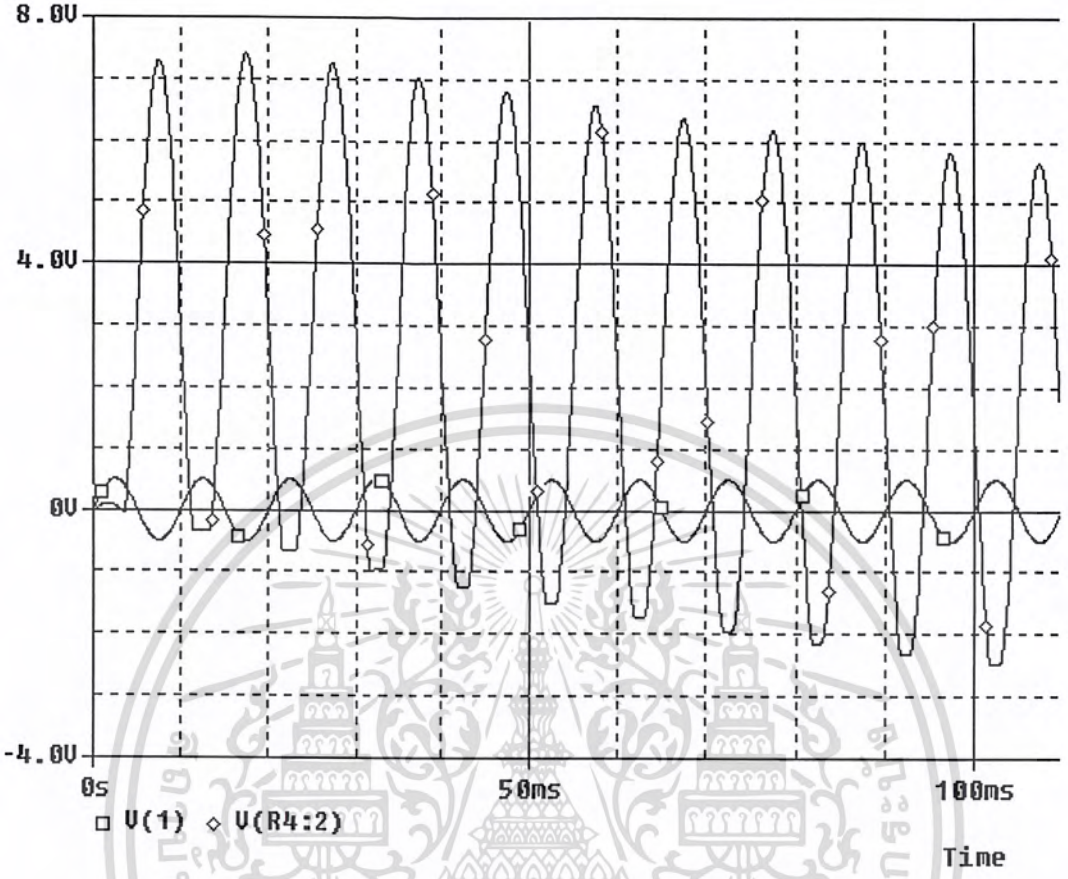
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 วงจรขยายดาร์ลิงตัน



รูปที่ 4.26 วงจรขยายดาร์ลิงตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



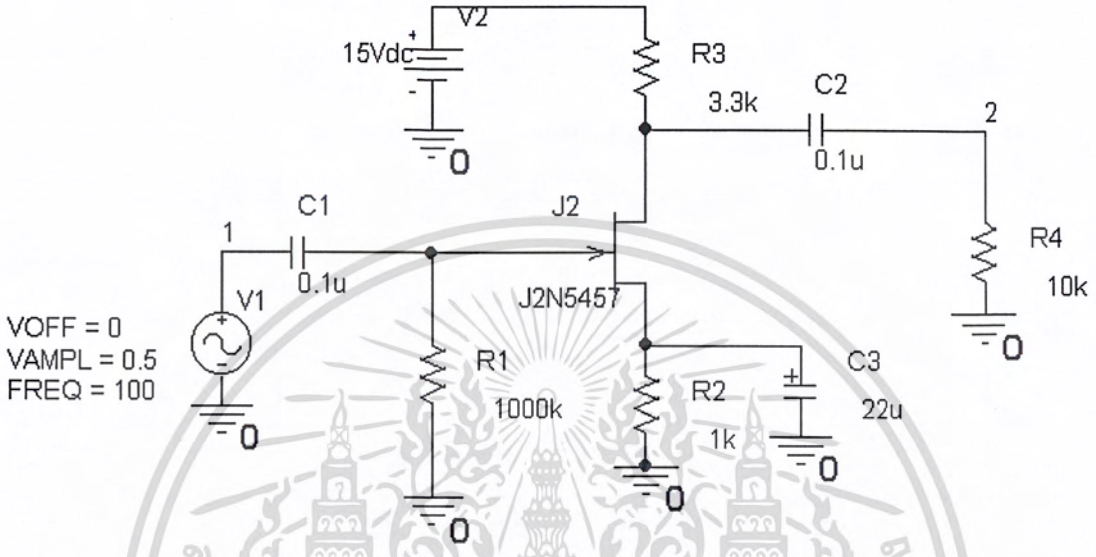
รูปที่ 4.27 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายดาร์ลิงตัน

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า วงจรขยายทรานซิสเตอร์ในย่านความถี่ต่ำสำหรับสัญญาณขนาดเล็ก แต่ละวงจรจะมีอัตราการขยาย และเฟสที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

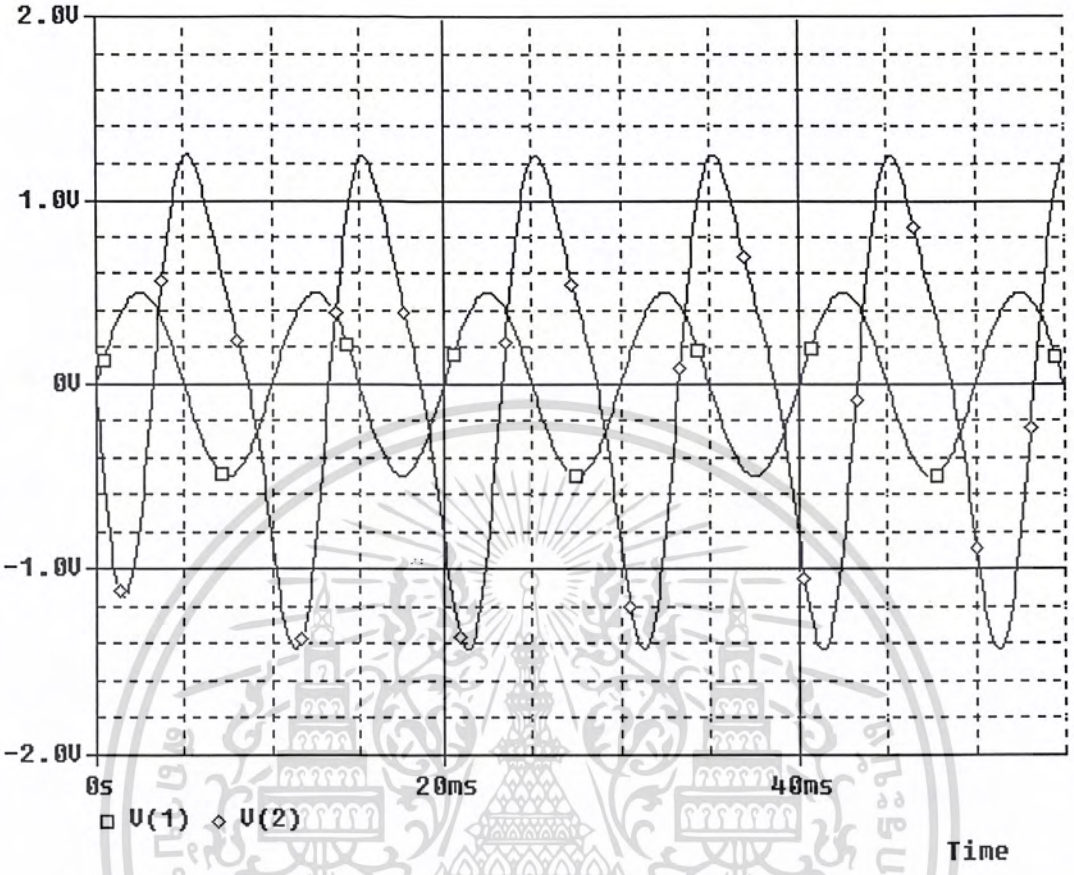
4.4 เฟท (FET)

4.4.1 วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง



รูปที่ 4.28 วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง

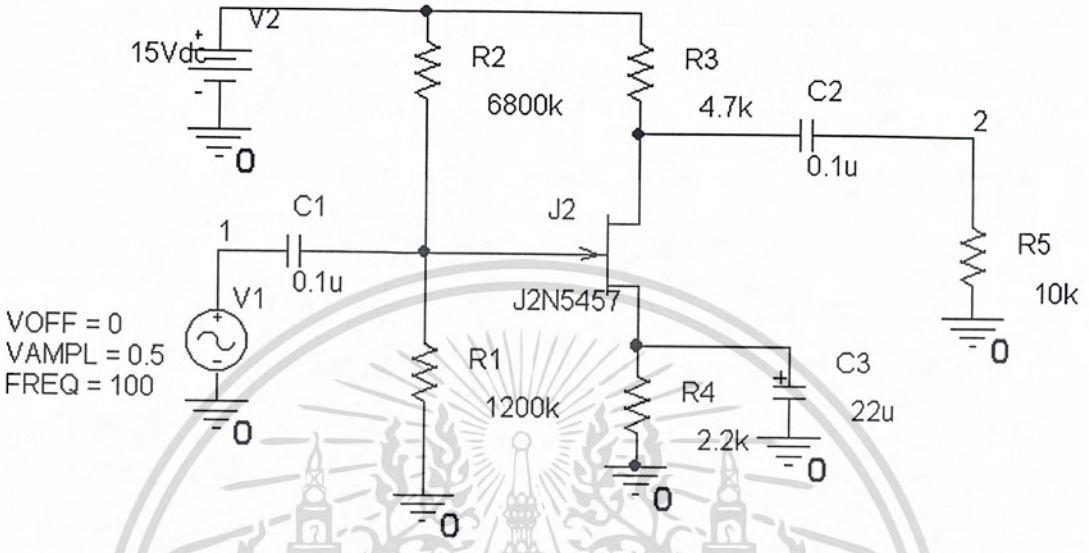
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง

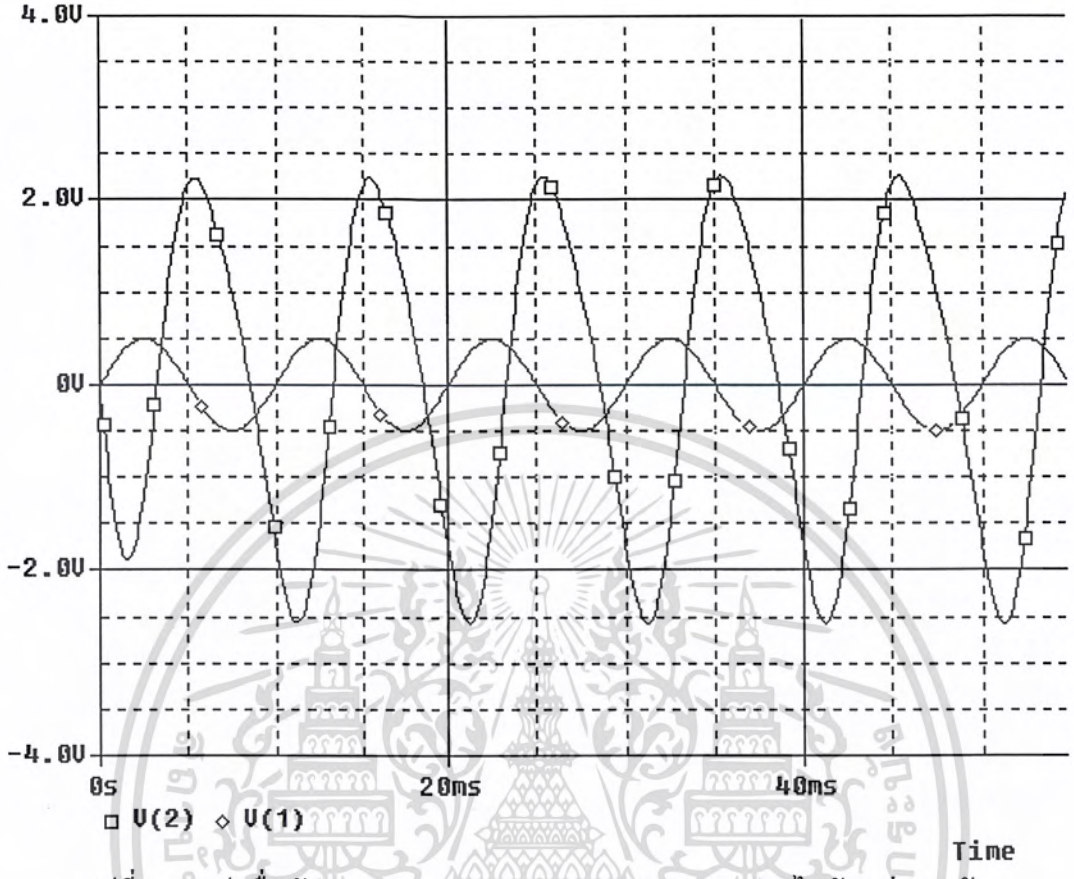
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน



รูปที่ 4.30 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน

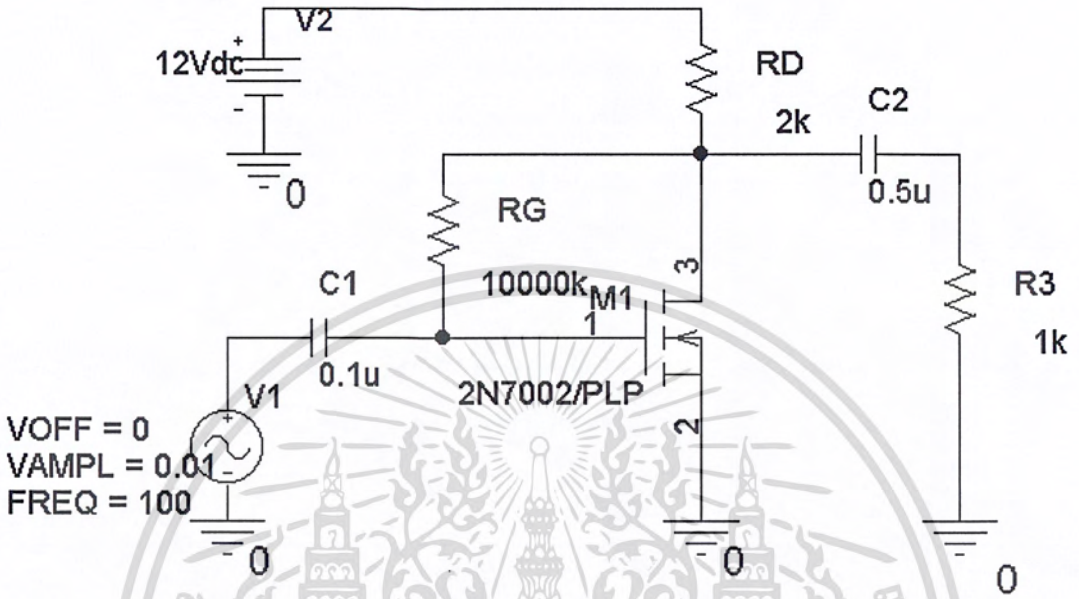
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน

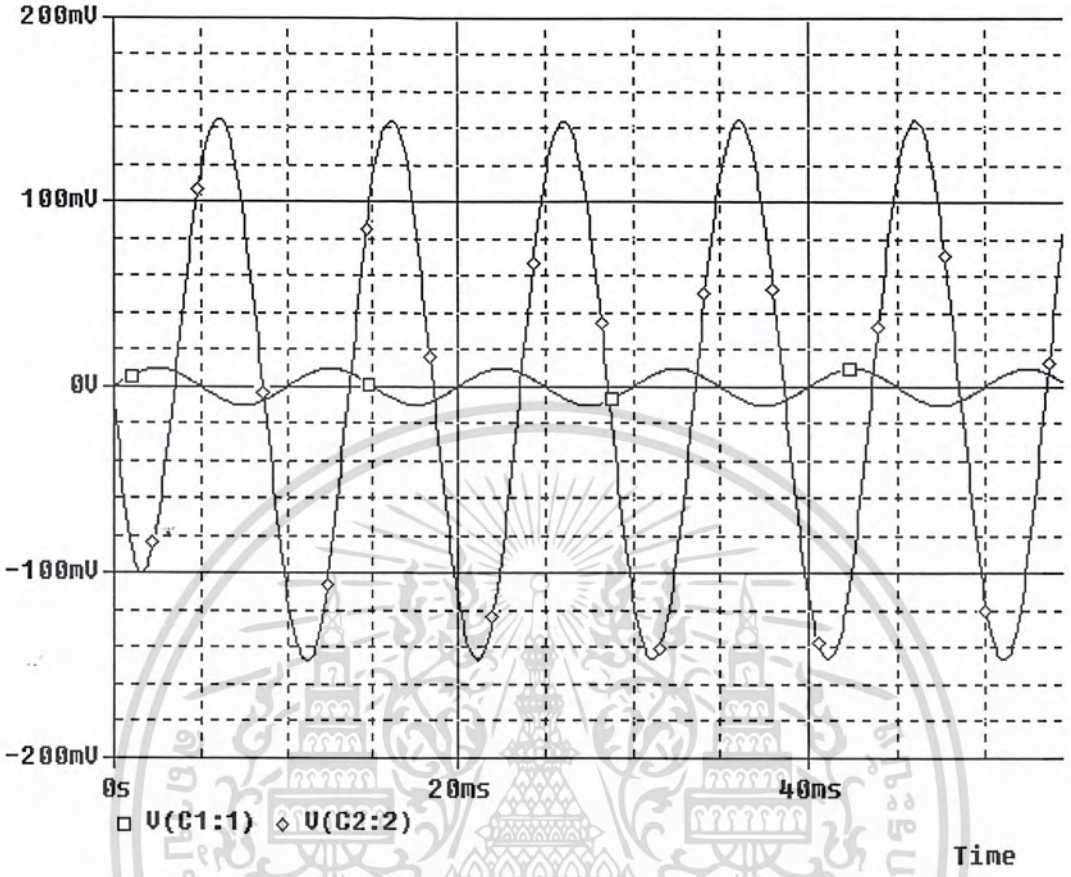
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ



รูปที่ 4.32 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

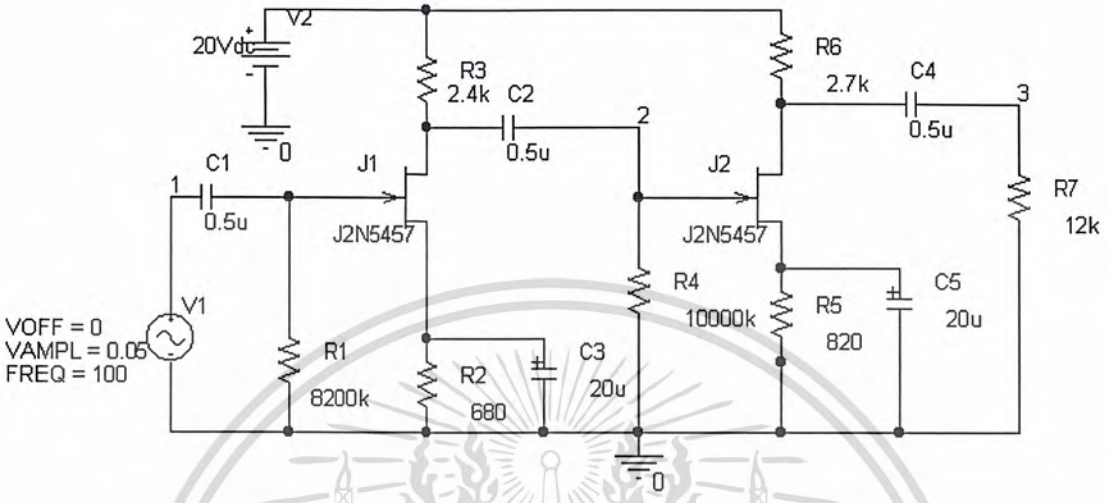


รูปที่ 4.33 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ

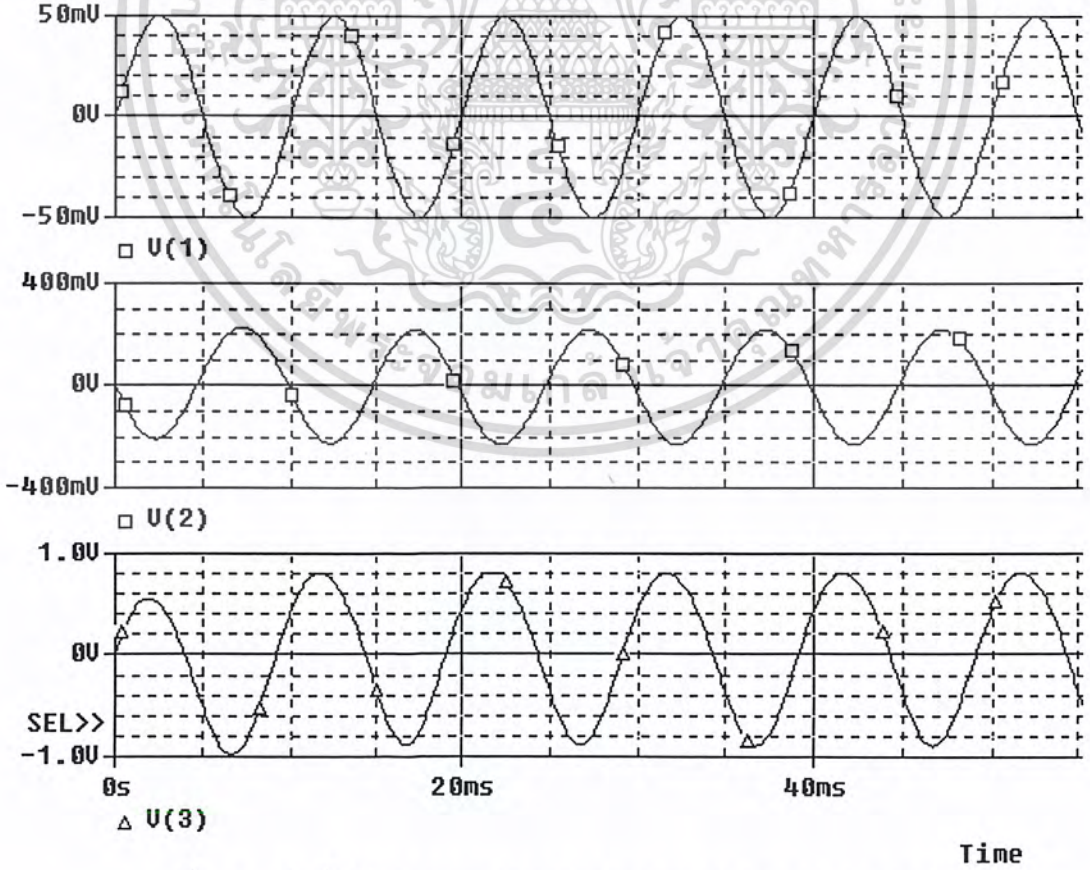
จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า วงจรขยาย FET ในย่านความถี่ต่ำสำหรับสัญญาณขนาดเล็ก แต่ละวงจรจะมีอัตราการขยาย และเฟสที่แตกต่างกันไปตามลักษณะการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET



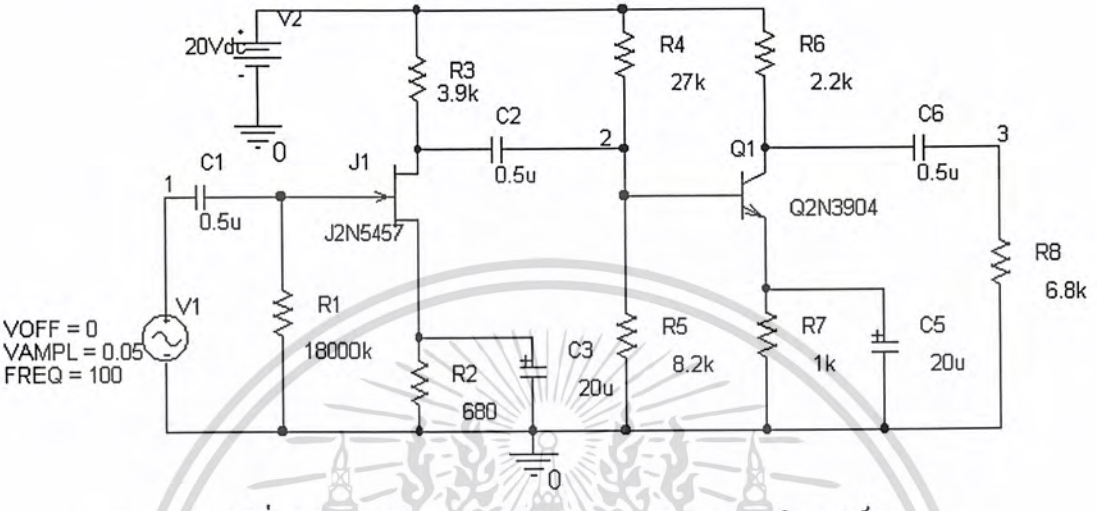
รูปที่ 4.34 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET



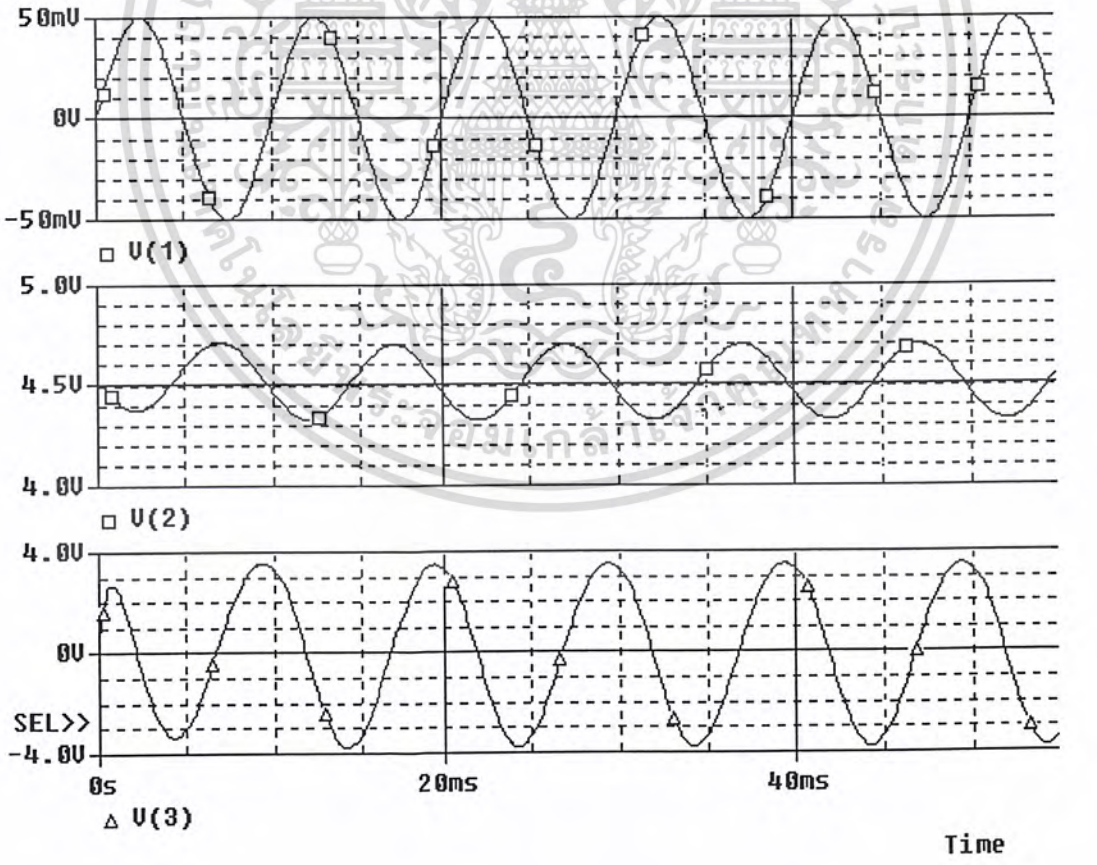
รูปที่ 4.35 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายคาสเคดแบบ FET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์



รูปที่ 4.36 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์

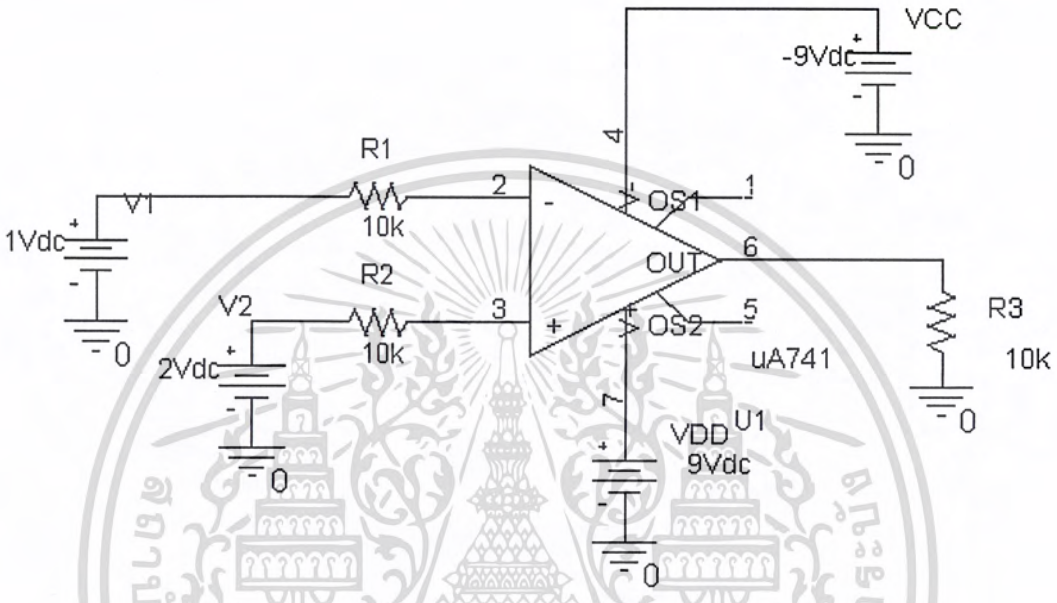


รูปที่ 4.37 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วงจรออปแอมป์ (OP-AMP)

4.5.1 วงจรคอมพาราเตอร์



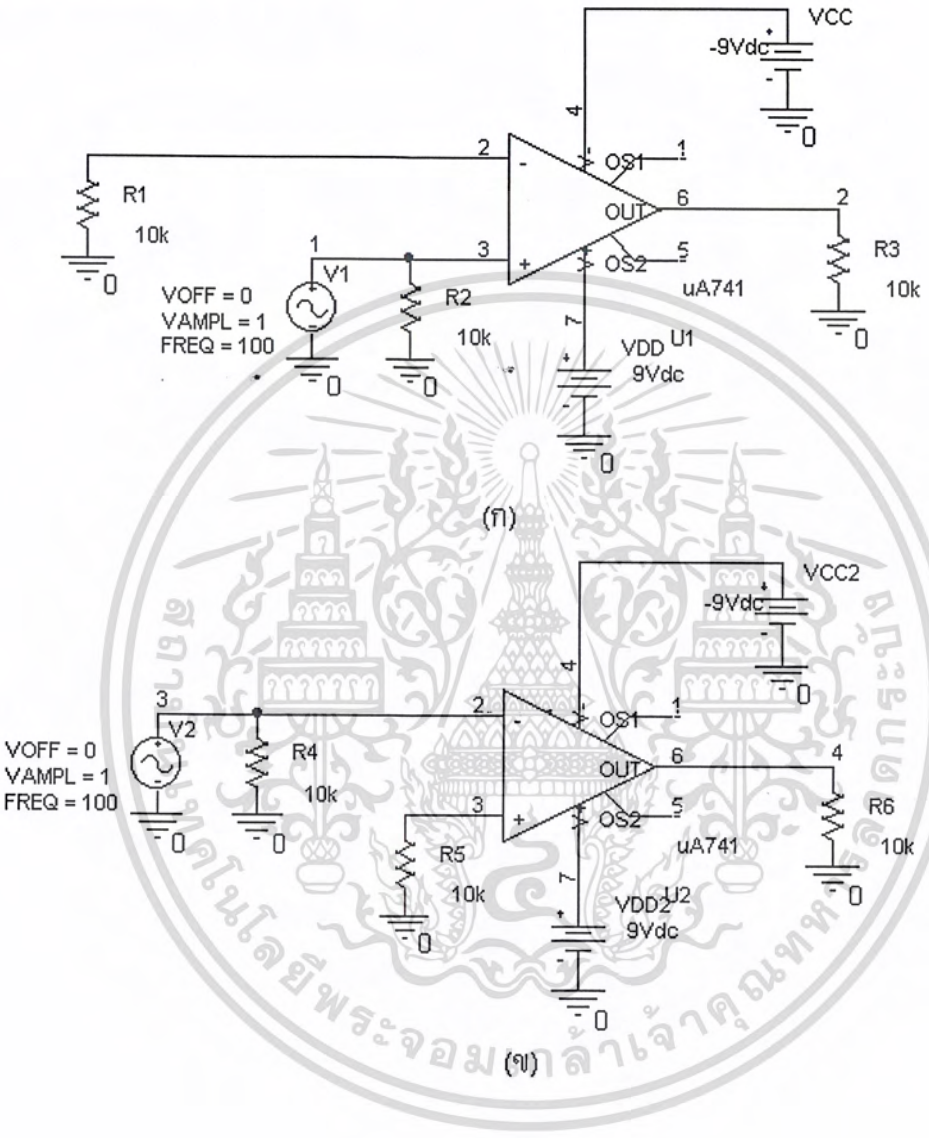
รูปที่ 4.38 วงจรคอมพาราเตอร์

Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Vout
+1	+2	+8 .816
+2	+1	-8.816
0	0	+3.791
+1	-1	-8.816
-1	+1	+8.816
-1	-2	-8.816
-2	-1	+8.816

รูปที่ 4.39 ตารางผลการทดลองของวงจรคอมพาราเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

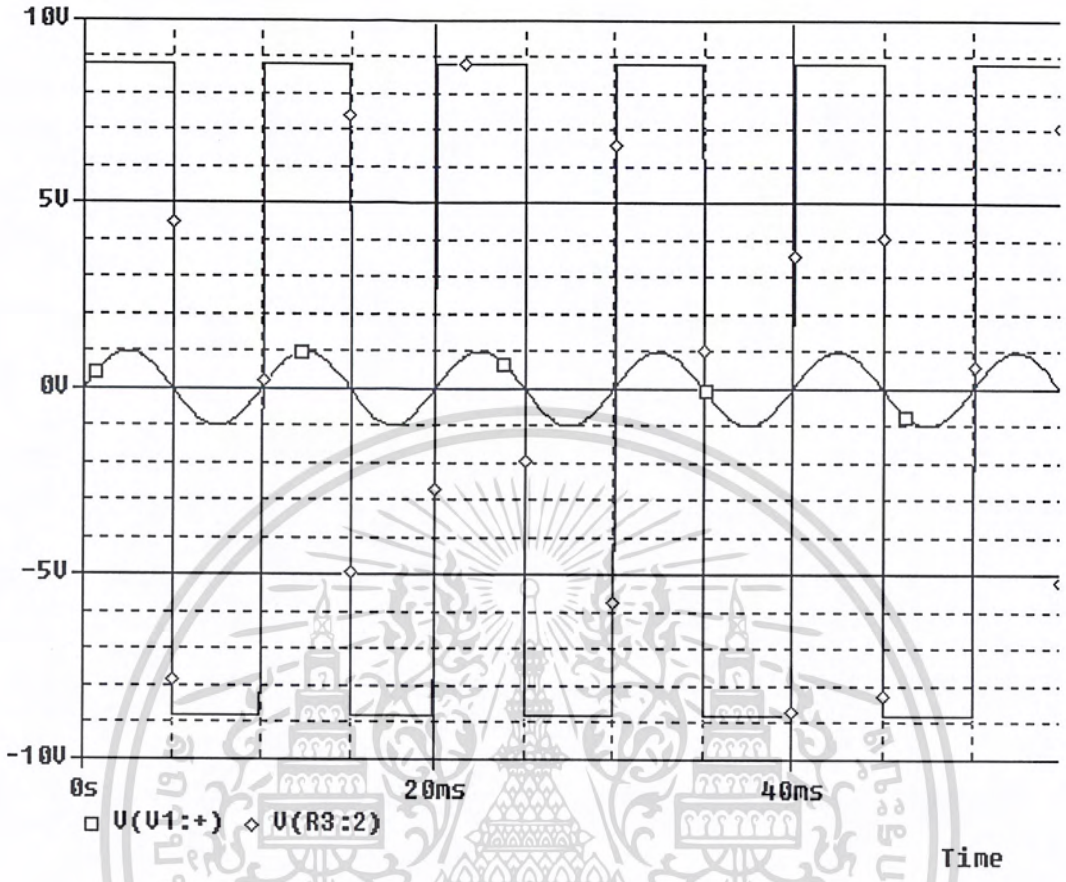


รูปที่ 4.40 วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

(ก) อินพุทบวก

(ข) อินพุทลบ

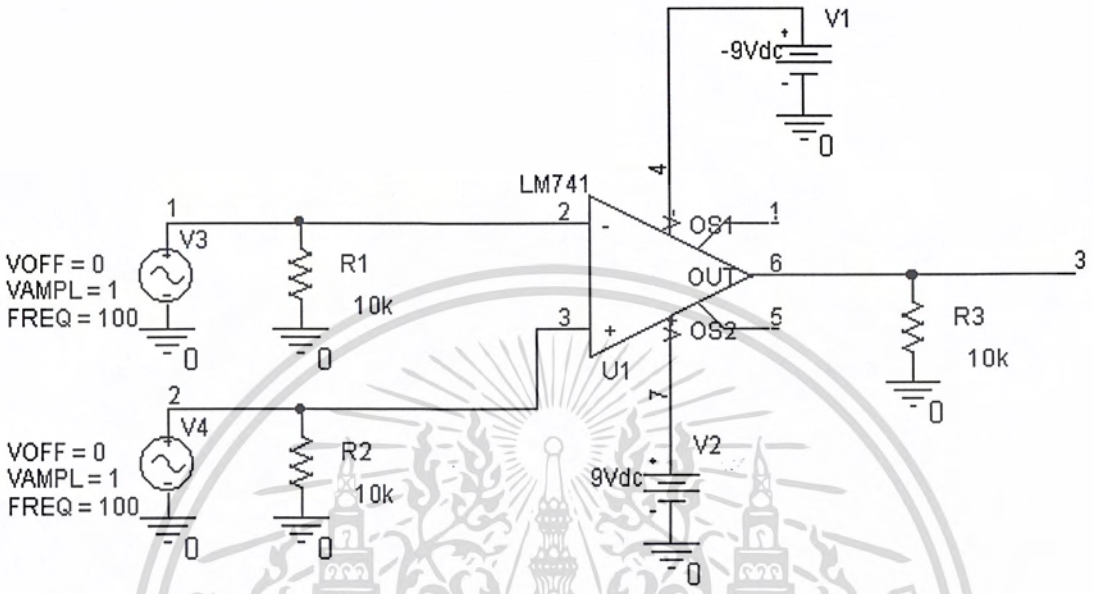
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

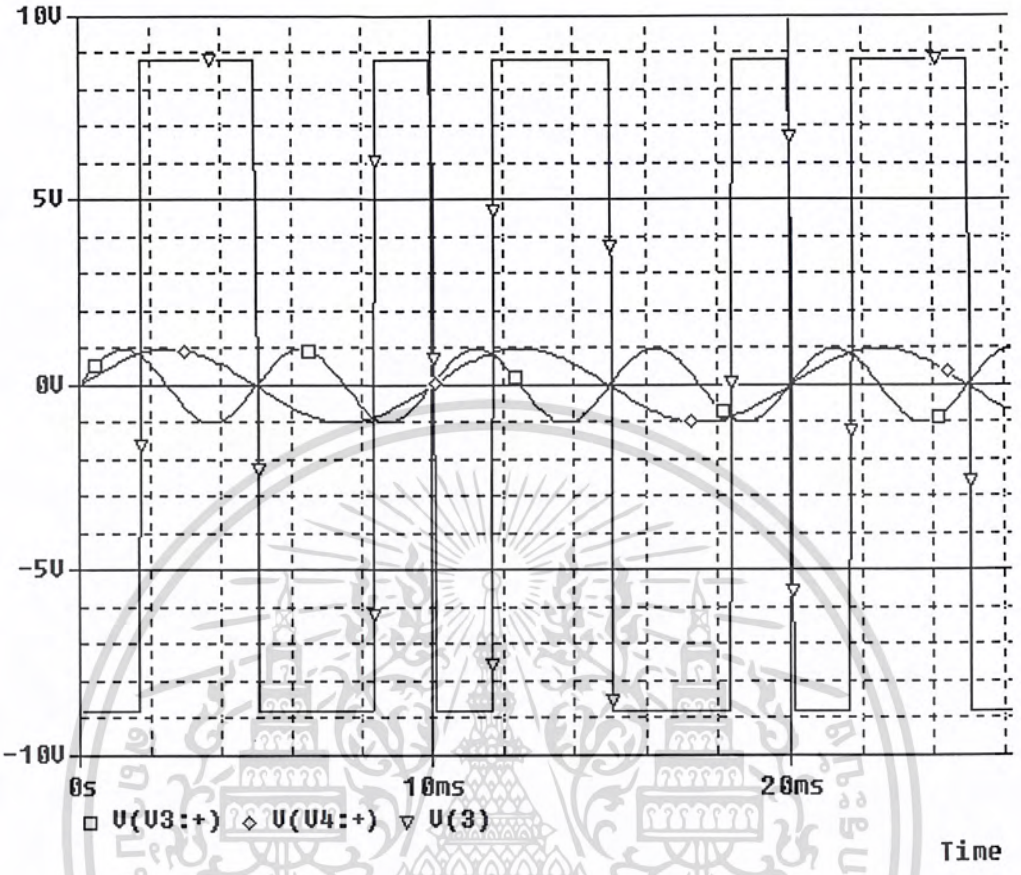
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ



รูปที่ 4.42 วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

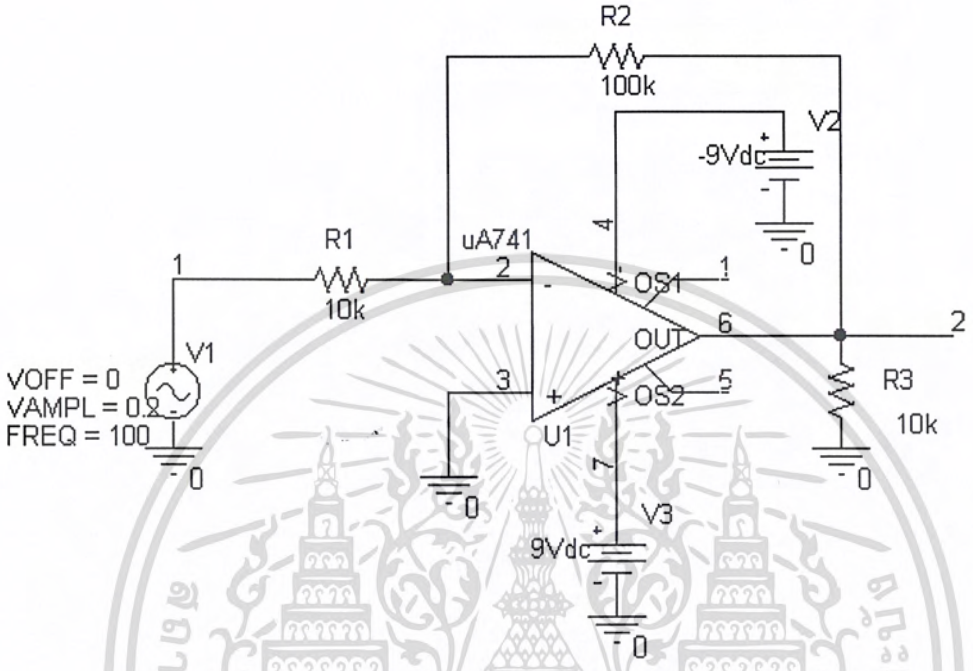


รูปที่ 4.43 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า วงจรออปแอมป์พื้นฐานวงจรการทำงานชนิดลูปเปิดแต่ละวงจร โดยพื้นฐานวงจรจะเหมือนกับวงจรคอมพาราเตอร์และใช้การตรวจวัดค่าต่างๆ เฟสของสัญญาณได้

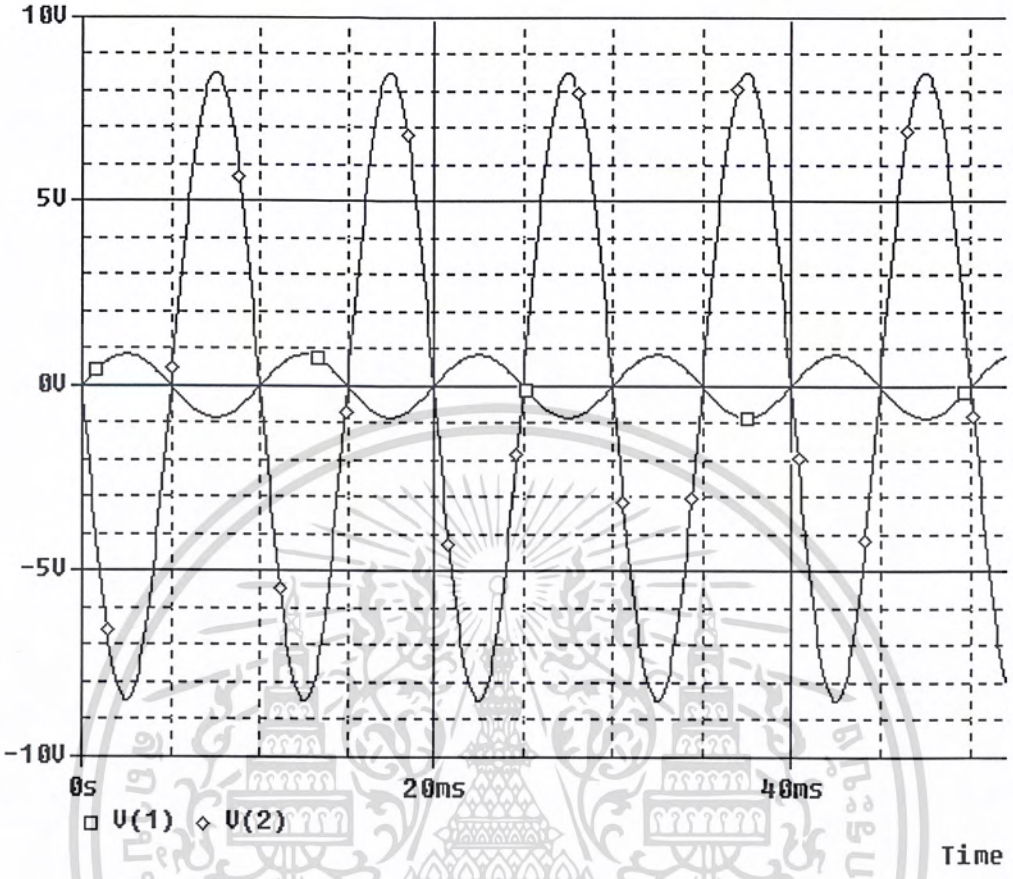
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)



รูปที่ 4.44 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

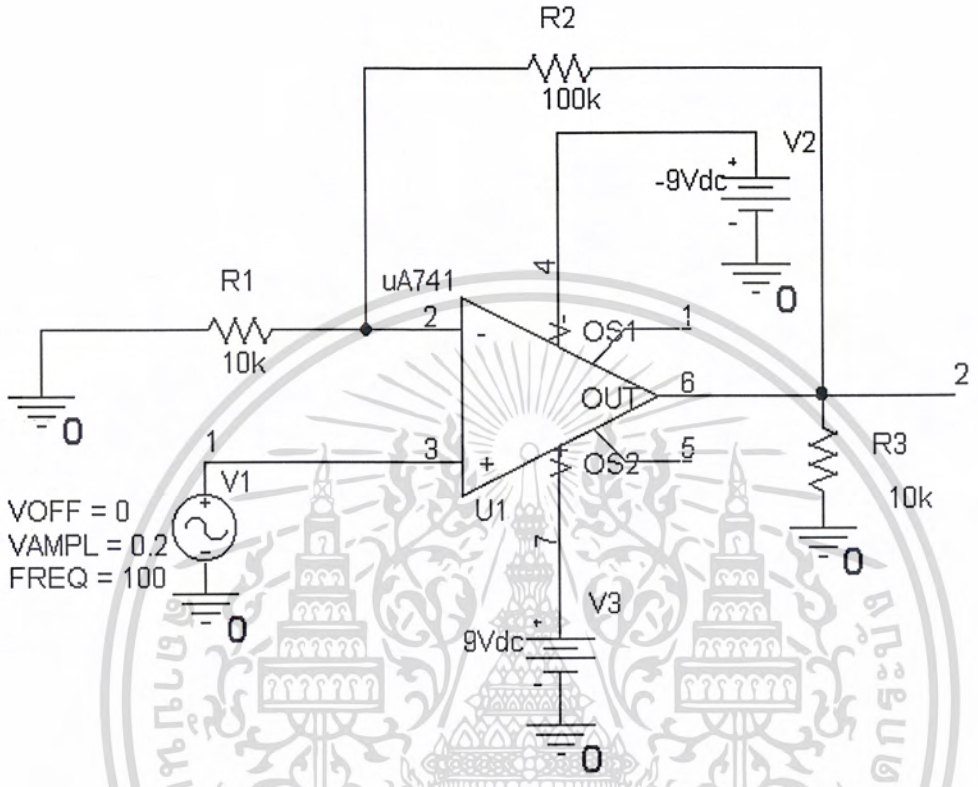
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

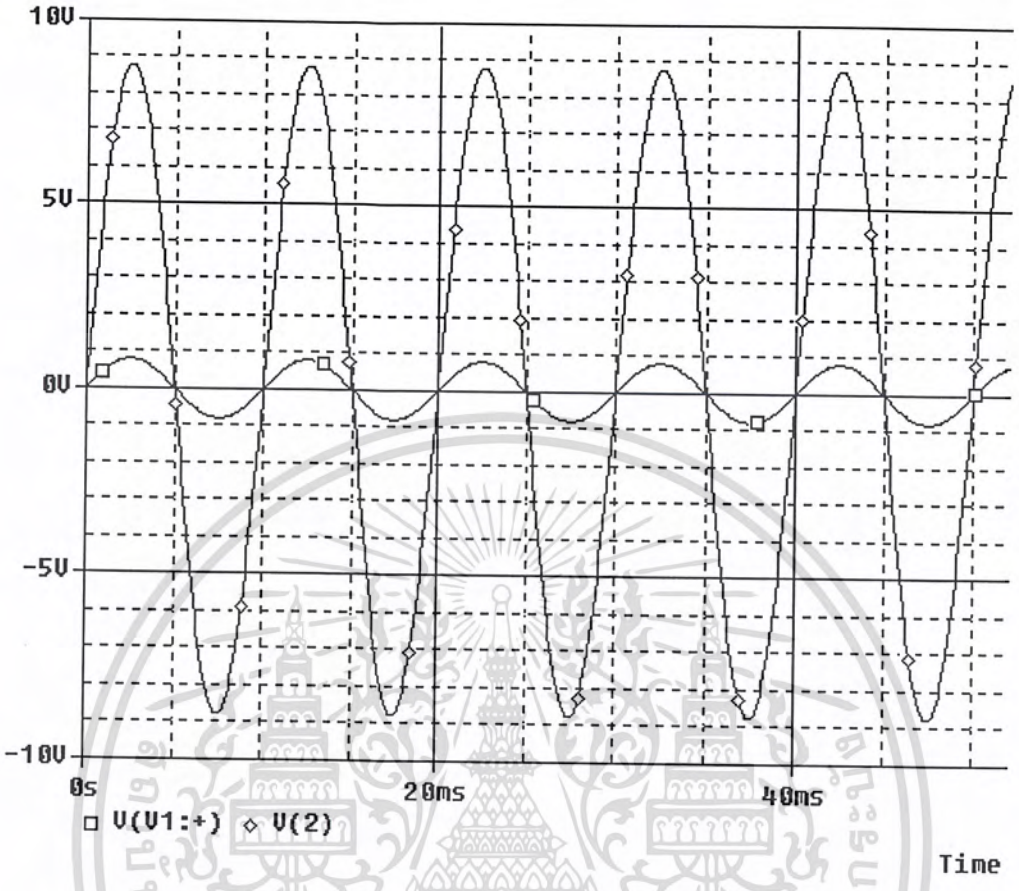
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.5 วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)



รูปที่ 4.46 วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

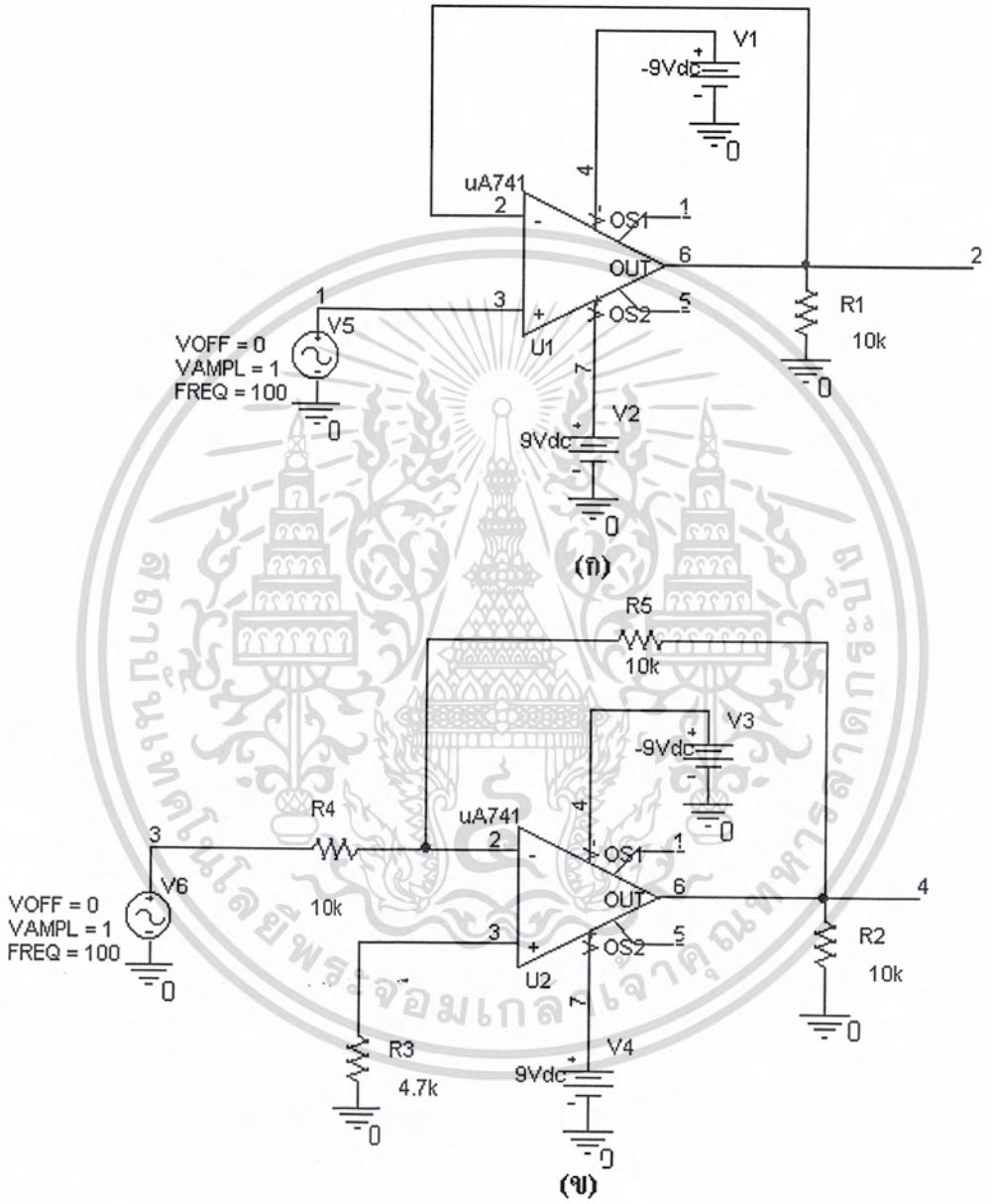
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.6 วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer)

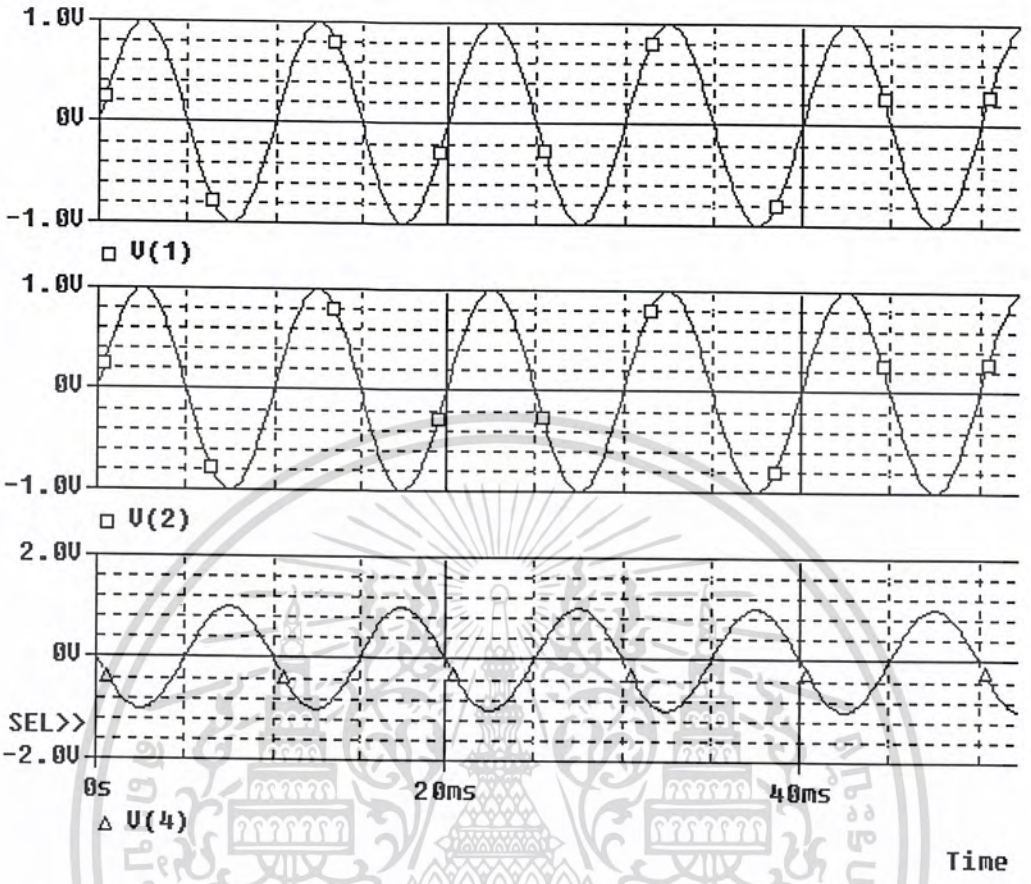


รูปที่ 4.48 วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer)

(ก) อินพุทบวก

(ข) อินพุทลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

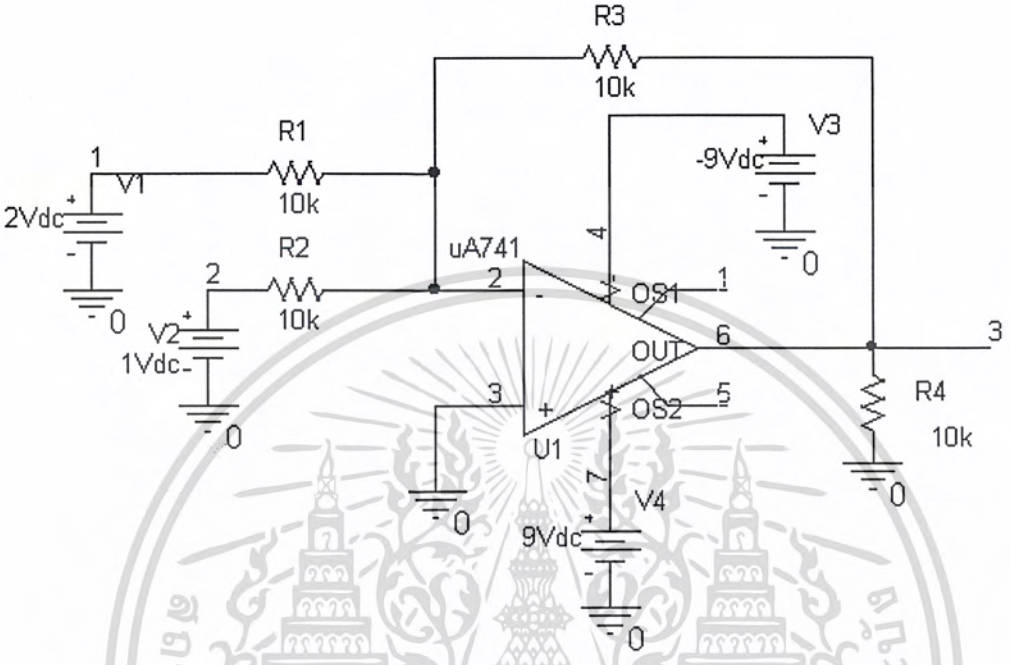


รูปที่ 4.49 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรวงจรตามแรงดัน

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า วงจรออปแอมป์พื้นฐานวงจรการทำงานชนิดลูปปิดจะเป็นวงขยายต่างๆ และวงจรบัฟเฟอร์ โดยที่แต่ละวงจรจะมีการขยายที่แตกต่างกันทั้งขนาดและเฟส ส่วนวงจรตามแรงดันจะเป็นวงจรที่ไม่ใช่วงจรขยายแต่จะใช้เป็นวงจรบัฟเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.7 วงจรบวกแรงดัน



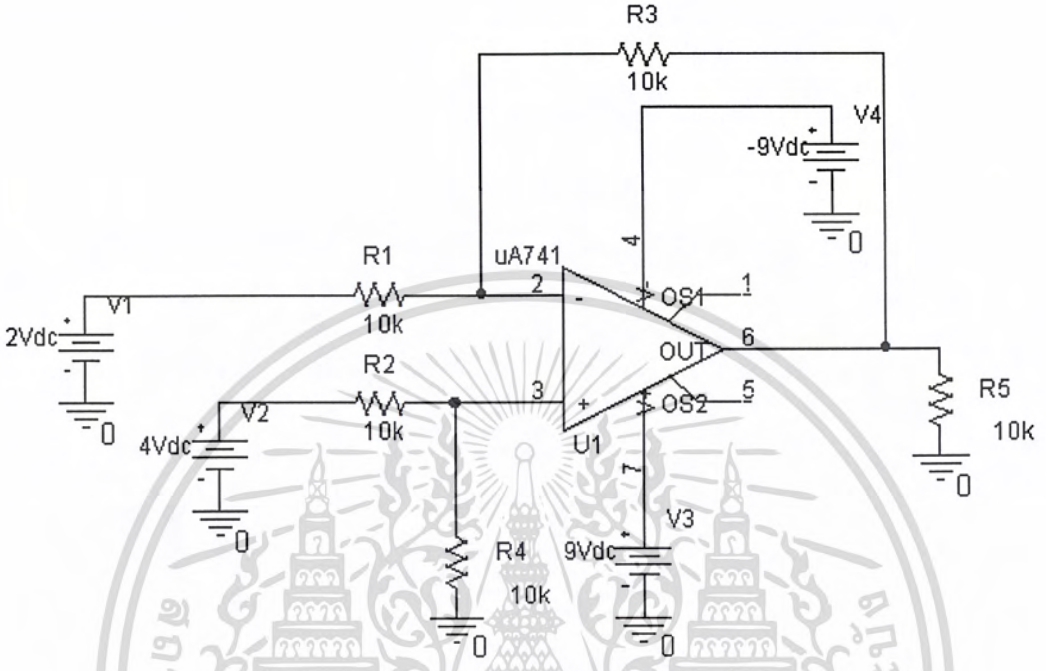
รูปที่ 4.50 วงจรบวกแรงดัน

Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Algebraic Sum
+1	+1	-1.999
+1	-1	+855.4 u
+2	+1	-2.999
-1	+1	+855.4 u
-1	+2	-0.999
-2	+1	+0.999

รูปที่ 4.51 ตารางผลการทดลองวงจรบวกแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.8 วงจรลบแรงดัน



รูปที่ 4.52 วงจรลบแรงดัน

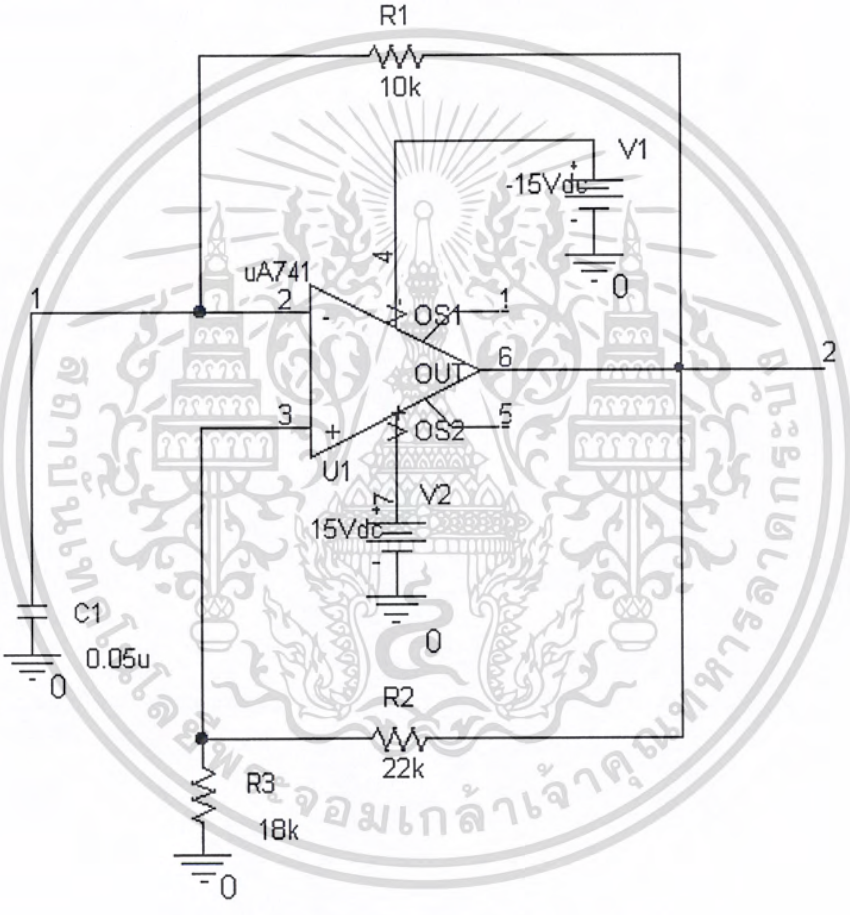
Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Algebraic difference
2	4	+2
4	2	-2
4	-2	-6
-2	4	+6
-4	2	+6
2	-4	-6
-4	-2	+2
-2	-4	-2

รูปที่ 4.53 ตารางผลการทดลองวงจรลบแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า การนำออปแอมป์มาประยุกต์ใช้งานในการรวมแรงดัน และลบแรงดัน โดยค่าที่ได้จากวงจรบวกแรงดันจะมีการกลับเฟสเพราะว่าเป็นวงจรขยายกลับเฟสที่มีอัตราขยายเท่ากับหนึ่ง ส่วนวงจรลบแรงดันค่าที่ได้จะตรงตามการลบเลขปกติ

4.5.9 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม



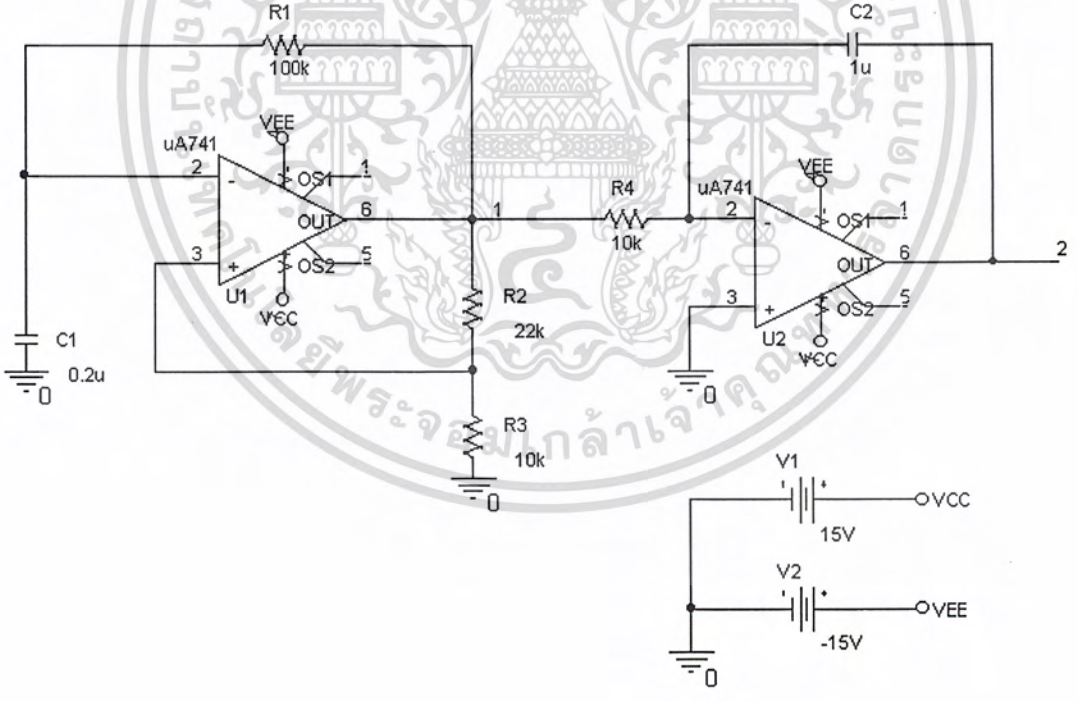
รูปที่ 4.54 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R1 (Ohm)	C1 (uF)	fout (Hz)	
		คำนวณ	ทดลอง
10k	0.05	1k	943.396
10k	0.1	500	501.672
10k	0.01	5k	3.43k
22k	0.01	2.272k	1.919k

รูปที่ 4.55 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

4.5.10 วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม



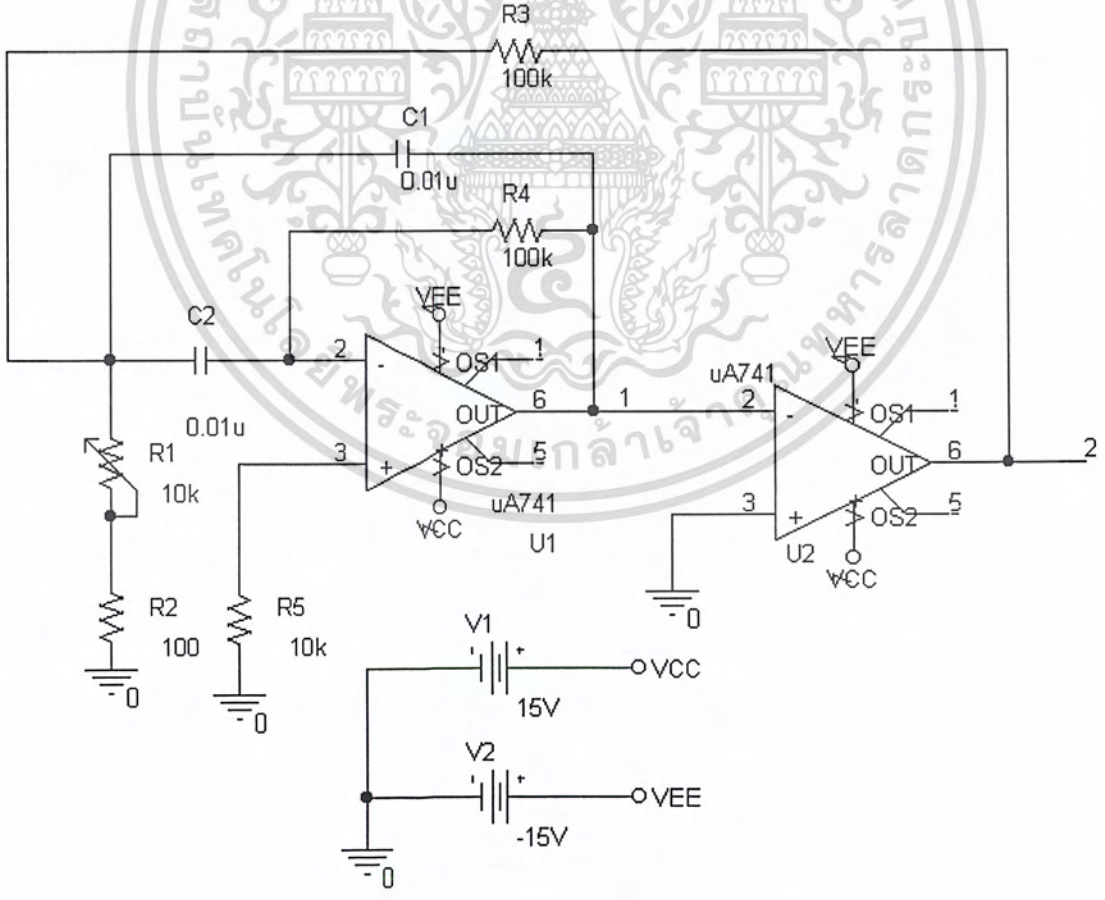
รูปที่ 4.56 วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R1 (Ohm)	C1 (uF)	fout (Hz)	
		คำนวณ	ทดลอง
100k	0.2	25	38.076
100k	0.4	12.5	18.598
100k	0.01	500	717.172
220k	0.01	227.272	333.333

รูปที่ 4.57 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม

4.5.11 วงจรการกำเนิดคลื่นซายน์



รูปที่ 4.58 วงจรกำเนิดคลื่นซายน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

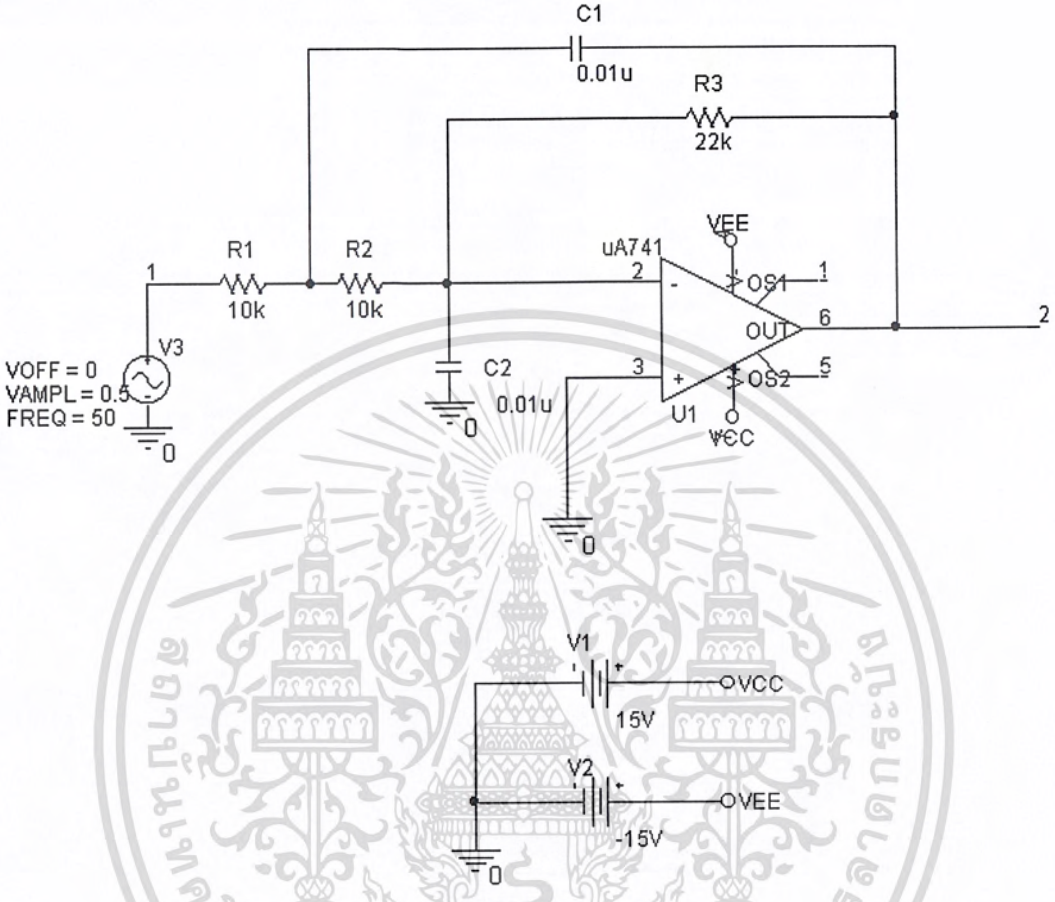
R1 (Ohm)	fout (Hz)	
	คำนวณ	ทดลอง
10k	527.857	667.78
20k	389.848	484.14
30k	331.307	400.668
40k	297.751	350.584
50k	275.66	317.195

รูปที่ 4.59 ตารางผลการทดลองวงจรกำเนิดคลื่นซายน์

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่าออปแอมป์สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวงจรกำเนิดความถี่ในรูปแบบต่างๆ ได้ โดยแต่ละวงจรก็จะสามารถคำนวณหาค่าความถี่ได้โดยการกำหนดค่า R และ C เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.12 วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter)



รูปที่ 4.60 วงจรกรองความถี่ต่ำ

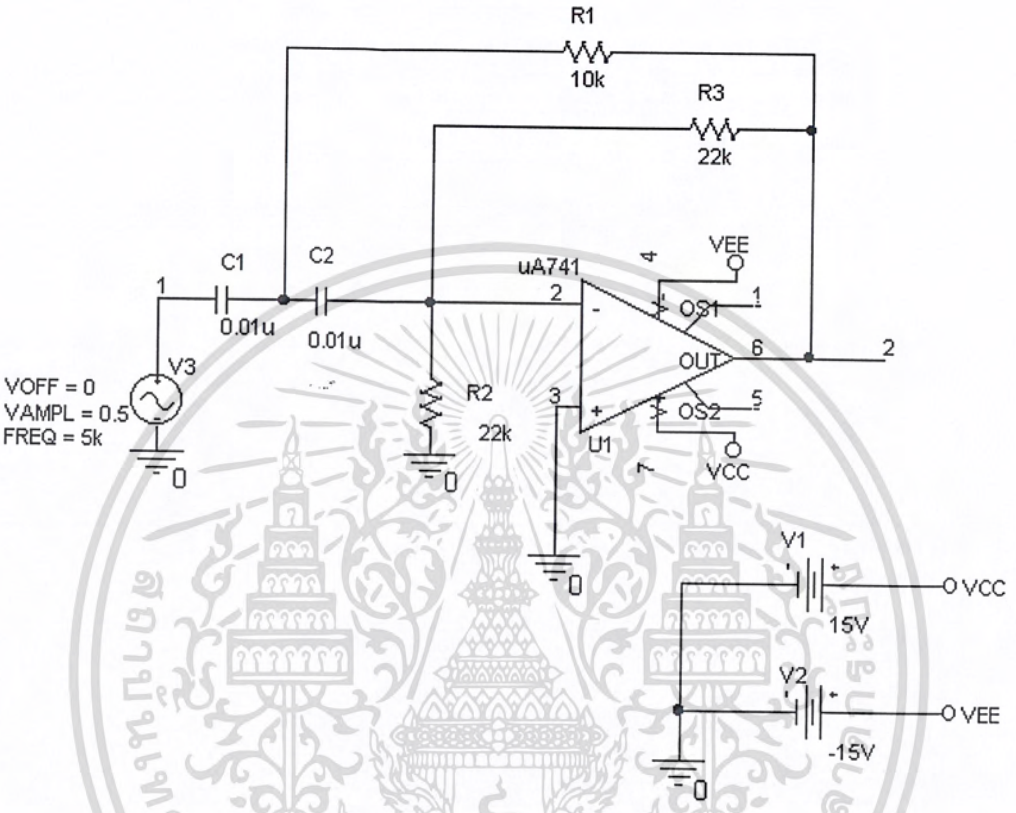
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fin (Hz) 1 Vp-p	Vout (Vp-p)
250	1.068
500	0.98
750	0.87
1k	0.74
1.25k	0.666
1.5k	0.588
2k	0.47
3k	0.33
5k	0.206
10k	0.108

รูปที่ 4.61 ตารางผลการทดลองวงจรกรองความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.13 วงจรกรองความถี่สูง (High-Pass Filter)



รูปที่ 4.62 วงจรกรองความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

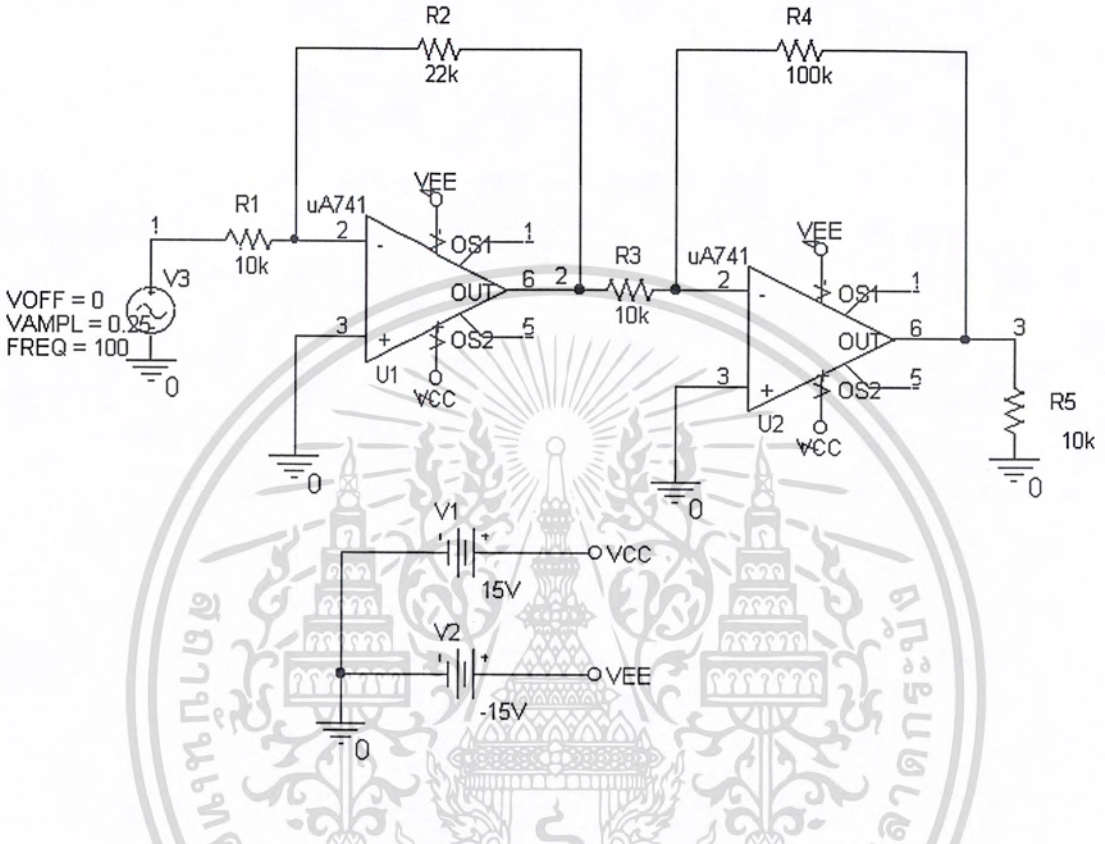
Fin (Hz) 1 Vp-p	Vout (Vp-p)
250	0.048
500	0.138
750	0.26
1k	0.322
1.25k	0.42
1.5k	0.51
2k	0.75
3k	1.034
5k	1.7
10k	3.56

รูปที่ 4.63 ตารางผลการทดลองวงจรกรองความถี่สูง

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า แต่ละวงจรในช่วง Bandpass สัญญาณจะผ่านไปได้ แต่เมื่อถึงช่วงความถี่คัทออฟ fc สัญญาณที่ผ่านวงจรจะค่อยๆ ลดลงเข้าใกล้ 0

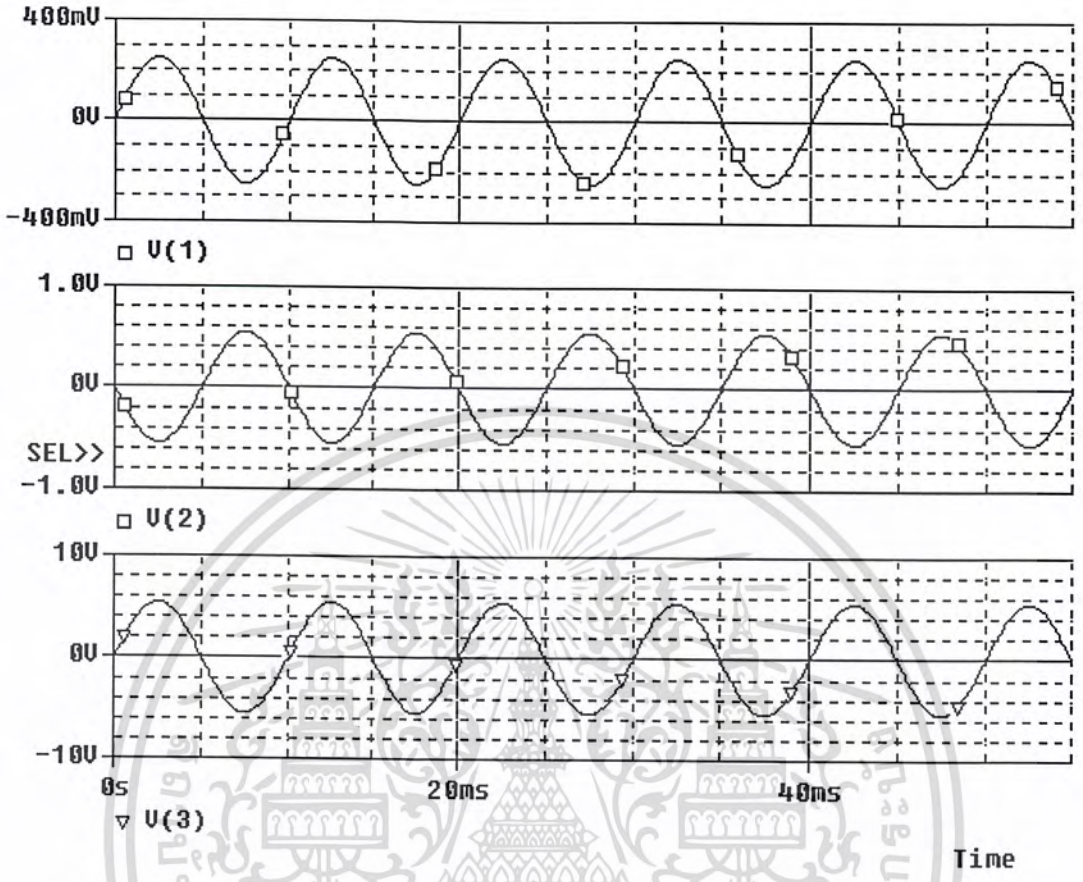
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.14 วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น



รูปที่ 4.64 วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.65 รูปคลื่นสัญญาณของการทดลองวงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น

จากผลการทดลองที่ได้เราสามารถสรุปได้ว่า วงจรที่ใช้ในการทดลองเป็นวงจรขยายแบบกลับเฟส 2 วงจรมาต่อร่วมกัน แต่ละวงจรอัตราขยายจะไม่เท่ากัน และจากการทดลองเราจะได้ว่าอัตราขยายของวงจรรวมจะได้จากการคูณกันของอัตราขยายของแต่ละวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม OrCAD จึงสรุปได้ว่าโปรแกรม OrCAD สามารถจำลองการทำงานได้อย่างถูกต้องและตรงตามทฤษฎีของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นทำให้สามารถ นำโปรแกรม OrCAD ไปช่วยในการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์จริงในการทดลอง และใช้เวลาในการทดลองน้อยลง อีกทั้งยังสามารถทดลองได้อย่างเต็มที่โดยไม่ต้องกลัวว่าจะเกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อผู้ทดลอง ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ด้วยใบงานการทดลองที่จะจัดทำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, ทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์1 (วงจรอิเล็กทรอนิกส์และการออกแบบ) , กรุงเทพ,2543
2. ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม, ดร.พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, โตะมิโอะ อิวะสะกิ, ทฤษฎีและการคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์, กรุงเทพ,2521
3. สิทธิชัย แพงทิพย์, สื่อการสอน (Instruction Media), http://yala.riy.ac.th/~sittichai/, ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันราชภัฏยะลา
4. กลุ่มพัฒนาระบบงานคอมพิวเตอร์ (System MOENet), http://www.moe.go.th/stm/cai01.htm
5. บทความ CAD, http://mechanical.se-ed.com/me7/me7_80.asp#1
6. รศ.สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, ภาควิชาโสตทัศนศึกษา, สื่อการสอน, http://www.edu.chula.ac.th/avd/vijai_Som.htm
7. อ.วิวัฒน์ชัย สุขทัพภ์, รองผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ,การเลือกภาพเป็นสื่อการสอน, http://www.edu.chula.ac.th/avd/vijai_Vivat.htm
8. รศ.ดร.อรจรีย์ ณ ตะกั่วทุ่ง, การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อการผลิตสื่อการสอน, http://www.edu.chula.ac.th/avd/vijai_On.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก.

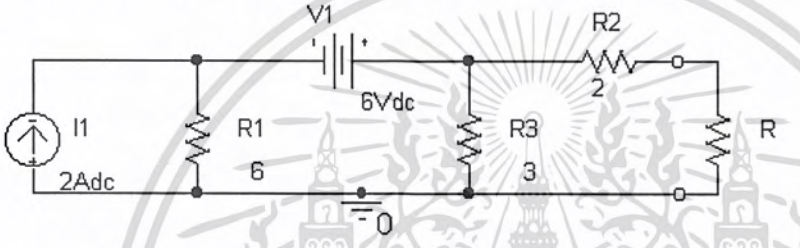
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

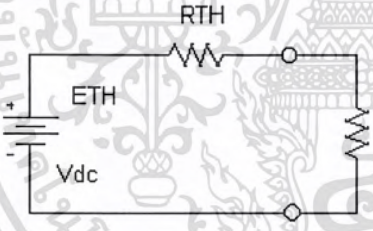
1. สามารถหาค่ากระแส และแรงดันที่จุดต่างๆ ของโครงข่ายไฟฟ้าใดๆ ได้
2. สามารถเขียนวงจรเทียบเคียงเทวินิน และนอร์ตันได้

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรเทียบเคียงเทวินิน

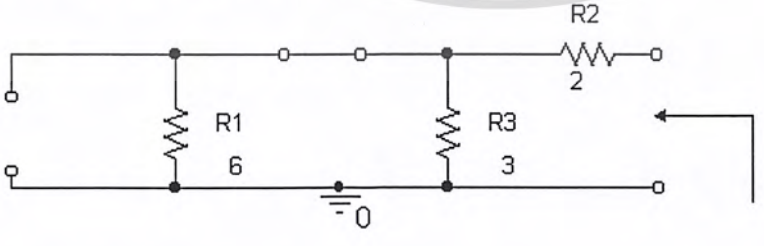


จากวงจรด้านบนสามารถแปรงเป็นวงจรเทียบเคียงเทวินินได้ดังนี้



โดยการหา RTH หาจากการ

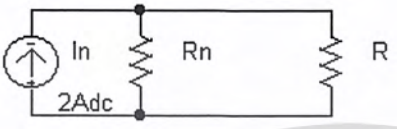
1. ช๊อตตัวต้านทาน R ,ช๊อตแหล่งจ่ายแรงดัน และลอยแหล่งจ่ายกระแส
2. หาค่า RTH โดยมองเข้ามาทางที่ตกคร่อม R



3. ETH หาได้จากแรงดันตกคร่อมที่ R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรเทียบเคียงนอร์ตัน



1. การหา Rn. ใชวิธีเดียวกับ RTH ของเทวินิน
2. In คือกระแสที่ไหลผ่าน R หาได้จาก การลอย R แล้วคำนวณหาค่า หรือ In = ETH/RTH

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

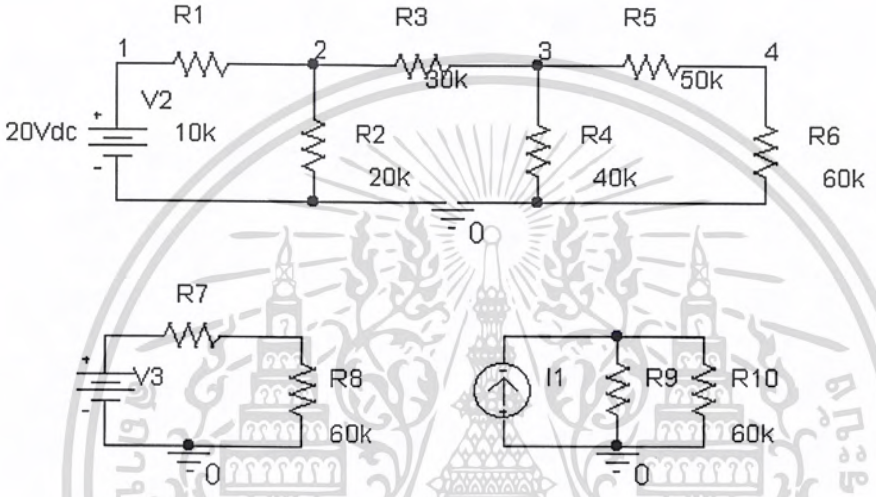
1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD

2 สร้างวงจรตามรูปที่ 1

3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

4 ทำการทดลอง โดยหาค่า V3, R7, I1 และ R9 โดยคิด R6, R8, R10 เป็น R บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1 (ในการทดลองการลอยหรือการช๊อตค่า R จะทำให้เกิดการไม่ครบวงจรหรือเกิดการช๊อตของวงจรจึงทำให้ไม่ทำงาน ในการช๊อตหรือปล่อยลอยจะทำการลดค่า R ให้น้อยลงเสมือนช๊อตกันเช่น 10k เป็น 10p หรือ ในการลอยค่า R ก็จะเพิ่มค่า R มากๆ เช่น 10k เป็น 10T เป็นต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 โครงข่ายไฟฟ้าใดๆ วงจรเทวินิน และนอร์ตัน

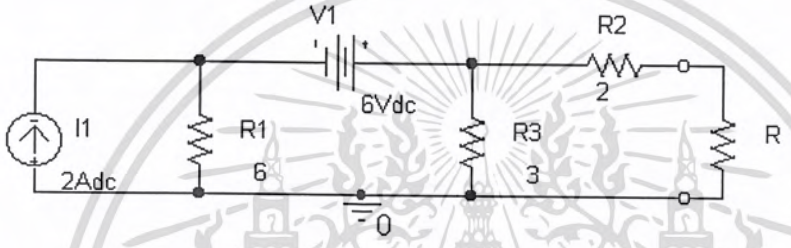
ตัวแปร	ค่าที่ได้จากการทดลอง	ค่าที่ได้จากการคำนวณ
V3		
I1		
R7 = R9		

ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูปจงคำนวณหาค่า ETH, RTH, In และ Rn เพื่อเขียนวงจรเทียบเคียงเทวินิน และนอร์ตัน และทดลองกับโปรแกรม Orcad



ตัวแปร	ค่าที่ได้จากการทดลอง
VTH	
In	
RTH = Rn	

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 6
	ใบงานที่ 1.	สอนครั้งที่.....
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรเทวินิน และนอร์ตัน	จำนวน.....คาบ
		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า
2. เพื่อสังเกตความแตกต่างของแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากวงจรแต่ละแบบ
3. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

ในใบงานนี้จะทดลองวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าโดยใช้ไดโอด 3 ลักษณะวงจรคือ วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half wave Rectifier) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave Rectifier) และวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

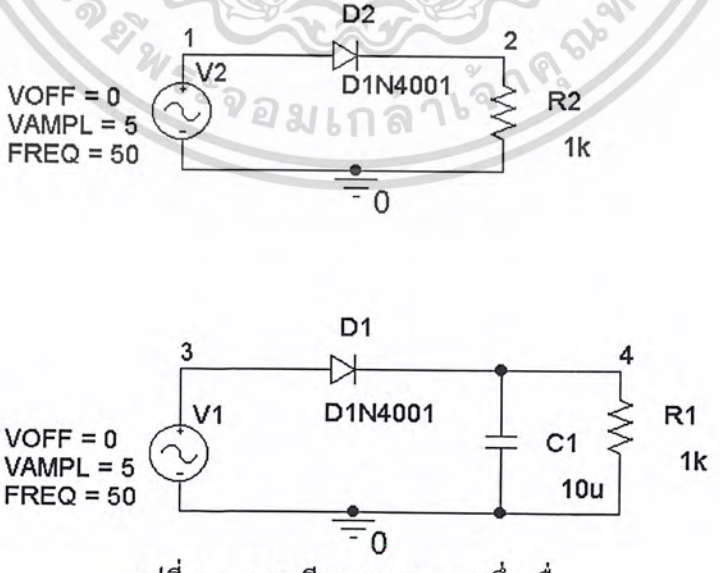
ลำดับขั้นการทดลอง

1.วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 3.1

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate



รูปที่ 3.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

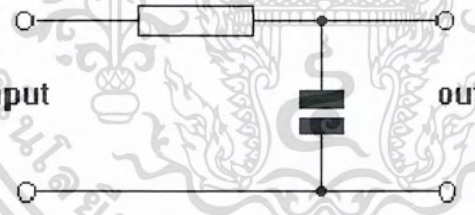
วัตถุประสงค์

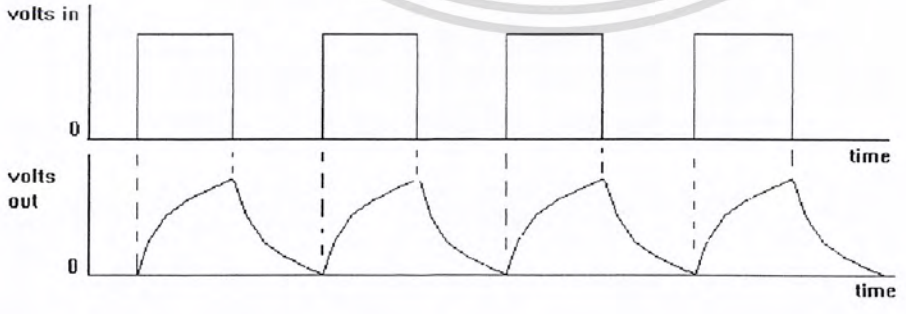
1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator) และวงจร RC ดิฟเฟอร์เรนชิเอเตอร์ (Differentiator)
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)

หากผู้ที่เคยศึกษาวิชาแคลคูลัสมาก่อน จะสามารถเข้าใจหลักการทำงานของวงจรนี้ได้ดีขึ้น เนื่องจากว่าวงจรอินทิเกรเตอร์ก็คือ วงจรที่สามารถทำการอินทิเกรทสัญญาณที่ป้อน ณ. ขั้วอินพุท หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือ วงจรนี้จะสะสมสัญญาณที่ป้อนเข้าจากขั้วอินพุทเรื่อย ภายในช่วงเวลาหนึ่ง และแสดงผลของการสะสมนี้ออกทางเอาท์พุท



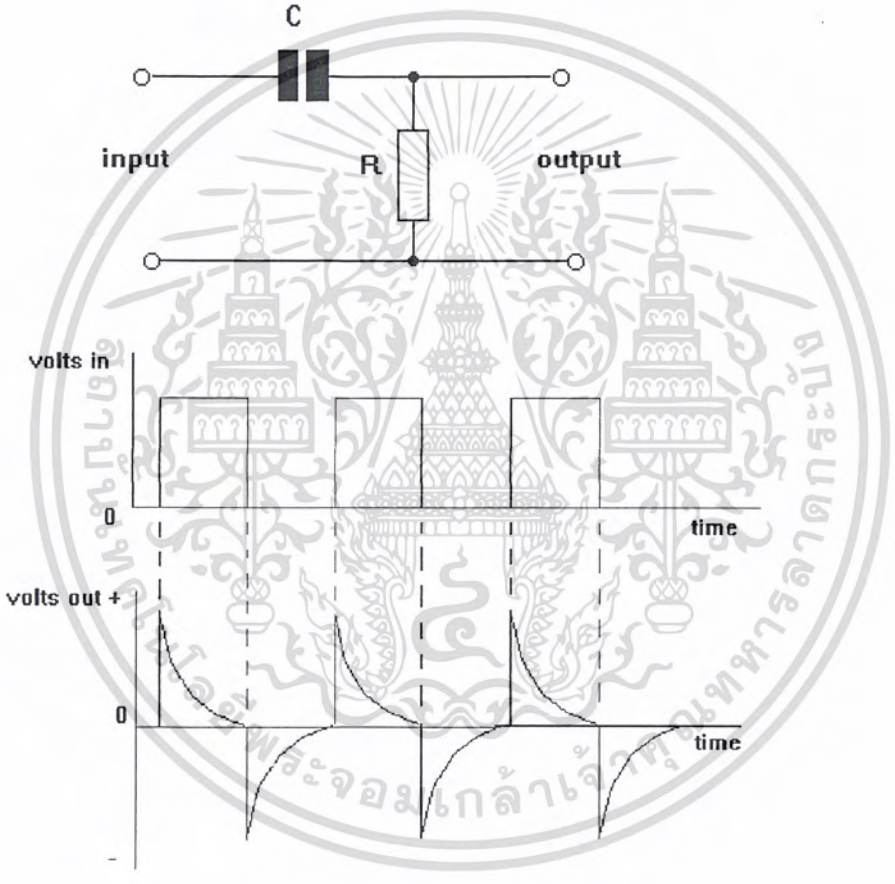


รูปที่ 2.1 วงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)

วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์เป็นวงจรที่แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินพุทเทียบกับเวลา หรือค่าดิฟเฟอเรนเชียล (dv/dt) ในเรื่องแคลคูลัสนั้นเอง โดยมีลักษณ์ของวงจรดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)

วงจรพื้นฐานแบบ RC ของวงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ จะคล้ายกับวงจรอินทิเกรเตอร์ โดยสลับตำแหน่งของ R และ C เท่านั้น และยังมีหลักการค่อนข้างคล้ายกันอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. วงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)

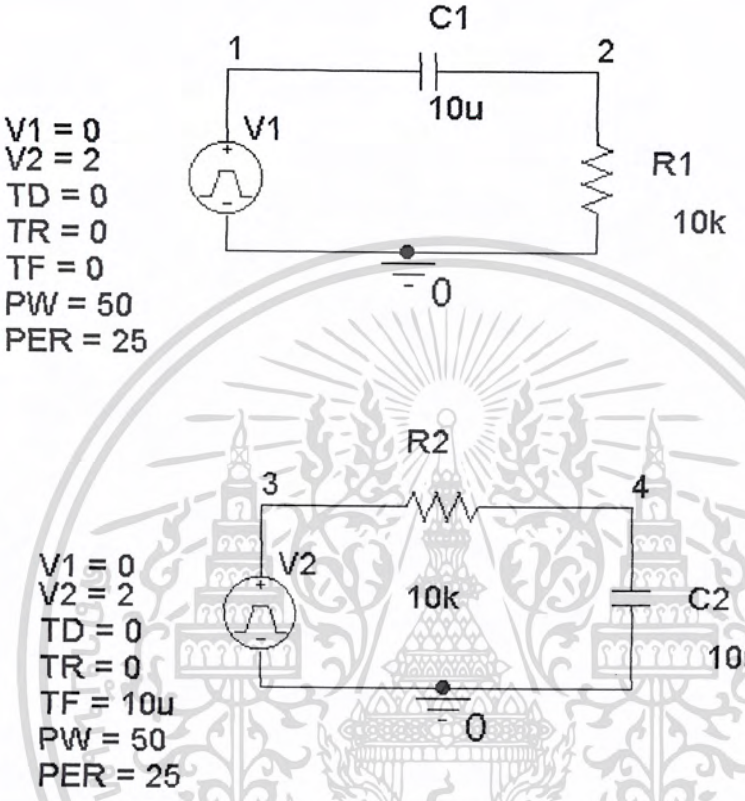
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 2.3

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1และ3) และ Vout(จุดที่ 2 และ4) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

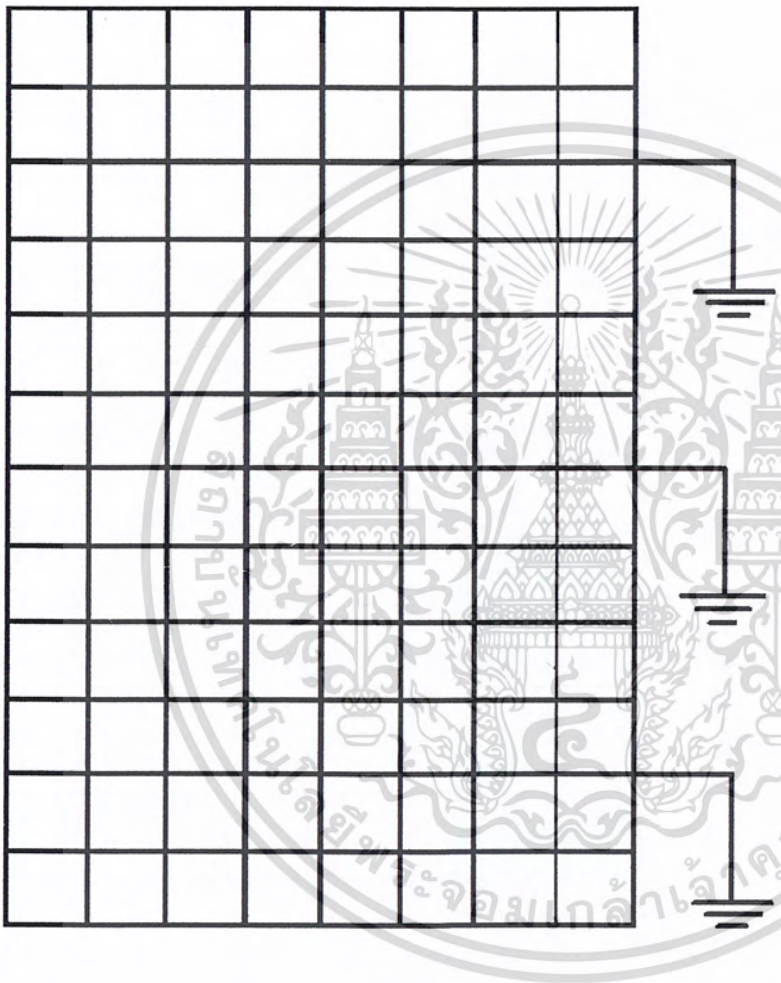
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)และวงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 5 / 6
	ใบงานที่ 2.	สอนครั้งที่……..
	วงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)	วันที่……./……../…….



Vin(V1,3) = ……Vp-p

Vout1(V2) = ……Vp-p

Vout2(V4) = ……Vp-p

ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 6
	ใบงานที่ 2.	สอนครั้งที่.....
	วงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator)	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)	วันที่...../...../.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การทำงานของวงจร RC ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator) และวงจร RC อินทิเกรเตอร์ (Integrator) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวงจรใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator) และวงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator)โดยใช้ออปแอมป์
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator)โดยใช้ออปแอมป์

เมื่อนำออปแอมป์มาใช้ในวงจรอินทิเกรเตอร์ดังรูปในการทดลองรูปที่ 9.1 ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนสัญญาณกลับ และจะพบว่า อตราการเปลี่ยนแปลงของเอาท์พุทจะมีค่าคงที่ หรืออีกนัยหนึ่ง ความชันของแรงดันท์พุทจะเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง

2. วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)โดยใช้ออปแอมป์

วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์เป็นวงจรที่แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินพุทเทียบกับเวลา หรือค่าดิฟเฟอเรนเชียล (dv/dt) ในเรื่องแคลคูลัสนั้นเอง โดยมีลักษณะของวงจรดังรูปในการทดลองรูปที่ 9.2

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. วงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator)โดยใช้ออปแอมป์

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

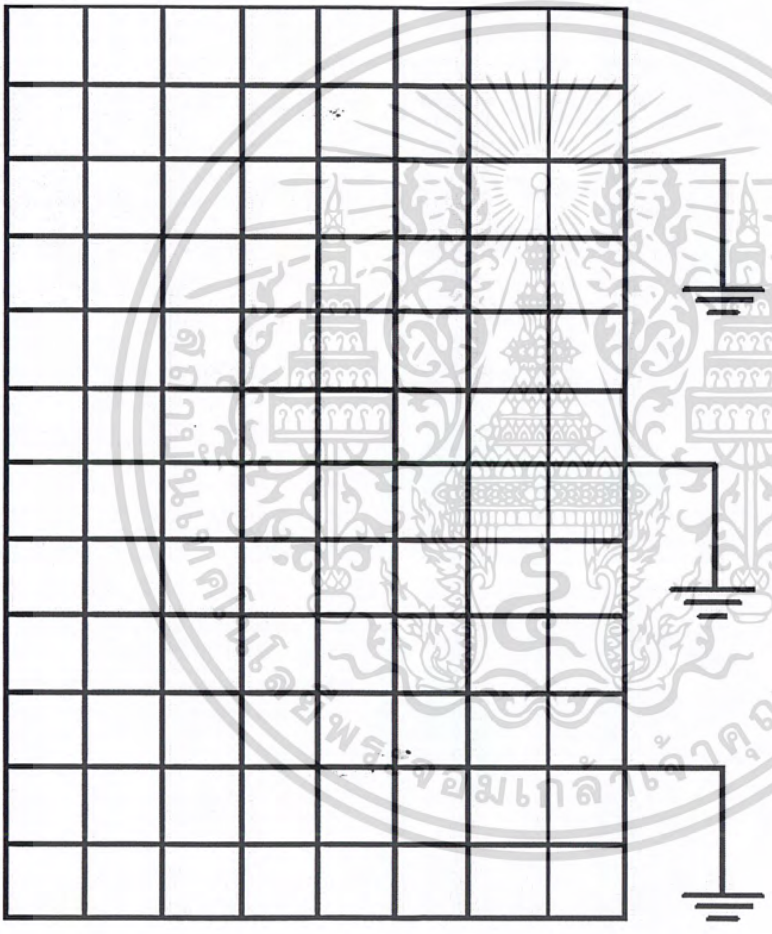
1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 9.1

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2,4) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



ตารางที่ 1

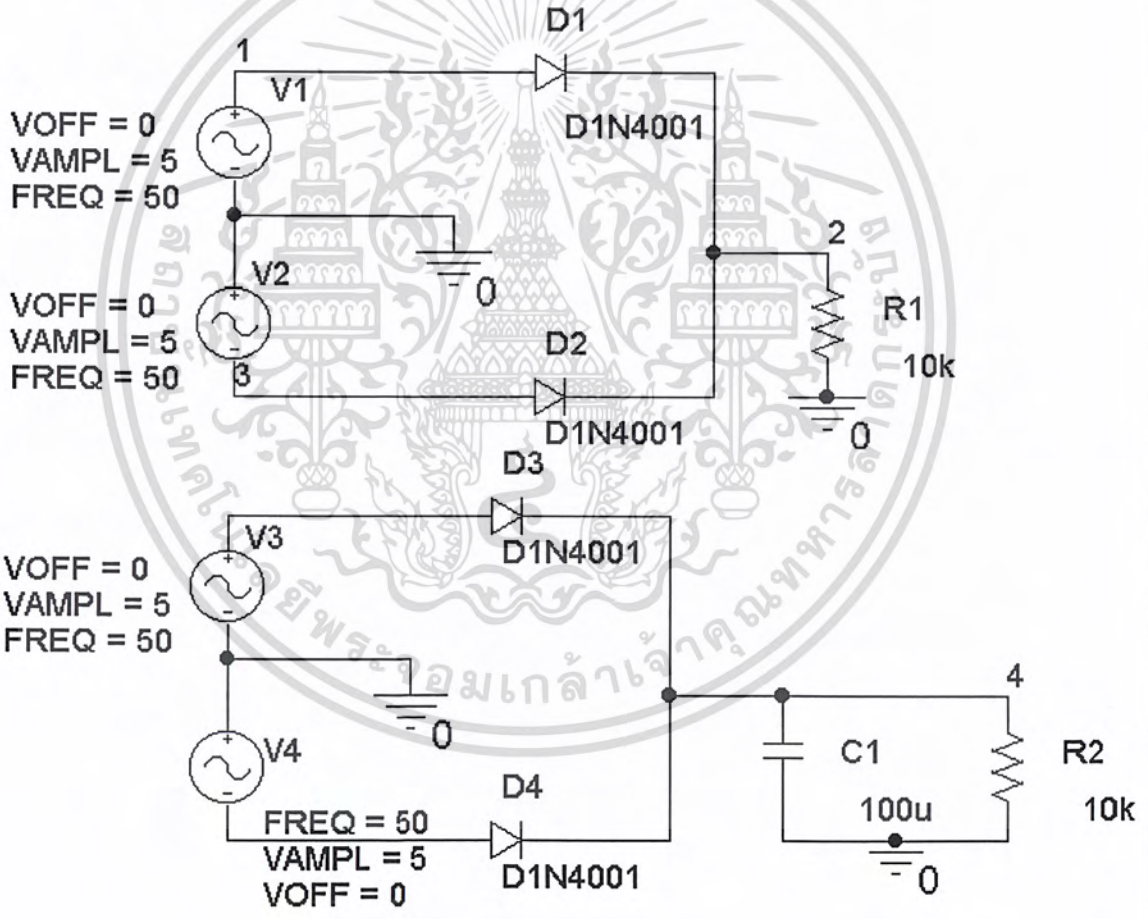
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 3.2

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

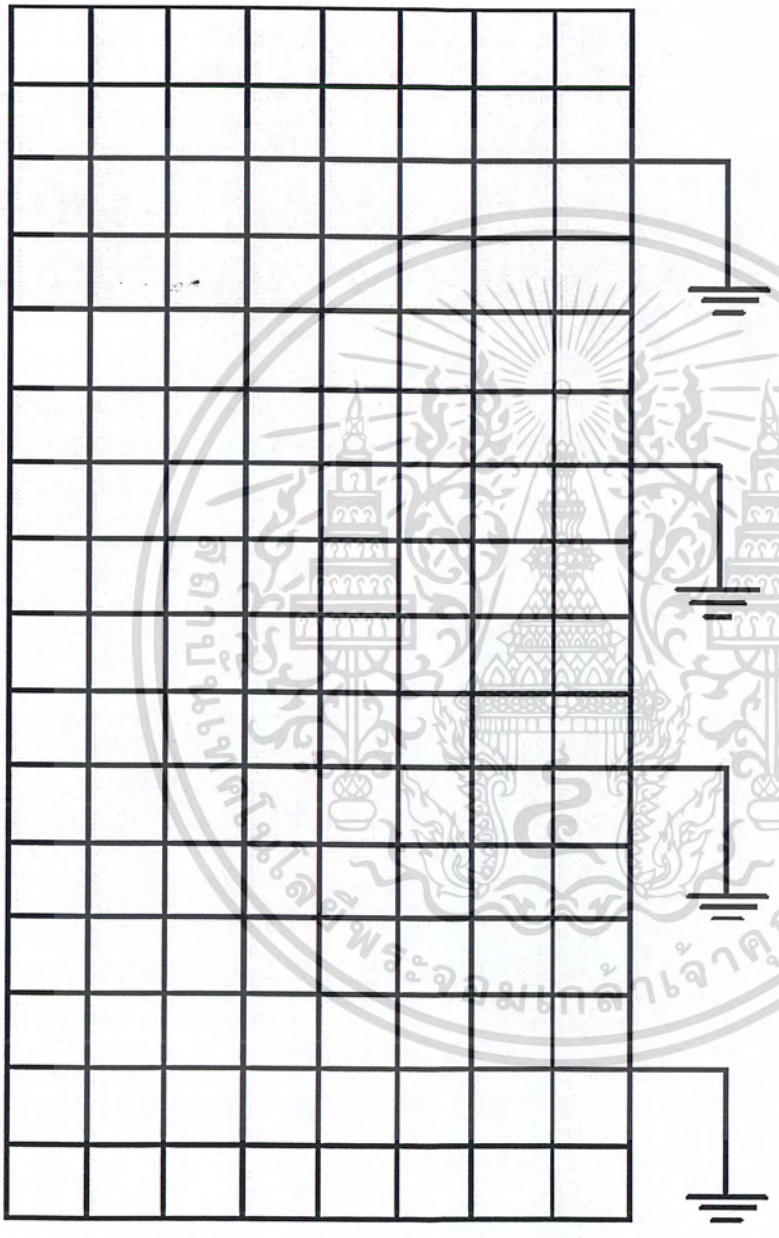
2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1,3) และ Vout(จุดที่ 2,4) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 4 / 8
	ใบงานที่ 3.	สอนครั้งที่.....
	วงจรเรียงกระแสไฟฟ้า	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	(Rectifier Circuit)	วันที่...../...../.....



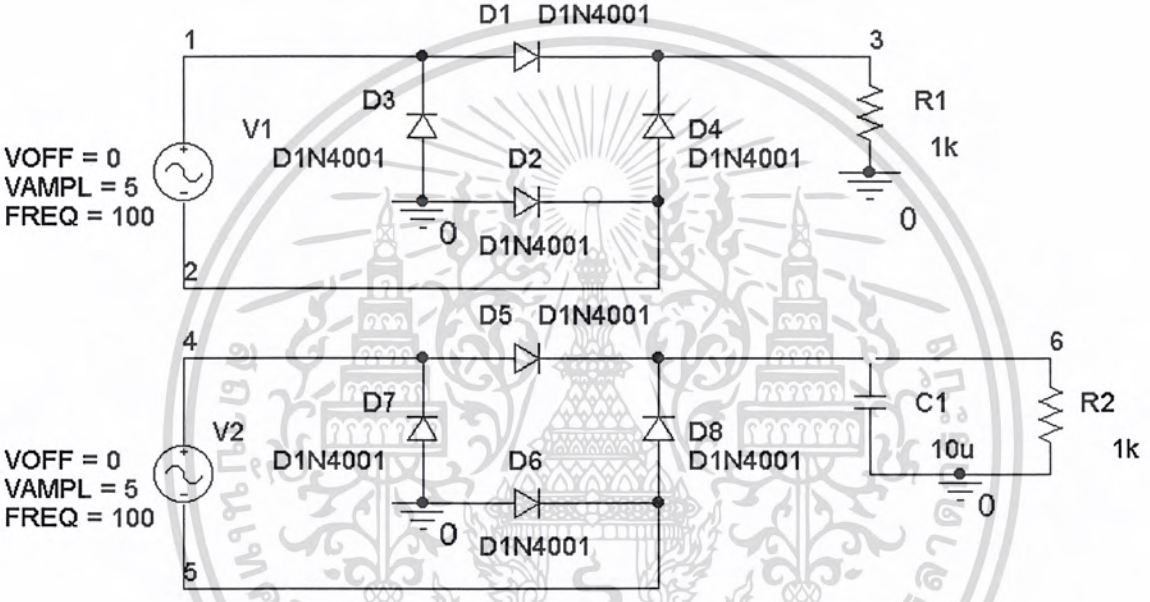
ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

3.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 3.2

3.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

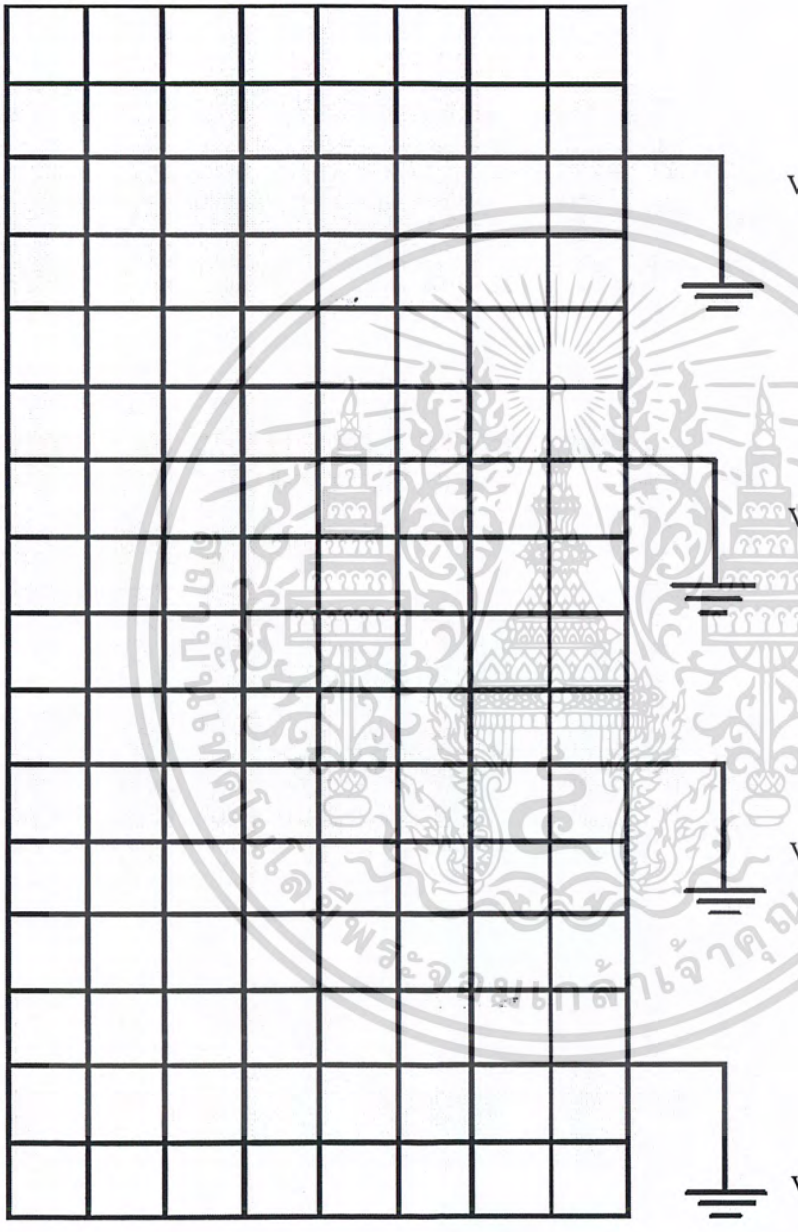


รูปที่ 3.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

3.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1,2) และ Vout(จุดที่ 3,6) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 3 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 8
	ใบงานที่ 3.	สอนครั้งที่.....
	วงจรเรียงกระแสไฟฟ้า	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	(Rectifier Circuit)	วันที่...../...../.....



ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. อธิบายความแตกต่างของแรงดันเอาต์พุต (Vout) ที่ได้จากการเรียงกระแสทั้งสามแบบ

1.1ลักษณะสัญญาณที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ค่าแรงดันไฟที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วงจรเรียงกระแสสามารถประยุกต์ใช้ในวงจรใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรไดโอดตัดสัญญาณ และวงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรไดโอดตัดสัญญาณ (Diode Clipper)

ไดโอดตัดสัญญาณ (diode clipper) หรือไดโอดจำกัดสัญญาณ (diode limiter) เป็นวงจรทำหน้าที่ตัดคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้ามาในส่วนที่ไม่ต้องการออกไป ลักษณะการทำงานของไดโอดเหมือนกับวงจรเร็กติไฟเออร์ แตกต่างเพียงลักษณะการจัดวงจรไดโอดและอาจต้องเพิ่มแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงเข้าไว้ในวงจรด้วย เพื่อช่วยในการตัดคลื่นสัญญาณหรือกำหนดคลื่นสัญญาณให้ได้ตามต้องการ

จากรูปที่ 4.1 ที่ใช้ในการทดลองจะเป็นวงจรไดโอดตัดสัญญาณแบบมีไบอัส (Bias Diode Clipper) ระดับแรงดันไฟกระแสสลับบางส่วนที่ถูกจำกัดค่าให้มีระดับแรงดันออกเอาท์พุทตามต้องนั้นสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ โดยการเพิ่มแหล่งจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงทำหน้าที่เป็นไบอัสให้ตัวไดโอด ถูกต่อเป็นอันดับกับตัวไดโอด มีผลต่อระดับแรงดันที่ได้ออกมาเปลี่ยนไป

2. วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ (Zener Diode Clipper)

ซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ (zener diode clipper) คือวงจรตัดสัญญาณเช่นเดียวกับวงจรไดโอดตัดสัญญาณ เพียงแต่ใช้ตัวซีเนอร์ไดโอดแทนไดโอดธรรมดา การใช้ซีเนอร์ไดโอดดีกว่าไดโอดโอดธรรมดาตรงที่การตัดสัญญาณแบบกำหนดแรงดันออกเอาต์พุตไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟกระแสตรงมาเป็นตัวกำหนดไบอัสให้ไดโอด เพราะตัว ซีเนอร์ไดโอดทำหน้าที่เป็นทั้งไดโอดและแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงในตัวโดยอาศัยค่าซีเนอร์เบรกดาวน์ (zener breakdown) หรือค่าแรงดันซีเนอร์ (zener voltage)ในตัวซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวช่วยกำหนดระดับสัญญาณคลื่นไซน์ออกเอาต์พุต ช่วยให้การจัดวงจรใช้งานของวงจรตัดสัญญาณง่ายขึ้น ลักษณะวงจรและสัญญาณที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.2 ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ (Diode Clampers)

ไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ (diode clampers)เป็นวงจรเปลี่ยนระดับที่ปรากฏของสัญญาณหรือเปลี่ยนตำแหน่งที่แสดงสัญญาณโดยอาจปรับเลื่อนตำแหน่งสัญญาณให้สูงขึ้นไปในทางบวก หรือปรับเลื่อนตำแหน่งสัญญาณให้ลงไปในทางลบ โดยรูปร่างสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลง ลักษณะวงจรต้องใช้ไดโอดและตัวเก็บประจุเข้าร่วมในการทำงาน วงจรแสดงดังรูปที่ 4.3 ในการทดลอง

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1. วงจรไดโอดตัดสัญญาณ (Diode Clipper)

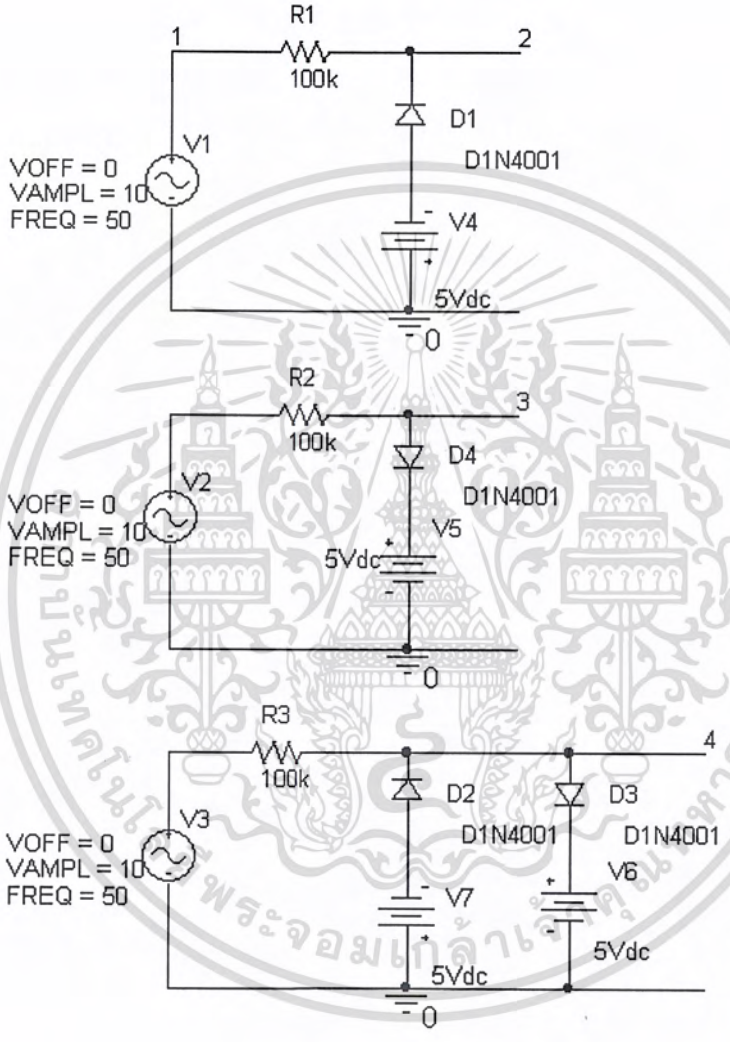
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 4.1

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2,3,4) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

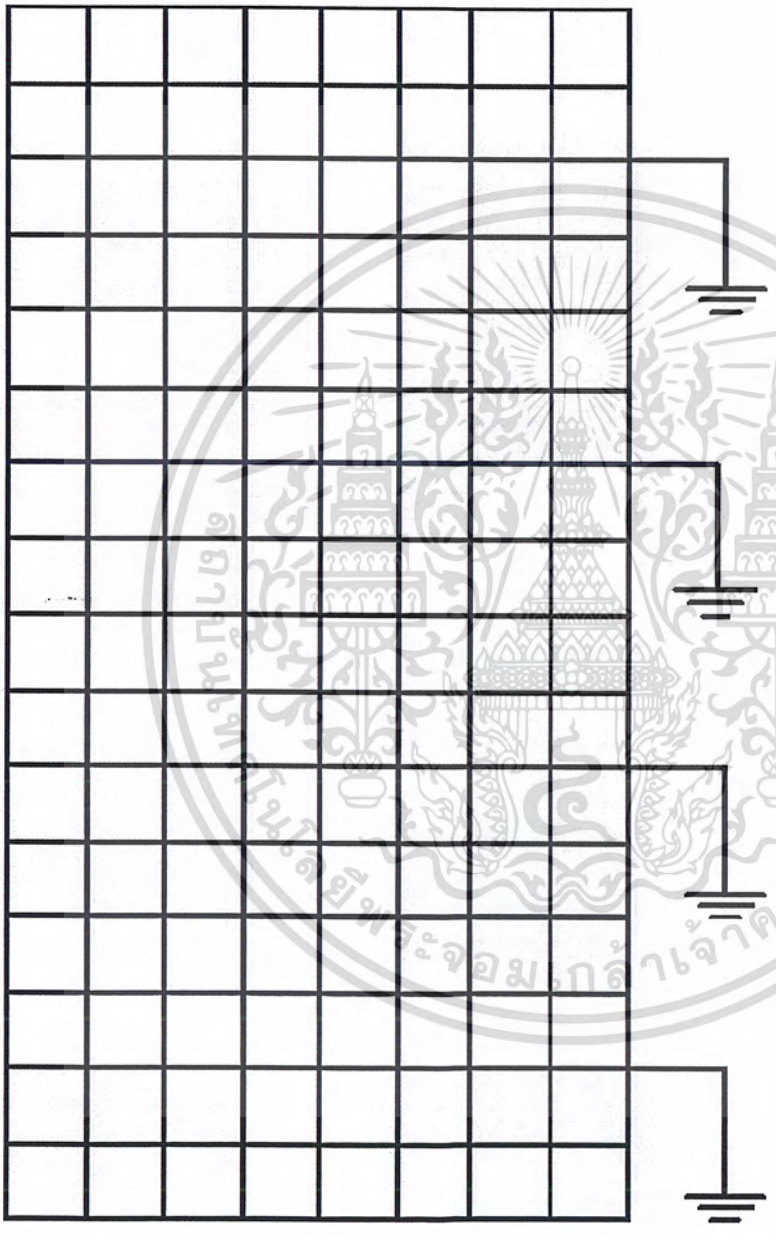
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรไดโอดตัดสัญญาณแบบมีไบอัส (Bias Diode Clipper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 4 / 11
	ใบงานที่ 4.	สอนครั้งที่.....
	วงจรไดโอดตัดสัญญาณ	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	และวงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ	วันที่...../...../.....



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout1(V2) = ...Vp-p

Vout2(V3) = ...Vp-p

Vout3(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

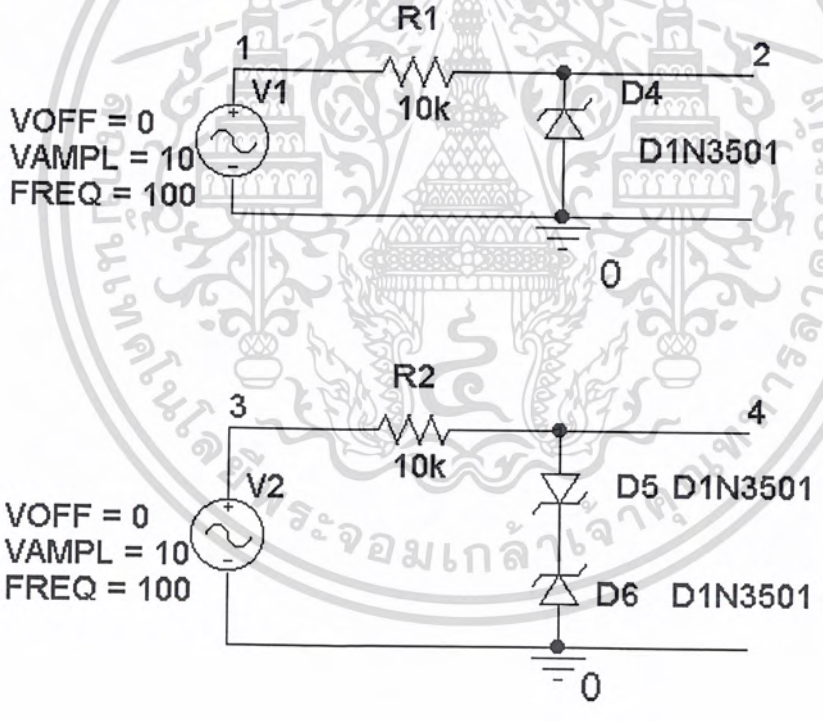
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ (Zener Diode Clipper)

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 4.2

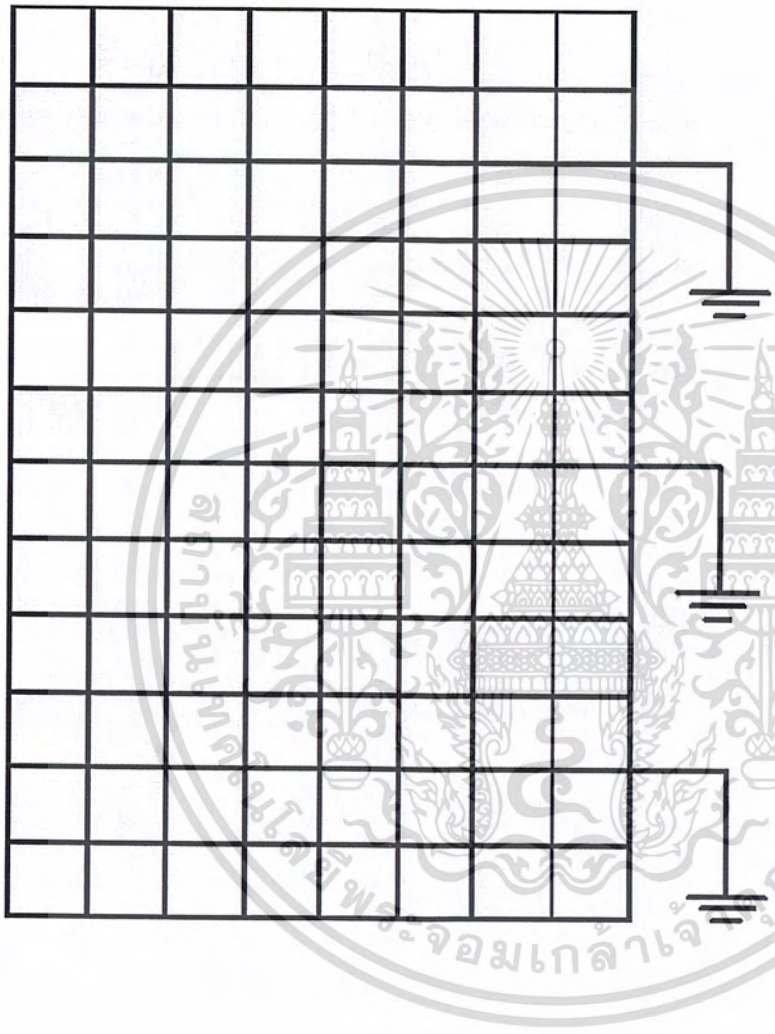
2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1,3) และ Vout(จุดที่ 2,4) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 4.2 วงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ (Zener Diode Clipper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1,3) = ……Vp-p

Vout1(V2) = ……Vp-p

Vout2(V4) = ……Vp-p

ตารางที่ 2

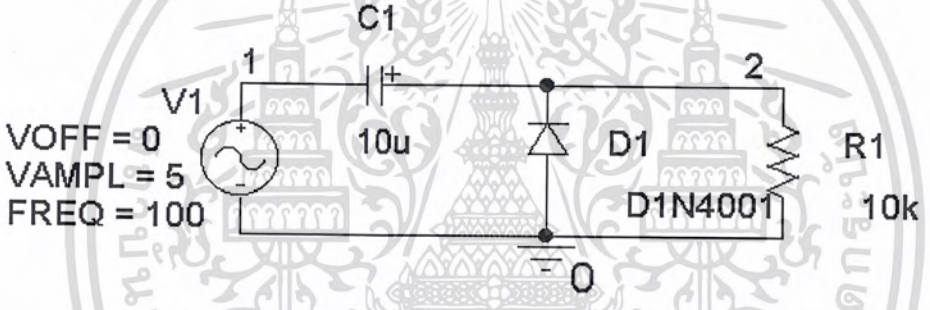
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ (Diode Clampers)

3.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 4.3

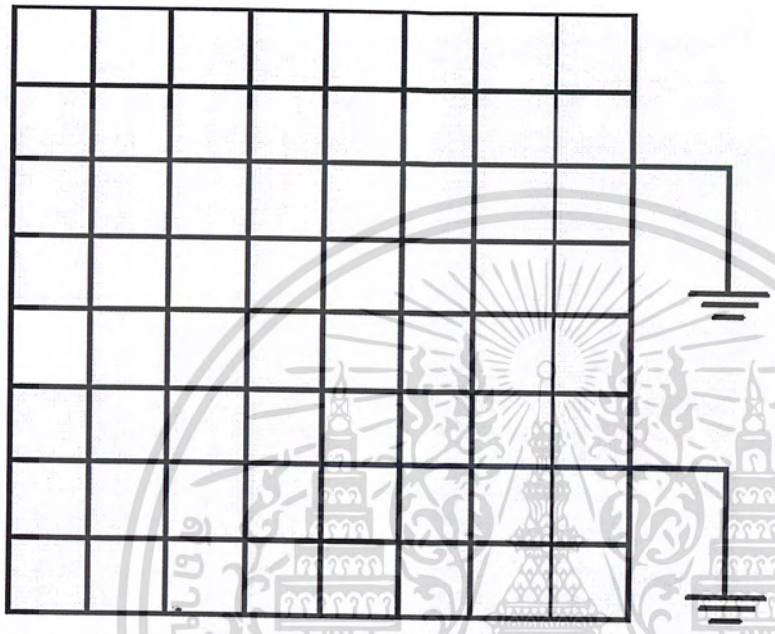
3.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

3.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 3 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 4.3 วงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ (Diode Clampers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

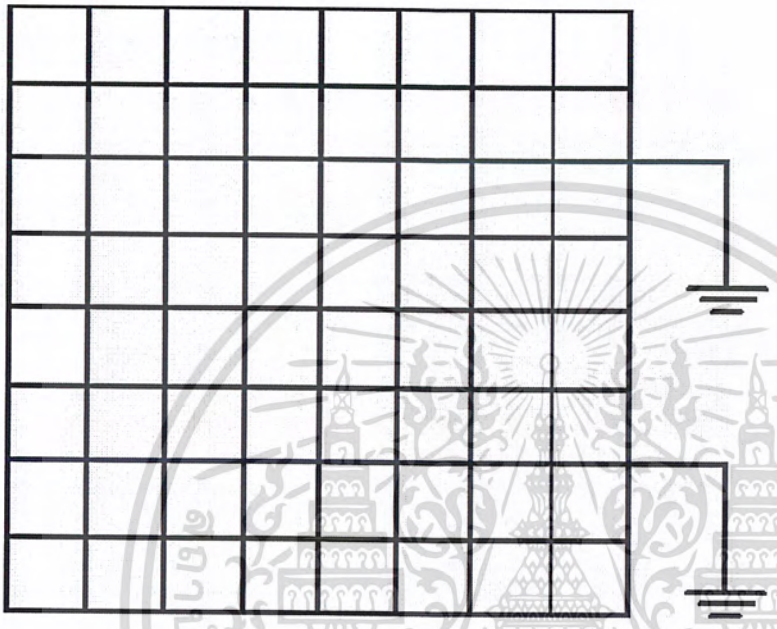
1. อธิบายความแตกต่างระหว่างการใช้วงจรไดโอดตัดสัญญาณ (Diode Clipper) และวงจรซีเนอร์ไดโอดตัดสัญญาณ (Zener Diode Clipper)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จงวาดวงจรไดโอดเลื่อนระดับสัญญาณ (Diode Clampers) จากวงจรข้างต้นให้เลื่อนไปทางด้านลบ และทดลองกับโปรแกรมพร้อมบันทึกผลลงในตารางที่ 4

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ……Vp-p

Vout(V2) = ……Vp-p

ตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 8
	ใบงานที่ 5.	สอนครั้งที่.....
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรทวีแรงดัน	จำนวน.....คาบ
		วันที่...../...../.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรทวีแรงดัน
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

วงจรทวีแรงดัน (voltage multiplier cricuit) เป็นวงจรที่สามารถช่วยเพิ่มแรงดันไฟกระแสตรงให้ออกเอาท์พุทได้สูงมากขึ้นกว่าแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามาเป็น 2 เท่า, 3เท่า และ 4 เท่า เป็นต้น การนำไปใช้งานของวงจรทวีแรงดันนิยมใช้ในวงจรที่ต้องการแรงดันสูงๆ แต่ต้องการกระแสต่ำๆ เช่น ในภาคจ่ายไฟสูงในโทรทัศน์ เป็นต้น

1. วงจรทวีแรงดันสองเท่า (Voltage Doubler)

จากรูปในการทดลองรูปที่ 5.1 แสดงวงจรทวีแรงดันสองเท่า สัญญาณแรงดันไฟกระแสสลับ V1 ถูกป้อนเข้ามา โดย C1 และ C2 จะเป็นตัวที่ใช้เก็บแรงดันไฟสู่เอาท์พุทตัวละ Vpeak และไดโอดทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อให้แรงดันไฟที่เก็บใน C1 และ C2 อยู่ในด้านบวกทั้งหมด ส่วนเอาท์พุทจะต้องลบกับค่าแรงดันตกคร่อมไดโอดด้วย คือ 2Vp - 1.4 V

2. วงจรทวีแรงดันสามเท่า (Voltage Tripler)

วงจรทวีแรงดันสามเท่าสามารถเพิ่มค่าแรงดันให้ออกเอาท์พุทมากเป็น 3 เท่าของแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามาได้ซึ่งจากวงจรการทดลองในรูปที่ 5.2 จะเพิ่ม C3 และ D3 เข้าไปในวงจร โดยจะเป็นการเพิ่มการเก็บแรงดันไฟที่จะออกเอาท์พุท ซึ่ง C1 จะมีค่า 1Vp ส่วน C3 จะมีค่า 2 Vp แต่ต้องลบแรงดันตกคร่อมไดโอดทั้ง 3 ตัวด้วยจึงจะได้เอาท์พุทที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

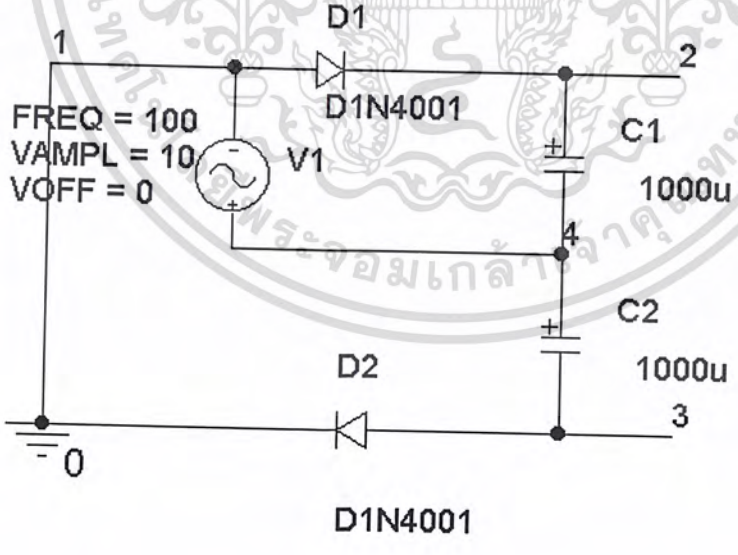
1. วงจรทวีแรงดันสองเท่า (Voltage Doubler)

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 5.1

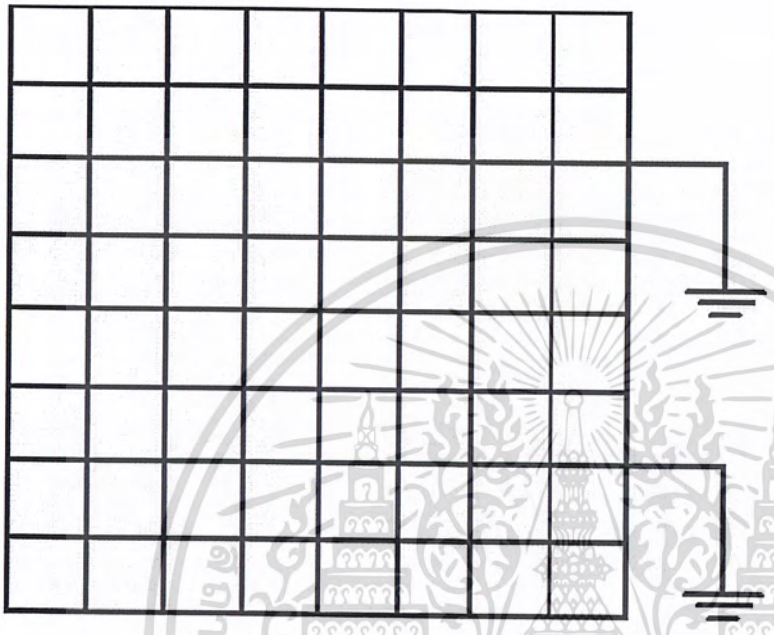
1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(ระหว่างจุดที่ 2-3) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 5.1 วงจรทวีแรงดันสองเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V4) = ...Vp-p

Vout(V2-3) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

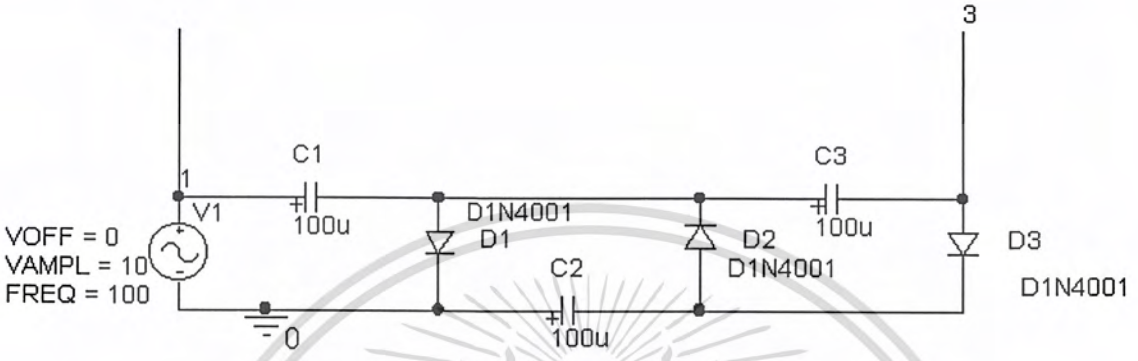
2. วงจรทวีแรงดันสามเท่า (Voltage Tripler)

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 5.2

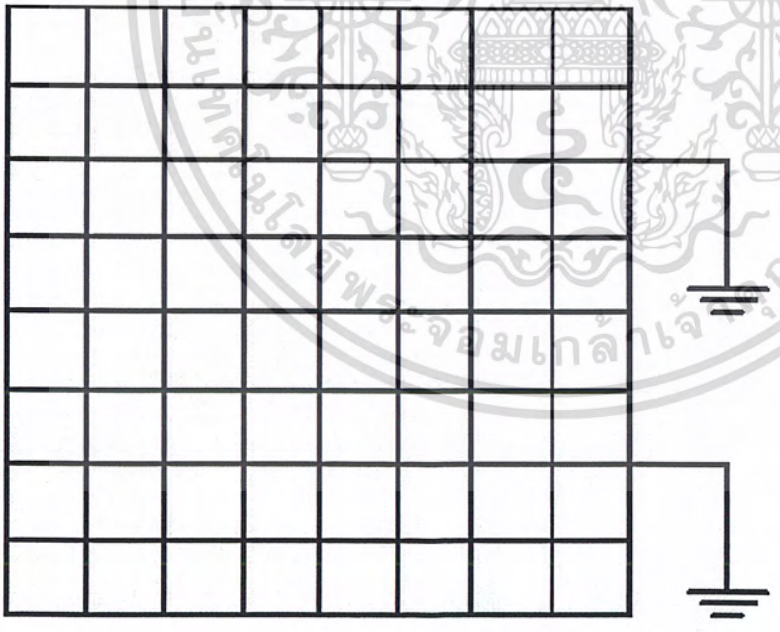
2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(ระหว่างจุดที่ 1-3) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 วงจรทวีแรงดันสามเท่า



Vin(V1) = ...Vp-p

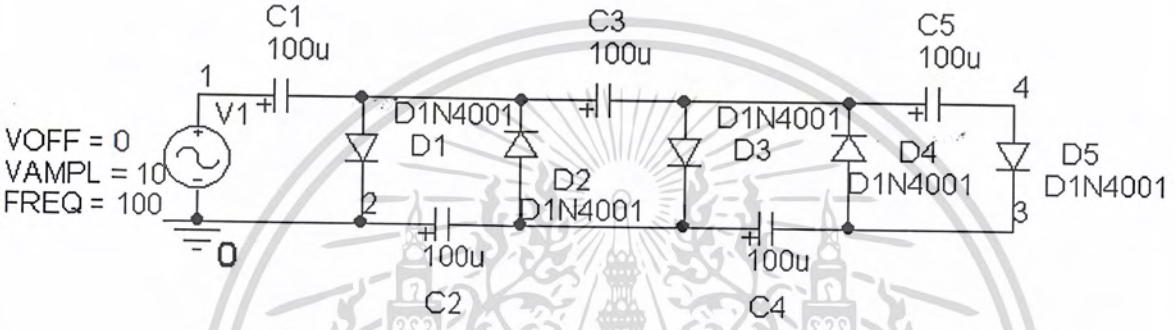
Vout(V1-3) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูป ถ้าวัดแรงดันที่จุด 2-3 จะได้แรงดันประมาณกี่เท่า



.....

.....

.....

2. จากรูปในข้อที่ 1 ถ้าวัดแรงดันที่จุด 1-4 จะได้แรงดันประมาณกี่เท่า

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จงวาดวงจรทวีแรงดัน 4 เท่าและทำการทดลองกับโปรแกรมพร้อมบันทึกผลลงในตารางที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

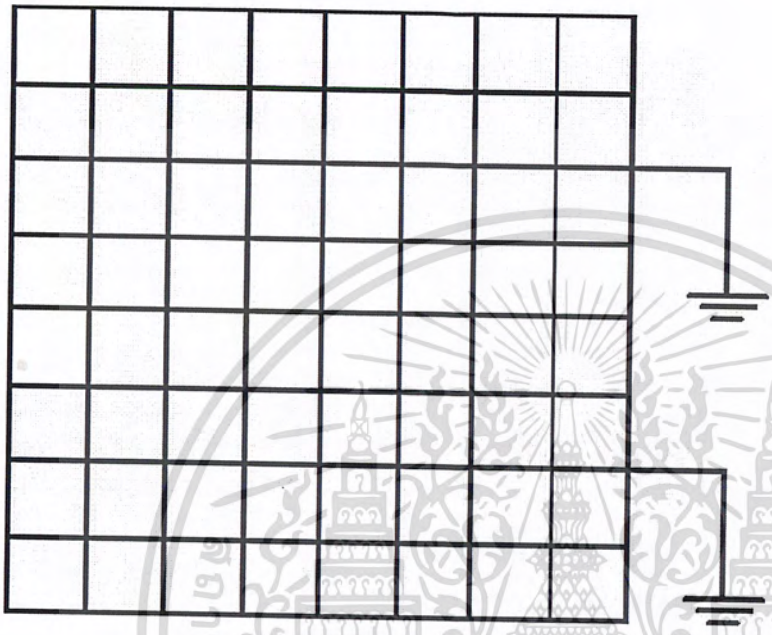
.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin = ... Vp-p

Vout = ... Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 8 / 8
	ใบงานที่ 5.	สอนครั้งที่.....
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรทวีแรงดัน	จำนวน.....คาบ
		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 7
	ใบงานที่ 6.	สอนครั้งที่.....
	วงจรขยายแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรขยายแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม

วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วมโดยปกติทั่วไปมักจะมีตัวต้านทานอิมิตเตอร์ (RE) ต่อเข้าขา E ของทรานซิสเตอร์ลงกราวด์ ซึ่งตัต้านทาน RE นี้มีชื่อเรียกว่าตัวต้านทานปรับช่วยให้คงที่หรือตัวต้านทานรักษาระดับ (Stabilize Resister) ช่วยควบคุมการทำงานของวงจรขยายให้คงที่ต่ออุณหภูมิ ปกติมักต่อตัวเก็บประจุคร่อมขนาน RE ด้วย ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุบายพาส (bypass capacitor) ช่วยรักษาระดับแรงดันไฟกระแสตรงที่ขา E ของทรานซิสเตอร์ให้คงที่สม่ำเสมอ ในบางวงจรที่ขา E อาจมีแต่ตัว RE ไม่มีตัวเก็บประจุบายพาส ทำให้การวิเคราะห์วงจรขยายต่อสัญญาณขนาดเล็กต้องนำค่า RE มาร่วมคำนวณค่าด้วย ดังแสดงในการทดลองในรูปที่ 6.1

2. วงจรขยายแบบเบสร่วม

วงจรขยายทรานซิสเตอร์แบบเบสร่วมเป็นวงจรขยายอีกแบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งาน คุณสมบัติของวงจรขยายแบบเบสร่วมคือมีอินพุทอิมพิแดนซ์ต่ำ มีเอาท์พุทอิมพิแดนซ์สูง ให้อัตราการขยายแรงดันสูงมากแต่ไม่ให้อัตราการขยายกระแส นิยมนำไปใช้งานเกี่ยวกับแรงดัน เช่น กำเนิดความถี่ ขยายแรงดัน และวงจรแมทชิ่ง ดังแสดงในการทดลองในรูปที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

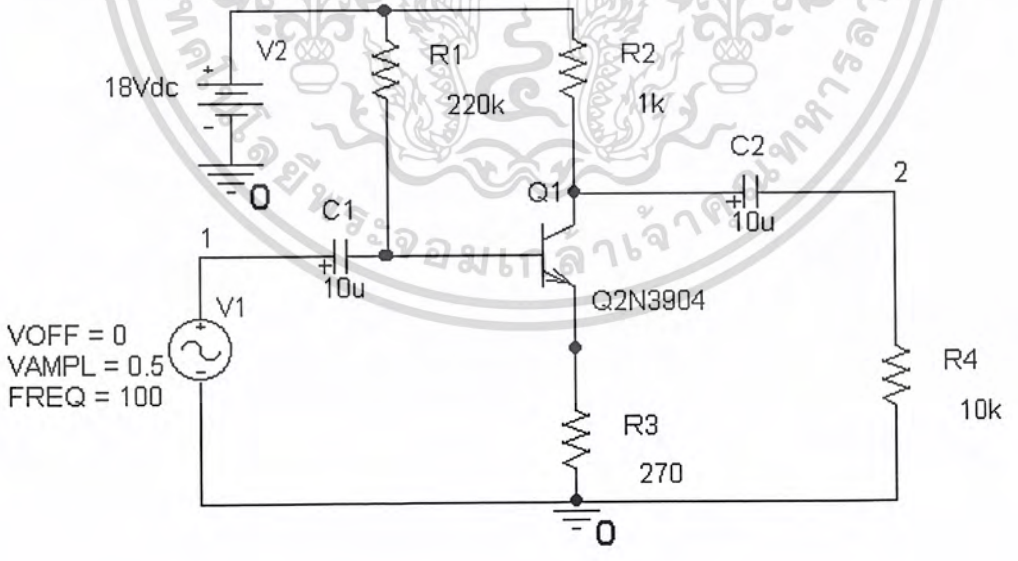
1. วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 6.1

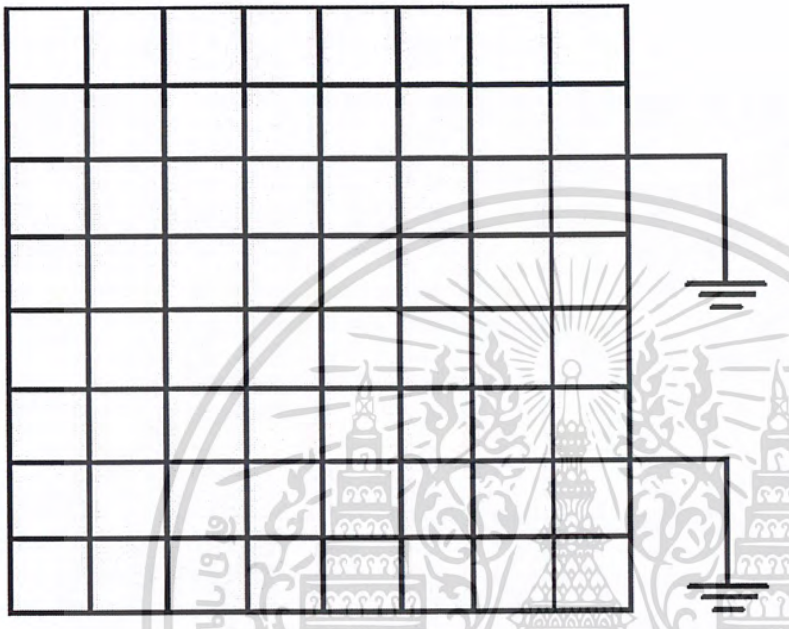
1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 6.1 วงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

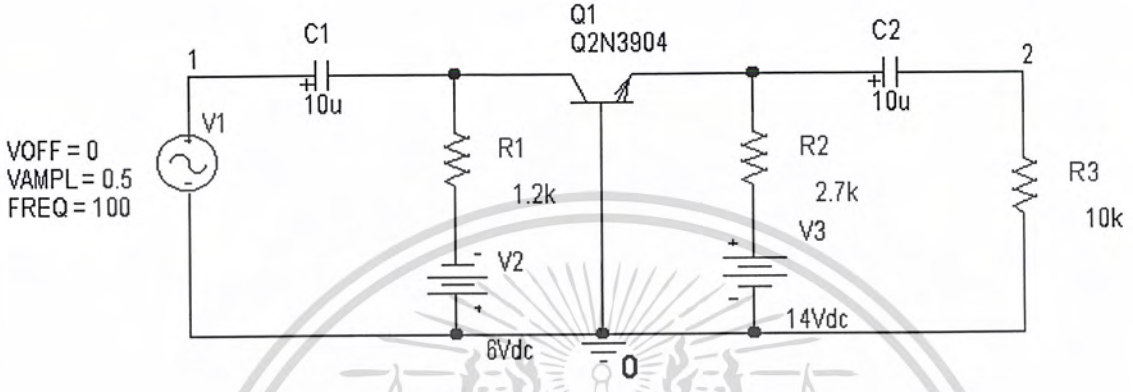
2. วงจรขยายแบบเบสร่วม

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 6.2

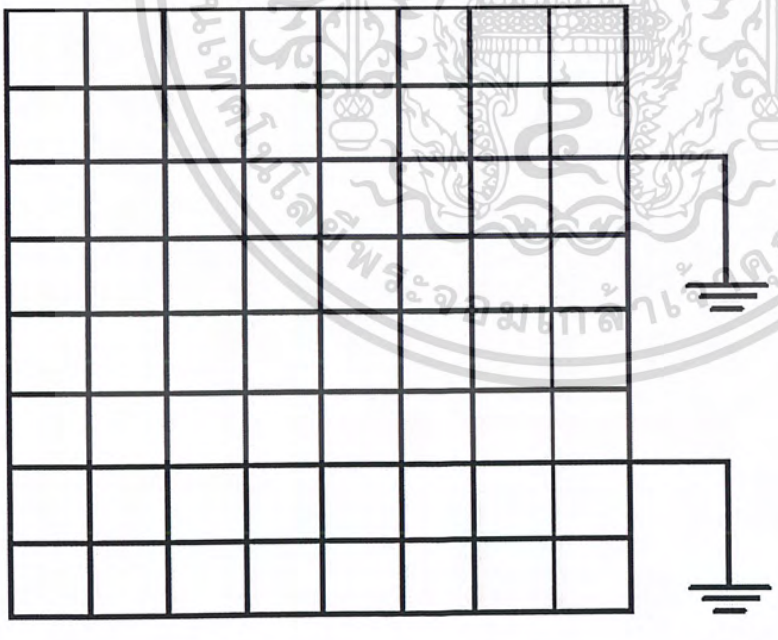
2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.12 วงจรขยายแบบเบสร่วม



Vin(V1) = ……Vp-p

Vout(V2) = ……Vp-p

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ทำไมเราไม่นำวงจรขยายแบบคอลเลคเตอร์ร่วมมาใช้งาน

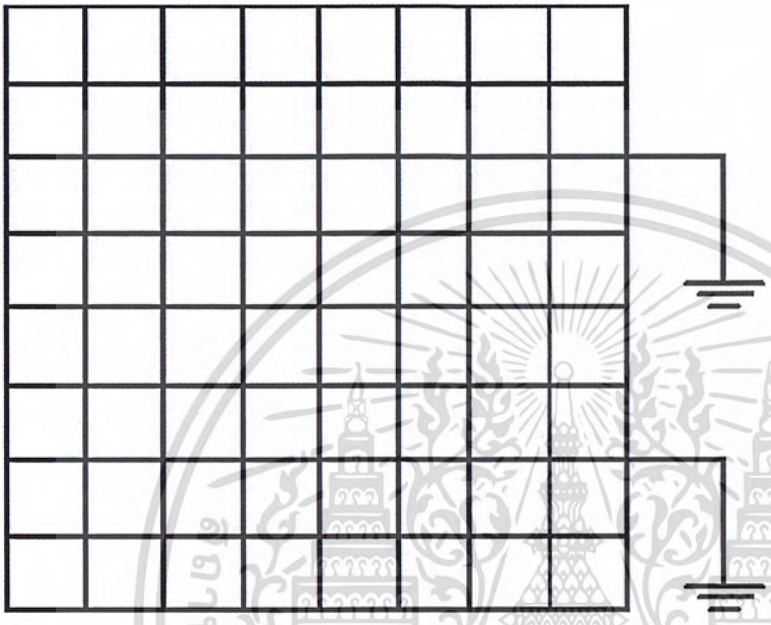
……
……
……

2. จากการทดลองที่ 2 วงจรขยายแบบเบสร่วมจงเปลี่ยนทรานซิสเตอร์เป็นเบอร์ Q2N3906 ขา E อยู่ด้านอินพุท ขา C อยู่ด้านเอาท์พุท V2 = 4 V และ V3 = 12 V โดยการไบอัสให้ทรานซิสเตอร์จะกลับแหล่งจ่ายจากวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN จงวาดรูปและบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 3

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 7
	ใบงานที่ 6.	สอนครั้งที่……..
	วงจรขยายแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……./……../…….



Vin(V1) = ……Vp-p

Vout(V2) = ……Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 7 / 7
	ใบงานที่ 6.	สอนครั้งที่……
	วงจรขยายแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……./……../……..

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

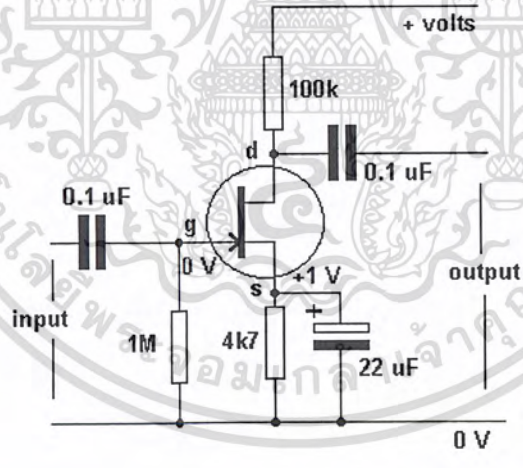
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรขยาย FET แบบต่างๆ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง

วงจรไบอัสช่วยตัวเอง (self bias circuit) ของ JFET คือการจัดแรงดันไบอัสให้วงจรใช้แหล่งจ่ายแรงดันชุดเดียว การกำหนดค่าแรงดันไบอัสที่ขา G และขา S (VGS) ทำได้ด้วยการกำนดค่าความต้านทานต่อให้ขา G เทียบกับกราวด์ (RG) และกำนดค่าความต้านทานต่อให้ขา S เทียบกับกราวด์ (RS) มีผลให้เกิดเป็นแรงดันไบอัสกลับที่ VGS เพื่อควบคุมการทำงานของวงจร ลักษณะวงจรแสดงรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 วงจรขยาย JFET แบบไบอัสช่วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน

วงจรไบอัสแบ่งแรงดันของ FET มีลักษณะวงจรเหมือนกับวงจรไบอัสแบ่งแรงดันของทรานซิสเตอร์ มีความแตกต่างกันตรงที่ลักษณะไบอัสที่จ่ายให้ขา G เทียบกับ S (VGS) ของ FET ต้องเป็นไบอัสกลับเสมอ ส่วนทรานซิสเตอร์แรงดันไบอัสที่จ่ายให้ขา B เทียบกับขา E (VBE) ต้องเป็นไบอัสตรงเสมอ วงจรไบอัสแบ่งแรงดันของ FET แสดงดังรูปในการทดลองในรูปที่ 7.3

3. วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ

วงจรไบอัสแรงดันป้อนกลับเป็นวงจรไบอัสแบบหนึ่งที่นิยมใช้งานใน E-MOSFET โดยการต่อตัวต้านทานคร่อมระหว่างขา D กับขา G (RG) เพื่อกำหนดแรงดันไบอัสป้อนกลับจากขา D มาขา G วงจรไบอัสแรงดันป้อนกลับ แสดงดังรูปในการทดลองในรูปที่ 7.4

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1. วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง

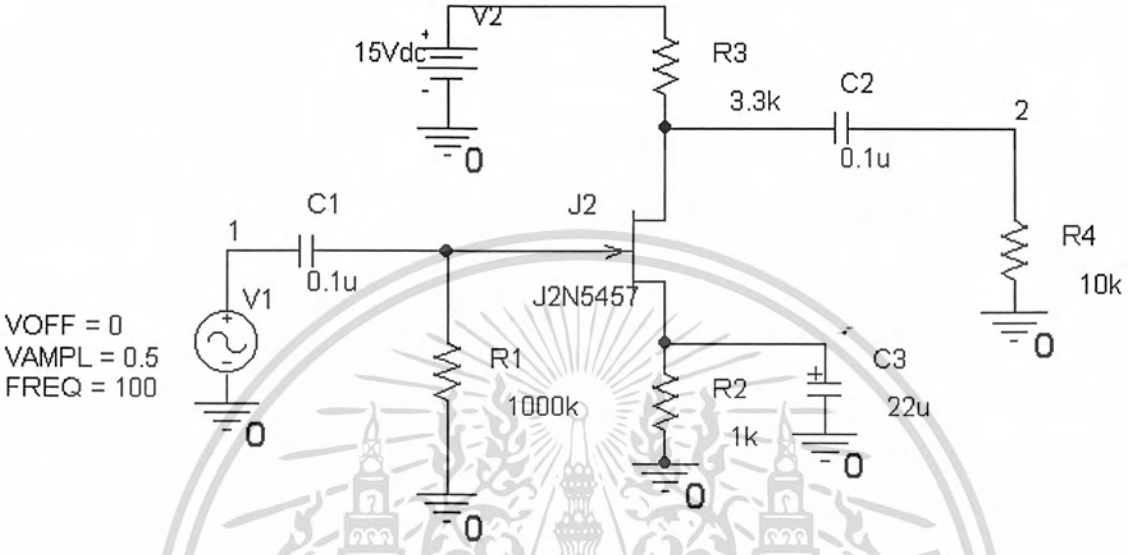
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 7.2

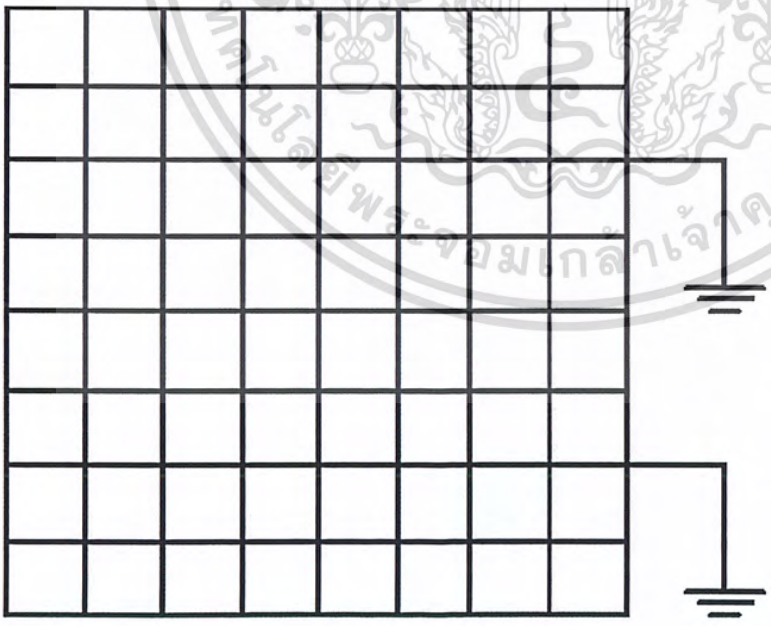
1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2 วงจรขยาย FET แบบไบอัสช่วยตัวเอง



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

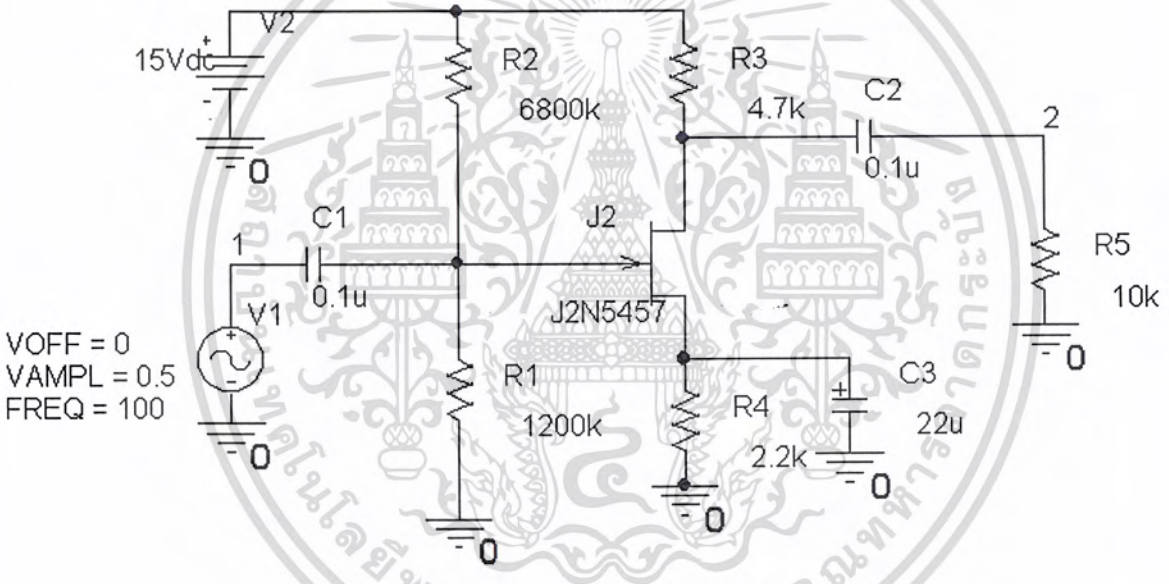
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 7.3

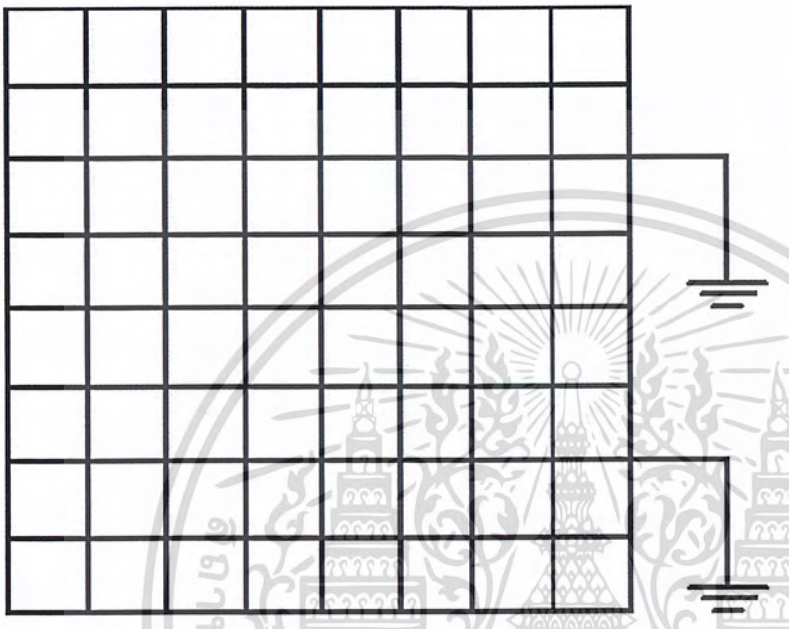
2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 7.3 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแบ่งแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

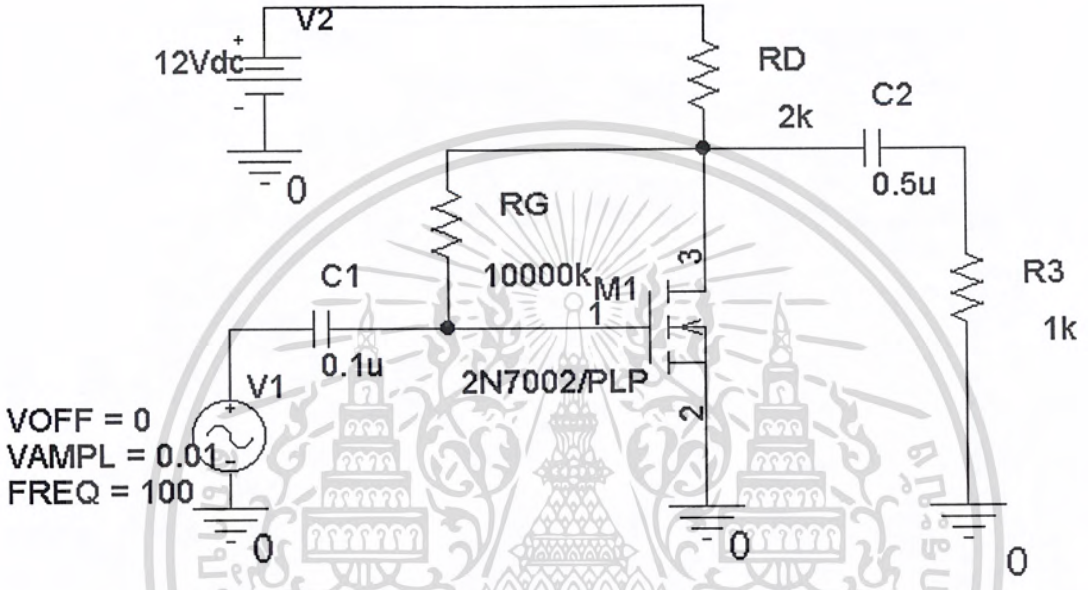
3. วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ

3.1 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 7.4

3.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

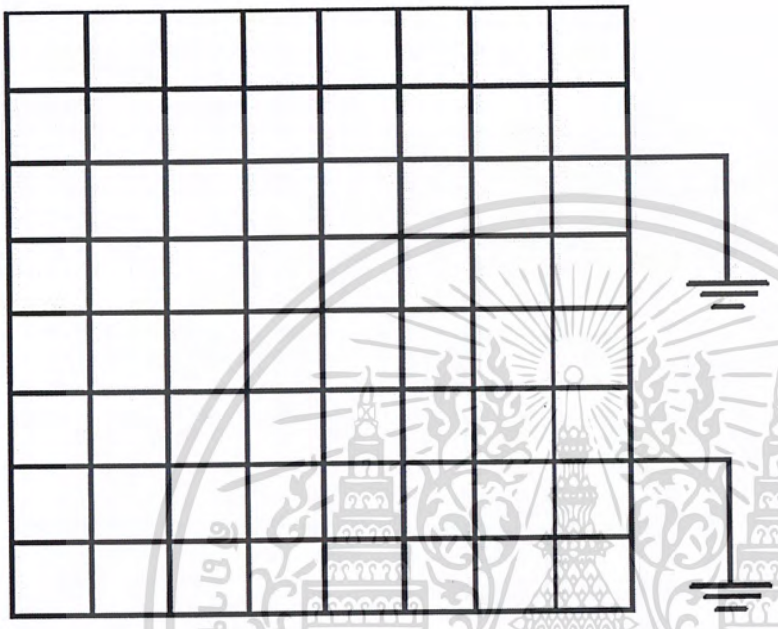
3.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 3 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.4 วงจรขยาย FET แบบไบอัสแรงดันป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 8 / 9
	ใบงานที่ 7.	สอนครั้งที่.....
	วงจรขยายแบบต่างๆ ของ FET	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. FET กับทรานซิสเตอร์มความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 9 / 9
	ใบงานที่ 7.	สอนครั้งที่.....
	วงจรขยายแบบต่างๆ ของ FET	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 7
	ใบงานที่ 8.	สอนครั้งที่.....
	วงจรคาสเคดทรานซิสเตอร์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรคาสเคดทรานซิสเตอร์แบบต่างๆ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

วงจรขยายสัญญาณที่มีภาคขยายมากกว่าหนึ่งภาค การต่อภาคขยายเข้าด้วยกันมักต่อวงจรแบบคาสเคด (cascade connection) โดยการต่อเพิ่มภาคขยายเข้าไปเป็นลำดับ ด้วยการนำเอาท์พุทของวงจรขยายภาคที่ 1 ต่อเข้ากับอินพุทของวงจรขยายภาคที่ 2 หากต่อมากกว่า 2 ภาค ก็ทำได้ในลักษณะเดียวกันนี้ไปเรื่อยๆ การต่อแบบคาสเคดนี้ทำให้ทั้งแรงดันและกระแสสามารถส่งผ่านไปขยายได้โดยตรง ช่วยทำให้อัตราขยายของวงจรเพิ่มขึ้น

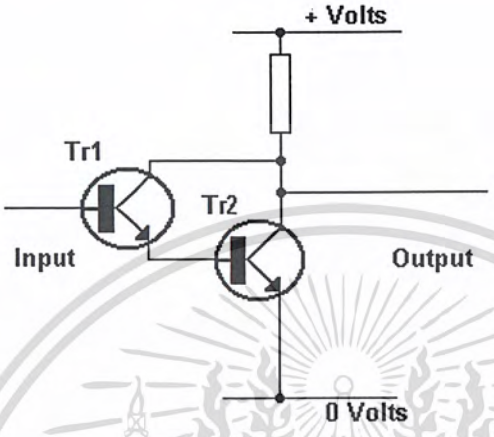
1. วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์

วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตร์ (Transistor Cascade Amplifier) เป็นวงจรขยายให้ทรานซิสเตอร์ต่อร่วมกัน 2 ภาคแบบคาสเคด แต่ละภาคจัดวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ ลักษณะวงจรแสดงอยู่ในการทดลองรูปที่ 8.2

2. วงจรขยายดาร์ลิงตัน

ทรานซิสเตอร์ที่ต่อร่วมกันสองตัวในวงจรขยายสัญญาณมักนิยมต่อวงจรเข้าด้วยกันด้วยวงจรที่เรียกว่า คู่ดาร์ลิงตัน (Darlinton pair) ซึ่งเป็นลักษณะการต่อวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ตาม (emitter follower) วงจรขยายทรานซิสเตอร์ตัวแรกส่งไปให้วงจรขยายทรานซิสเตอร์ตัวที่สองเป็นแบบไดเร็กต์คัปปลิง มีผลให้อัตราขยายกระแสของวงจรเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะการต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.1 วงจรขยายดาร์ลิงตัน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

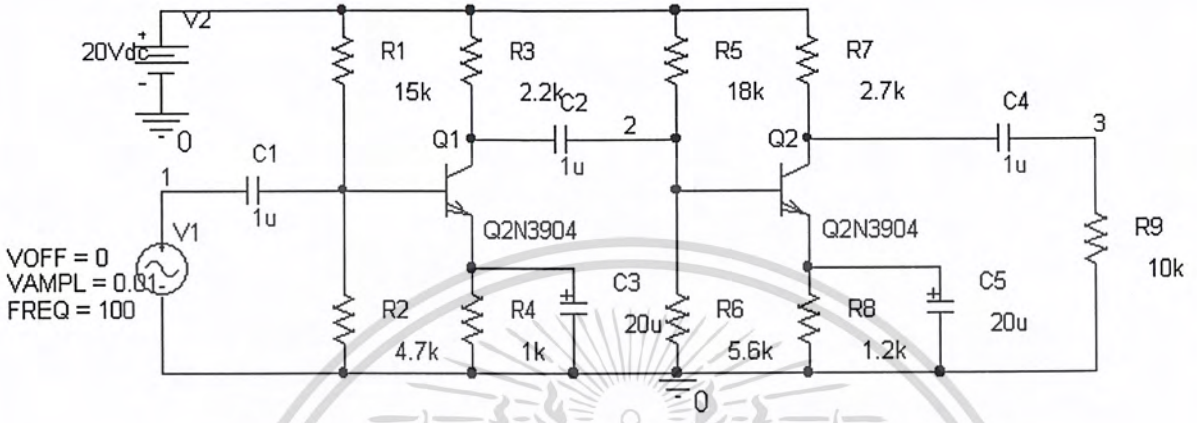
1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 8.2

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

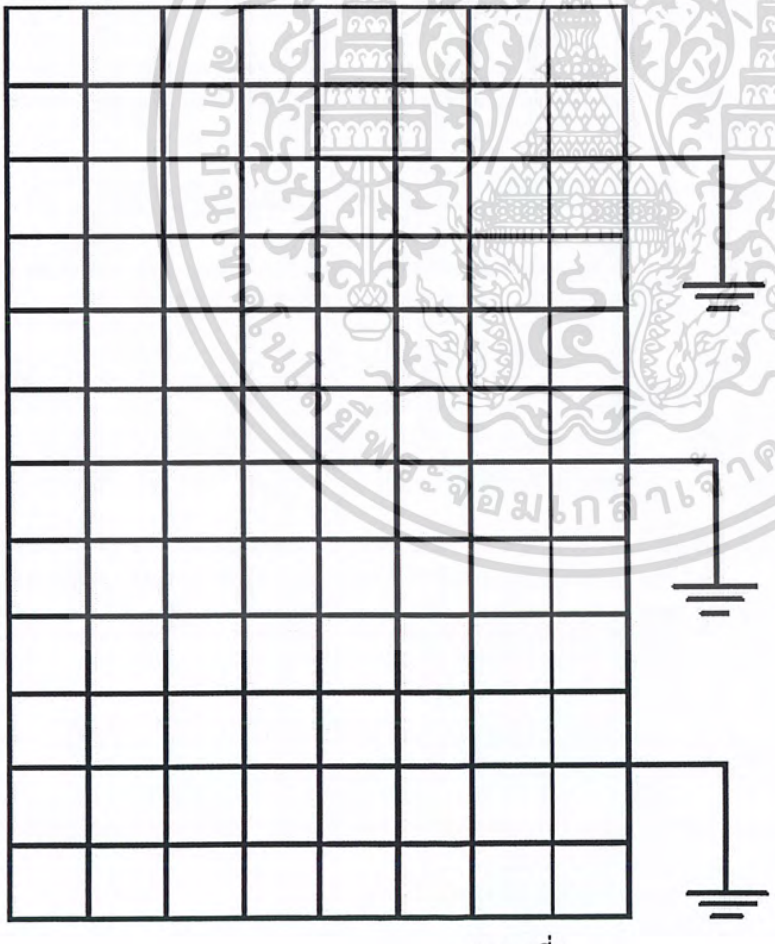
1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2 และ 3) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 3 / 7
	ใบงานที่ 8.	สอนครั้งที่.....
	วงจรคาสเคดทรานซิสเตอร์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....



รูปที่ 8.2 วงจรขยายคาสเคดแบบทรานซิสเตอร์



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

Vout(V3) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

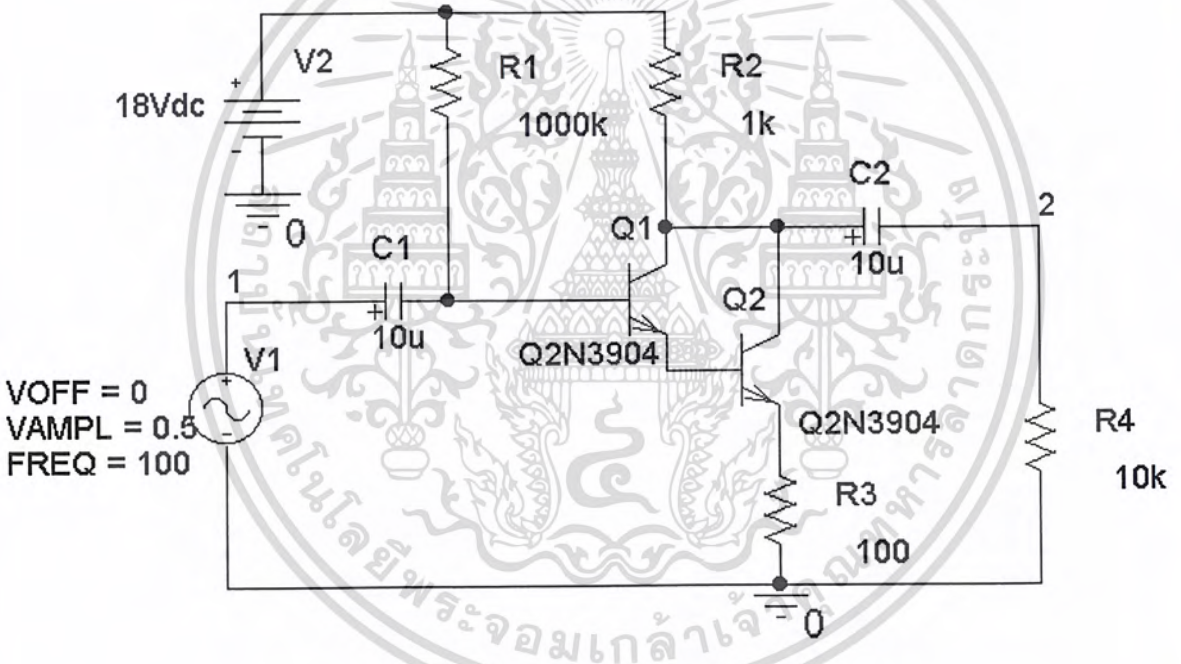
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขยายดาร์ลิงตัน

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 8.3

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

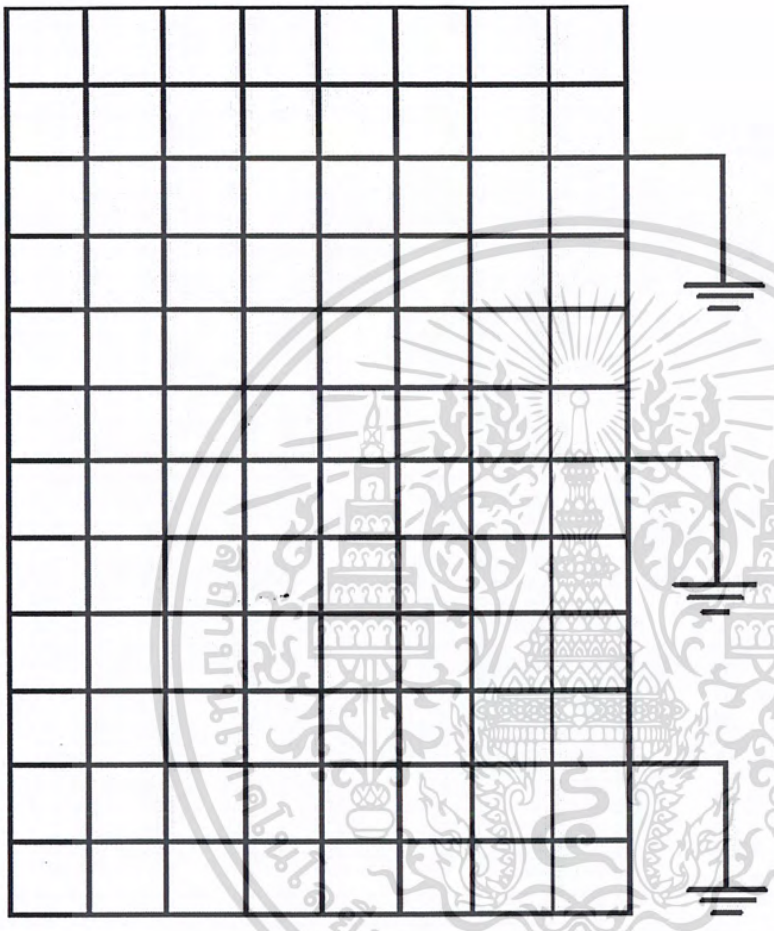
2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 8.3 วงจรขยายดาร์ลิงตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 5 / 7
	ใบงานที่ 8.	สอนครั้งที่.....
	วงจรคาสเคดทรานซิสเตอร์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

Vout(V3) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ทำไมต้องมีการต่อวงจรแบบคาสเคด

.....

.....

.....

.....

.....

2. การต่อทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตันมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 7 / 7
	ใบงานที่ 8.	สอนครั้งที่.....ครั้ง
	วงจรคาสเคดทรานซิสเตอร์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

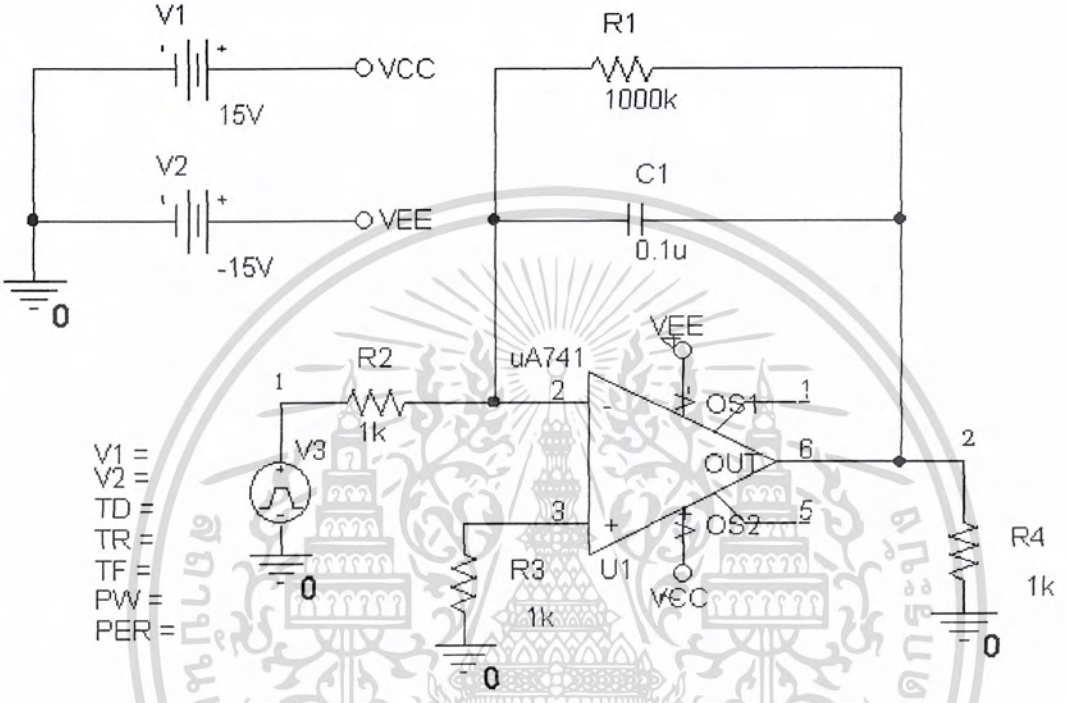
.....

.....

.....

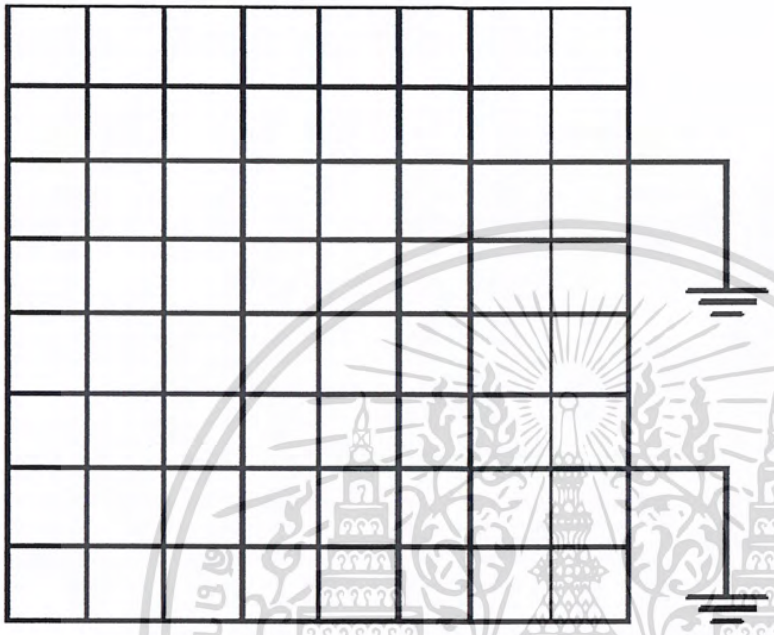
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.1 วงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator) โดยใช้ออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

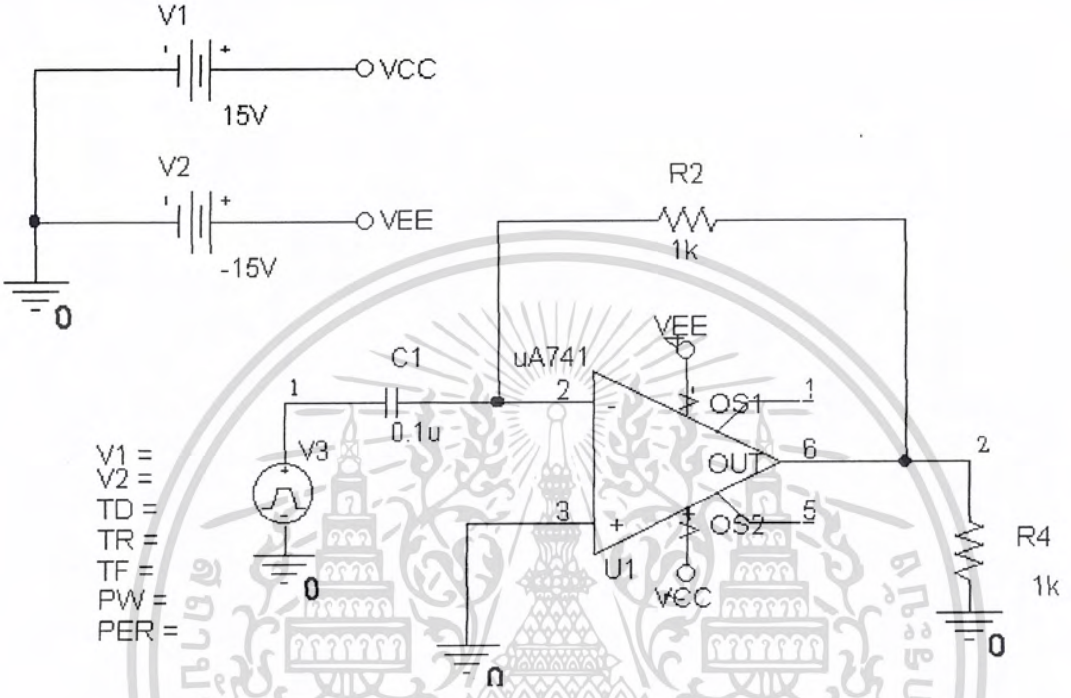
2. วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator)โดยใช้ออปแอมป์

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 9.2

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

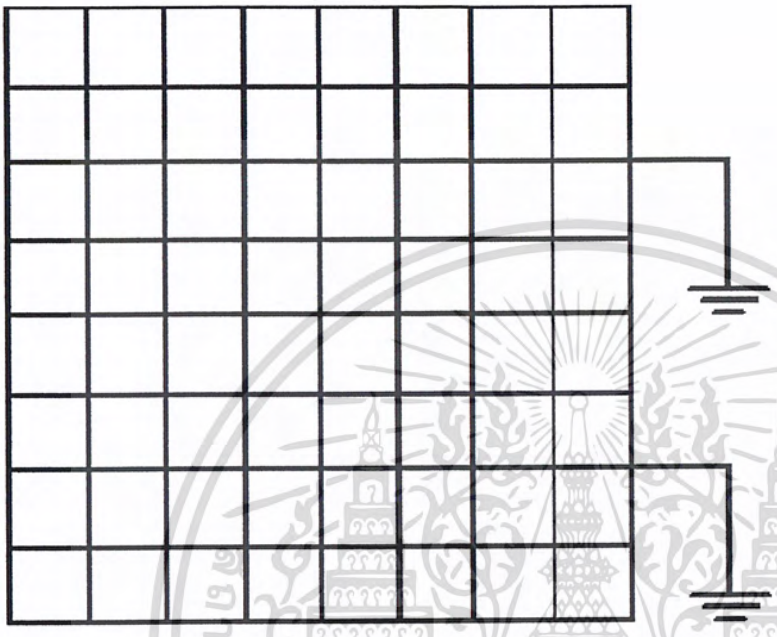
2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกสัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.2 วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator) โดยใช้ออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. การทำงานของวงจร ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Differentiator) และวงจรอินทิเกรเตอร์ (Integrator) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวงจรใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 7
	ใบงานที่ 10.	สอนครั้งที่.....
	วงจรขยายคาสเคดแบบ FET	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรขยายคาสเคดแบบ FET
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรขยายคาสเคดแบบ FET

วงจรขยายคาสเคดแบบ FET (FET cascade amplifier) เป็นวงจรขยายที่ใช้ FET ต่อร่วมกัน 2 ภาคแบบคาสเคด แต่ละภาคจัดวงจรขยายแบบซอร์สร่วม ลักษณะของวงจรแสดงในการทดลองดังรูปที่ 10.1

2. วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์

วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์ (combination FET transistor cascade amplifier) เป็นวงจรขยายที่ใช้ FET หนึ่งภาคต่อร่วมกับวงจรขยายใช้ทรานซิสเตอร์อีกหนึ่งภาค มีผลทำให้วงจรมีอินพุทอิมพีแดนซ์ (Zi) สูง และมีอัตราขยายแรงดัน (Av) สูงขึ้น โดย FET จัดวงจรแบบซอร์สร่วมและทรานซิสเตอร์จัดวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วม ลักษณะวงจรแสดงในการทดลองรูปที่ 10.2

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

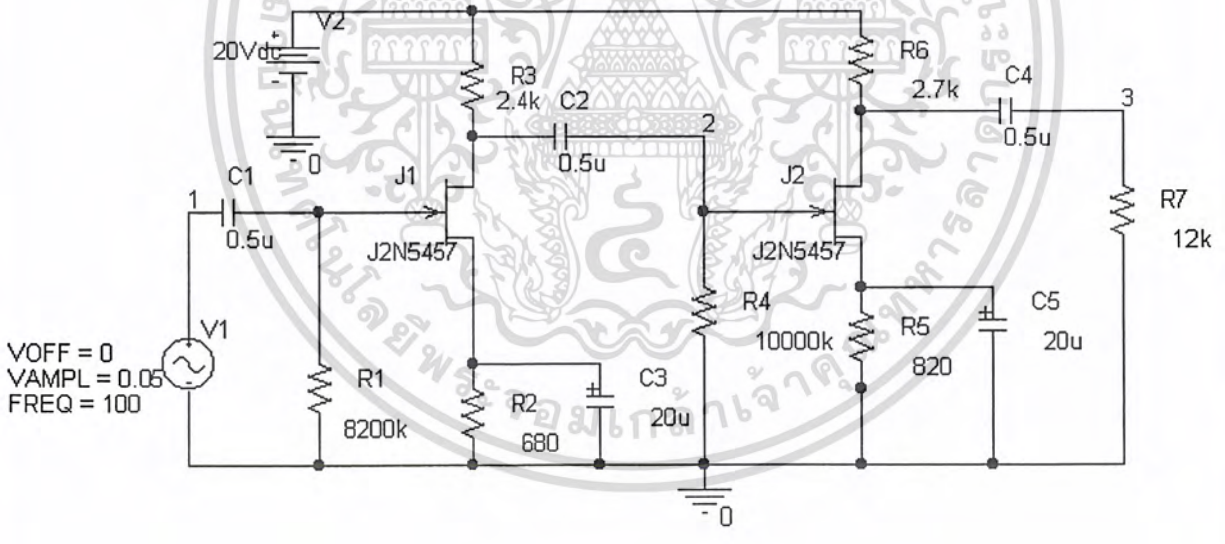
1. วงจรขยายคาสเคดแบบ FET

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 10.1

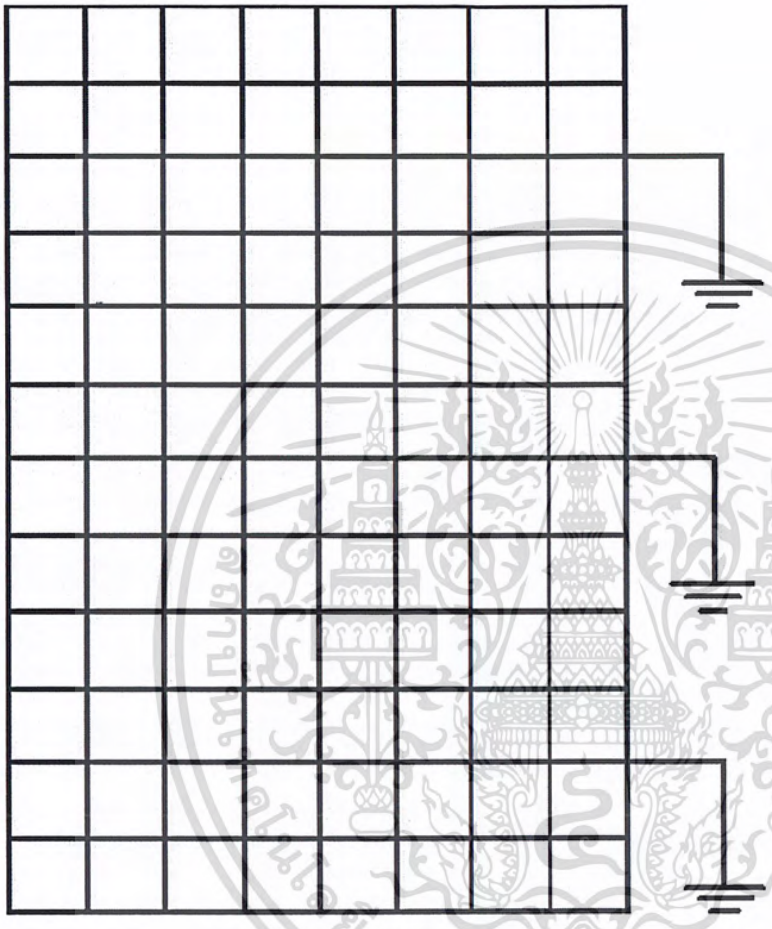
1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2 และ 3) บันทึก สัญญาณ ลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย



รูปที่ 10.1 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

Vout(V3) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

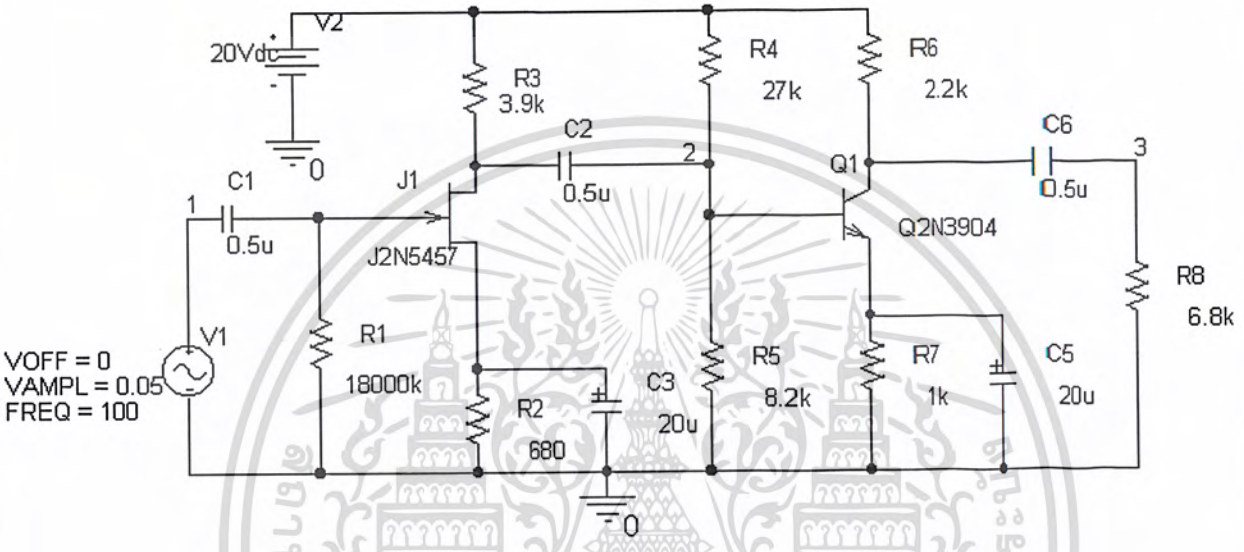
2. วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 10.2

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2 และ 3) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 2 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

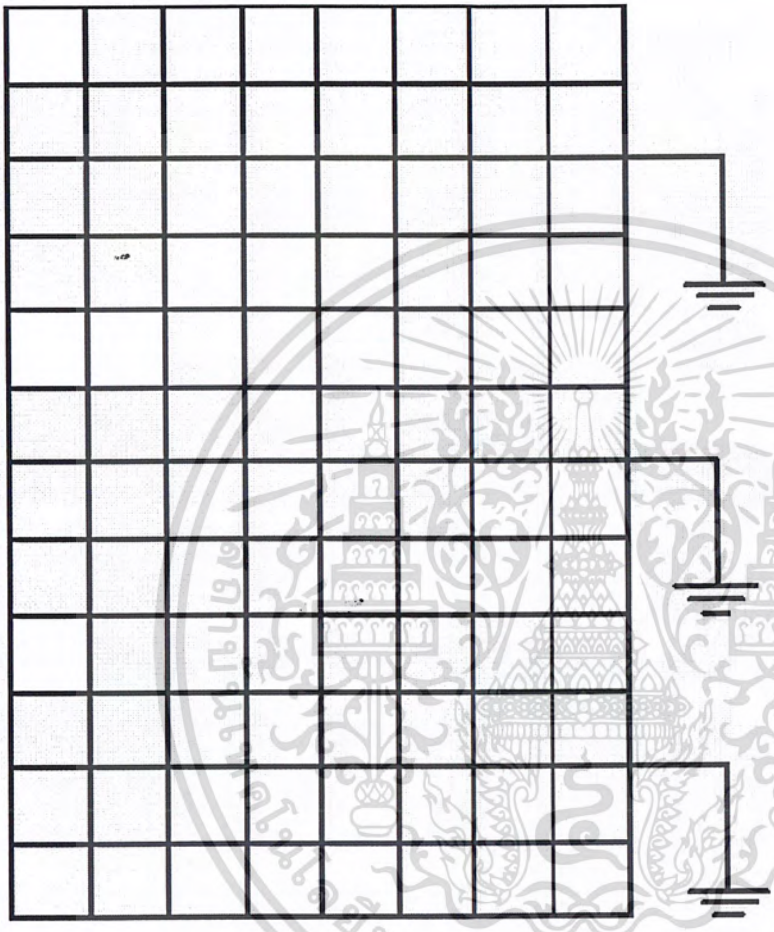
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.2 วงจรขยายคาสเคดแบบ FET ผสมทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 5 / 7
	ใบงานที่ 10.	สอนครั้งที่.....
	วงจรขยายคาสเคดแบบ FET	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

Vout(V3) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. การนำวงจรขยายแบบเฟทและวงจรขยายแบบทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมใช้งานร่วมกัน (cascade) มีประโยชน์อย่างไร

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจร Relaxation Oscillator หรือ Pulse Trigger Circuit
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

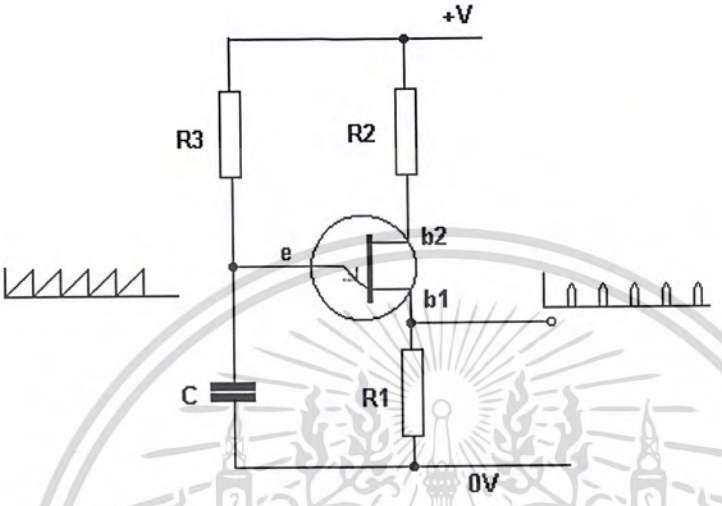
วงจร Relaxation Oscillator หรือ Pulse Trigger Circuit

เราสามารถนำ UJT มาทำงานเป็น oscillator หรืออีกนัยหนึ่งคือตัวสร้าง trigger pulse ไปกระตุ้น gate ให้ SCR ทำงานดังรูปที่ 11.1 เมื่อจ่ายแรงดัน +V แก่วงจรตัวเก็บประจุ C จะถูก charge ด้วยกระแสจาก V ผ่าน R3 จนกระทั้งแรงดันตกคร่อม C หรือ emitter voltage สูงขึ้นถึงค่า peak point voltage หรือ Vp UJT ก็ turn on. C จึง discharge ผ่าน R1 ซึ่ง discharge จน emitter voltage ลดลงเหลือประมาณ 2 V ทำให้ emitter voltage หยุดการ conduct UJT จะ turn off. Cycle ต่อไปก็เริ่มขึ้น และช่วง period ของการ oscillator หรือเขียนแทนว่า "T" ยังไม่ขึ้นอยู่กับแรงดันที่ให้กับวงจร (supply voltage) กับค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$T = \frac{1}{f} \cong R3C1 \ln \frac{1}{1-\eta} = 2.3R3C1 \log \frac{1}{1-\eta}$$

intrinsic standoff ratiop หรือ η มีค่า nominal ประมาณ 0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.1 ตัวอย่างวงจร Relaxation Oscillator

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

วงจร Relaxation Oscillator หรือ Pulse Trigger Circuit

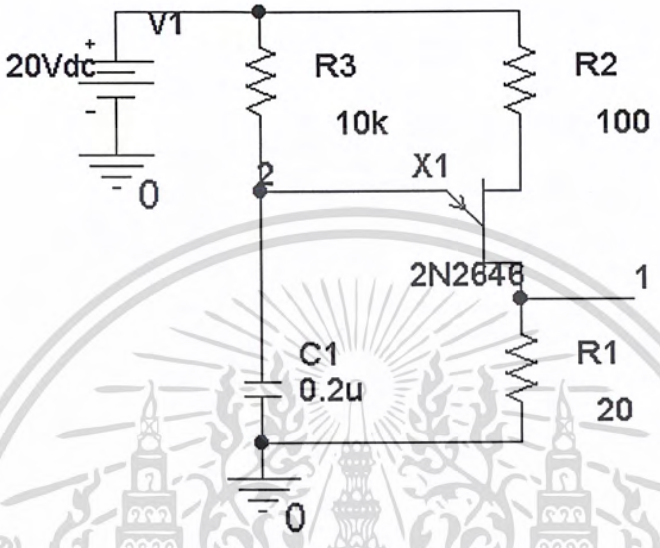
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 11.2

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) และ VE(จุดที่ 2) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.2 วงจร Relaxation Oscillator

VE(V2) = ...Vp-p

Vout(V1) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. unijunction transistor (UJT) ทำหน้าที่ต่างจาก junction transistor ที่เป็นตัวขยายสัญญาณ โดย UJT ทำหน้าที่อะไรอธิบายพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 9
	ใบงานที่ 12.	สอนครั้งที่.....
	วงจรออปแอมป์พื้นฐาน	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรการทำงานชนิดลูปเปิด	วันที่...../...../.....

วัตถุประสงค์

1.เพื่อแสดงให้เห็นการทำงานพื้นฐานของวงจรออปแอมป์ชนิดลูปเปิด

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (วงจรคอมพาราเตอร์)

การทำงานเป็นคอมพาราเตอร์ในขณะเปิดลูปนั้น ออปแอมป์จะสามารถเปรียบเทียบระดับสัญญาณระหว่างขั้วอินพุททั้งสองได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยใช้หลักเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างขั้วอินพุท ซึ่งอธิบายได้ว่า เมื่อแรงดันที่ขั้วลบมีค่าเป็นบวกสูงกว่าแรงดันอินพุทที่ขั้วบวกสัญญาณเอาท์พุทจะเป็นลบ และมีขนาดเกือบเท่ากับ - VCC จากแหล่งจ่ายไฟ

2. วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

จากคุณสมบัติของคอมพาราเตอร์ เราสามารถนำออปแอมป์มาประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจวัดแรงดันของสัญญาณที่เปลี่ยนไปโดยให้แรงดันที่ขั้วอินพุทขั้วหนึ่งเป็นจุดอ้างอิง ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่แรงดันที่ป้อนให้แก่อีกขั้วหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไป แรงดันที่เอาท์พุตก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย โดยเราให้แรงดันดันอ้างอิงเท่ากับศูนย์ที่ขั้วบวกของอินพุท ดังนั้น เมื่ออินพุทที่ขั้วลบสูงกว่าศูนย์แรงดันที่เอาท์พุทก็จะมีขนาดเป็น - VCC และจะเป็น +VCC เมื่อแรงดันลดต่ำกว่าศูนย์

3. วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ

วงจรคอมพาราเตอร์อาจจะถูกใช้เป็นวงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณสองตัว ซึ่งแต่ละตัวอาจจะมีความถี่ไม่แน่นอน นั่นคือ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น เมื่อใดก็ตามที่เฟสและขนาดของสัญญาณอินพุททั้งสองตรงกัน เอาท์พุทของออปแอมป์จะมีค่าเป็นศูนย์ทันที

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1.วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (วงจรคอมพาราเตอร์)

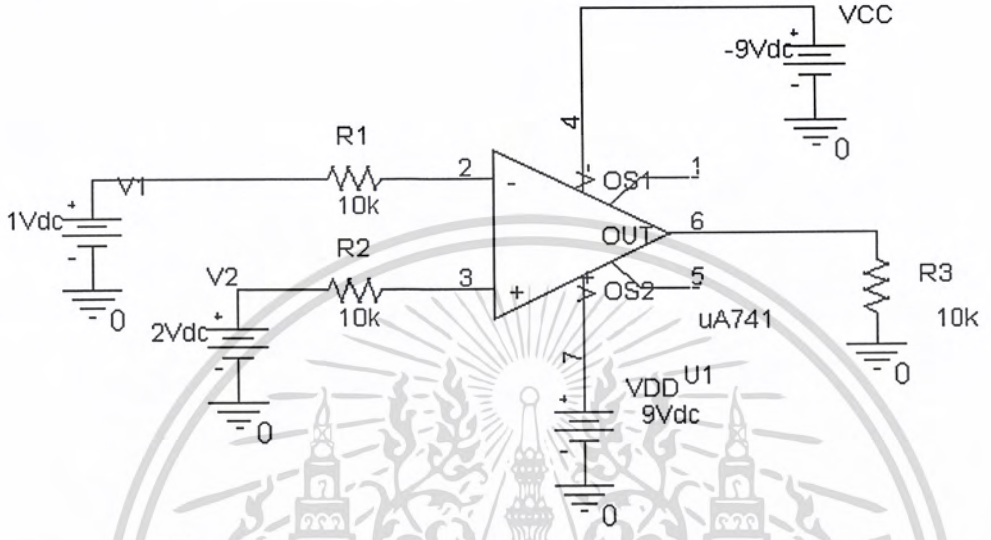
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD

1.2 สร้างวงจรตามรูปที่ 13.1

1.3 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 และ V2 ตามตารางที่13.1 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (วงจรคอมพาราเตอร์)

Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Vout
1	2	
2	1	
0	0	
1	-1	
-1	1	
-1	-2	
-2	-1	

ตารางที่ 1

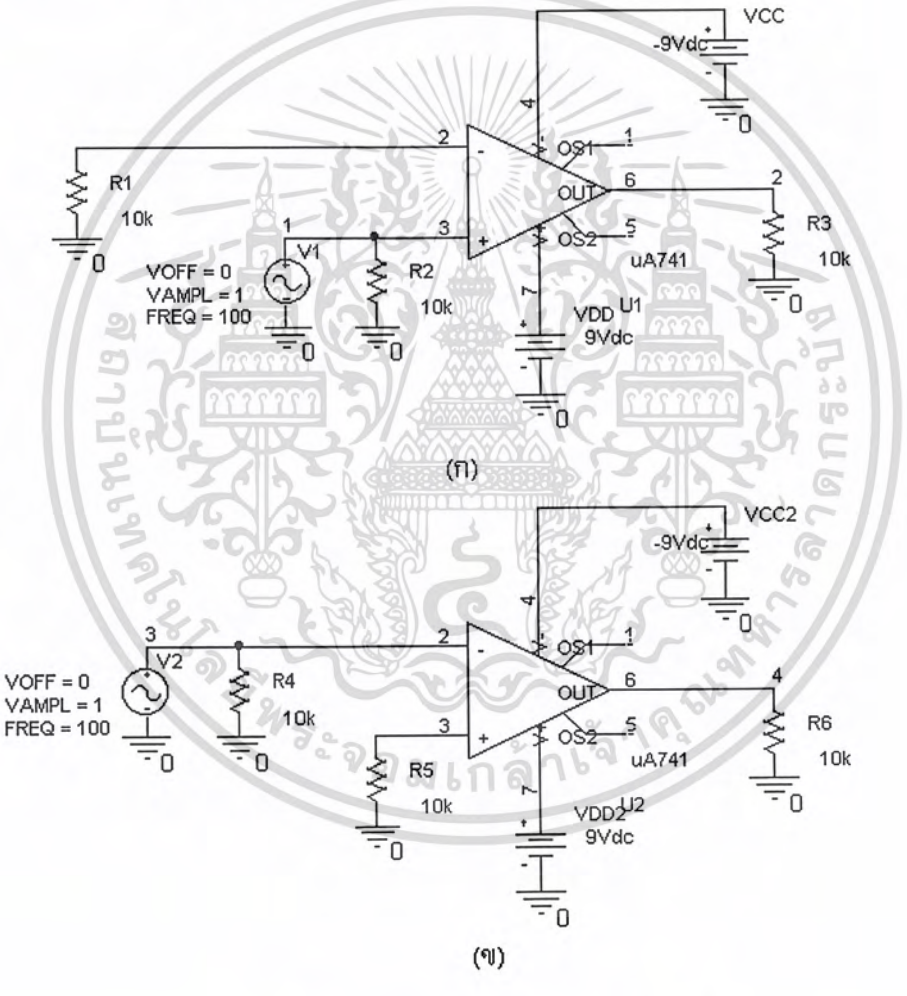
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

2.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 13.2

2.2 ทดลองให้ใส่อินพุท sine แรงดัน 1 Vp ความถี่ 100 Hz และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2



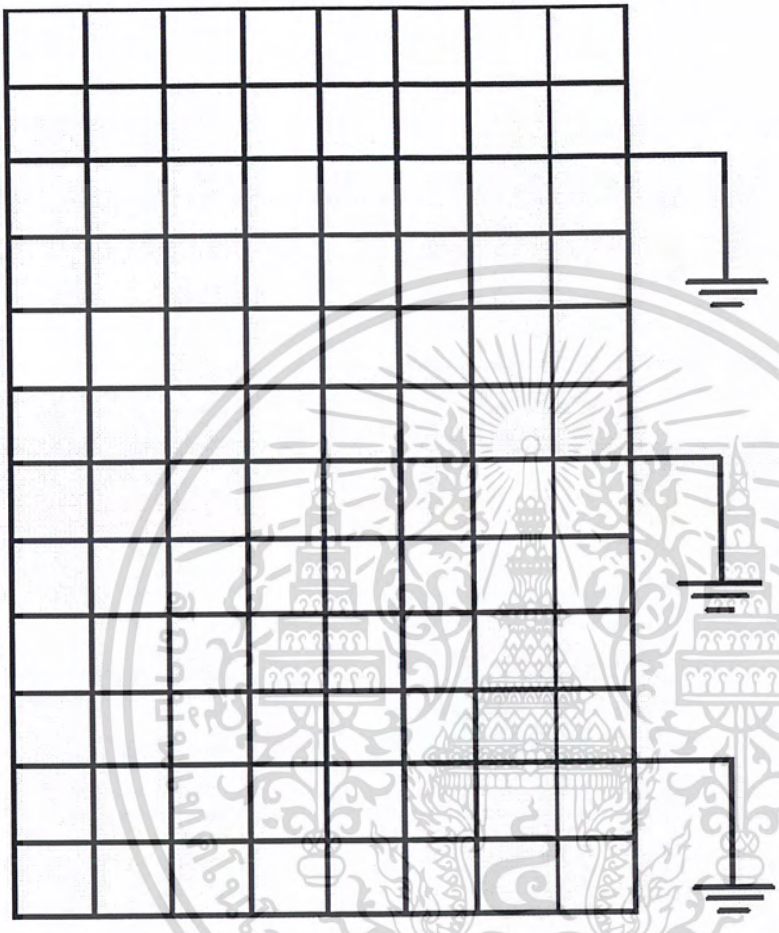
รูปที่ 13.2 วงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์

(ก) อินพุทขั้วบวก

(ข) อินพุทขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 4 / 9
	ใบงานที่ 12.	สอนครั้งที่.....
	วงจรออปแอมป์พื้นฐาน	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรการทำงานชนิดลูปเปิด	วันที่...../...../.....



Vin(V1) = ...Vp-p

Vout(V2) = ...Vp-p

Vout(V4) = ...V

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

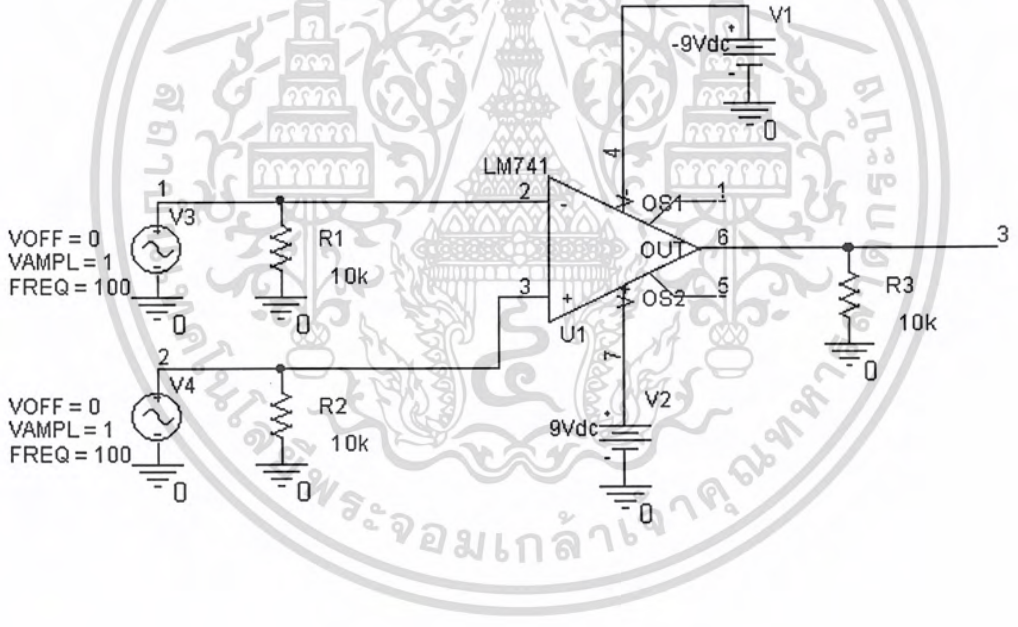
3. วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ

3.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 13.3

3.2 ทดลองให้ใส่อินพุท sine ที่ V1 และ V2 ตามตารางที่ 3

3.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

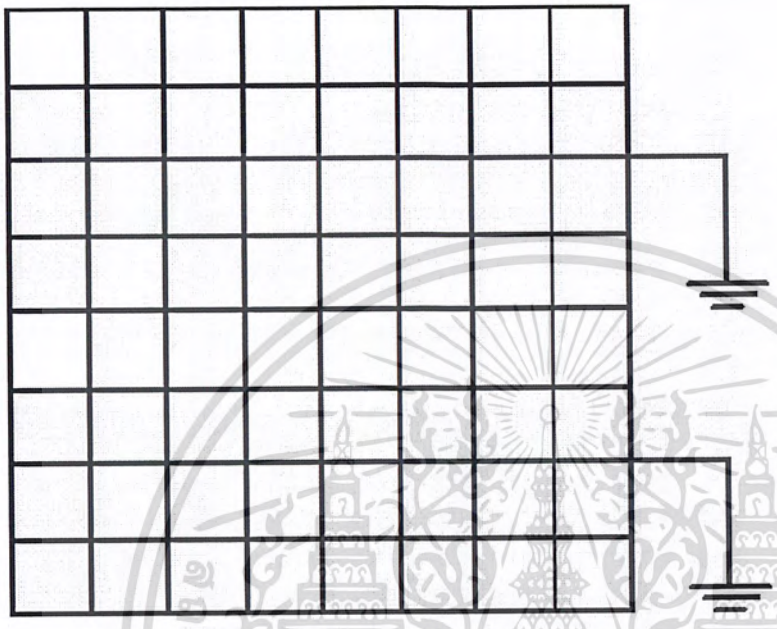
3.4 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 3



รูปที่ 13.3 วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 9
	ใบงานที่ 12.	สอนครั้งที่.....
	วงจรออปแอมป์พื้นฐาน	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรการทำงานชนิดลูปเปิด	วันที่...../...../.....

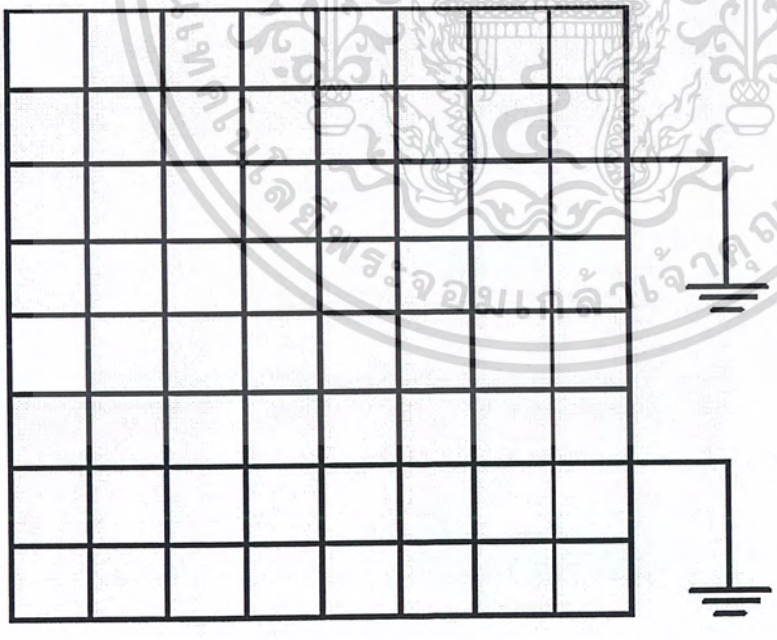


Vin(V1) = 2 Vp

Vin(V2) = 1 Vp

ความถี่ 100 Hz

Vout(V3) = ...Vp-p



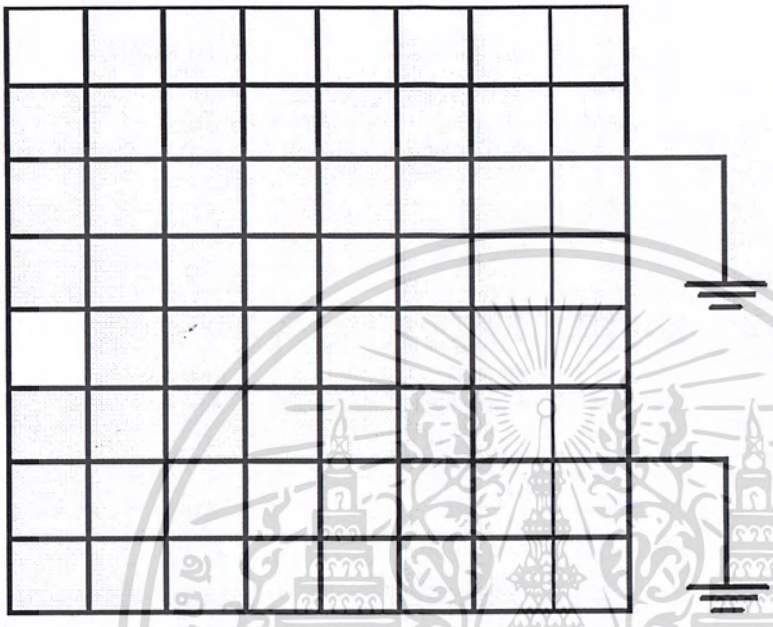
Vin(V1) = 1 Vp

Vin(V2) = 2 Vp

ความถี่ 100 Hz

Vout(V3) = ...Vp-p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = 1 Vp

Vin(V2) = 1 Vp

ความถี่ 100 Hz

Vout(V3) = ...Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 8 / 9
	ใบงานที่ 12.	สอนครั้งที่.....
	วงจรออปแอมป์พื้นฐาน	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรการทำงานชนิดลูปเปิด	วันที่...../...../.....

1.จากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (วงจรคอมพาราเตอร์) จงอธิบายผลการทดลองที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากวงจรตรวจวัดสัญญาณรูปซายน์ จงอธิบายความแตกต่างระหว่างวงจรรูป (ก) และ (ข)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ จงอธิบายผลการทดลองที่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อแสดงให้เห็นการทำงานพื้นฐานของวงจรออปแอมป์ชนิดลูปปิด

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

จากรูปการทดลองที่ 14.1 แสดงวงจรขยายกลับเฟสแบบมาตรฐาน ซึ่งวิธีที่ใช้เป็นแบบลูปปิด เรียกว่า 'การป้อนกลับแบบลบ' โดยนำเอาท์พุทซึ่งกลับเฟสกับอินพุทมาป้อนที่จุดอินพุทอีกที ผลก็คือ วงจรภายในออปแอมป์จะพยายามปรับเอาท์พุทจนกระทั่งความต่างศักย์ระหว่างอินพุทเข้าใกล้ศูนย์ (แต่ต้องเข้าใจว่า แรงดันระหว่างอินพุทจะต้องไม่เท่ากับศูนย์พอดี มิฉะนั้นเอาท์พุทก็จะเท่ากับศูนย์โวลท์ด้วย กล่าวคือ ผลต่างระหว่าง Vin และบางส่วน Vout ที่ขั้วอินพุทลบเพียงมีค่าต่ำพอที่จะทำให้เกิดแรงดันเอาท์พุทได้พอดีเท่านั้น)

จากสมการของอัตราขยายแรงดัน Av :

$$Av = Vout / Vin$$

เราจะพิสูจน์ให้เห็นว่า ค่าขยายแรงดัน Av ของออปแอมป์เมื่อนำไปใช้ในโหมดของลูปปิด จะสามารถหาได้ด้วยสมการ

$$Av = - (R2 / R1)$$

2. วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

จากรูปการทดลองที่ 14.2 แสดงวงจรขยายกลับไม่เฟสแบบมาตรฐาน เมื่อแรงดันอินพุทจะถูกป้อนเข้าที่ขั้วบวก (ในขณะที่สัญญาณอินพุทในวงจรชนิดอินเวอร์ติ้งจะถูกป้อนเข้าที่ขั้วลบ) และมีแรงดันตกคร่อม R1 (VR1) จากคุณสมบัติของออปแอมป์ที่ว่า ศักดาที่ขั้วอินพุทลบจะถูกบังคับให้มีขนาดเข้าใกล้ศักดาที่ขั้วอินพุทบวกเสมอ จะได้ว่า

$$Vin = VR1$$

ดังนั้น จะได้

$$Av = Vout / VR1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเนื่องจาก VR1 เกิดจากการแบ่งแรงดันของ Vout จะได้

$$VR1 = Vout(R1/(R2+R1))$$

เมื่อจัดสมการใหม่ จะได้

$$Vout / VR1 = (R2 + R1) / R1$$

หรือ $$Av = Vout / VR1 = (R2/R1)+1$$

นั้นคือ $$Vout = Vin ((R2 / R1) + 1)$$

3. วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer)

ในบางครั้ง เราอาจต้องการวงจรออปแอมป์ซึ่งให้อัตราขยายเท่ากับหนึ่ง เพื่อนำไปใช้เป็นบัฟเฟอร์ ในกรณีนี้สามารถใช้วงจรนันอินเวอร์ติ้ง หรือ ชนิดอินเวอร์ติ้งก็ได้ ดังรูปการทดลองที่ 14.3 (ก) และ 14.3 (ข) ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

จากรูป 14.3 (ก) เมื่อ RF มีค่าเท่ากับศูนย์ อัตราขยายแรงดันจะมีค่าเป็น

$$Av = (RF / Rin) + 1 = (0 / Rin) + 1 = 1$$

โดยที่แรงดันเอาท์พุทจะมีเฟสตรงกับอินพุท และยังมีขนาดเท่ากับอินพุทอีกด้วย แต่เมื่อใช้วงจรอินเวอร์ติ้งแอมป์เป็นวงจรตามแรงดันดังรูป 14.3 (ข) จะพบว่า อัตราขยายมีค่า

$$Av = - (RF / Rin) = - (10 k / 10k) = -1$$

$$RF = R5$$

$$Rin = R4$$

นั้นคือ แรงดันเอาท์พุทจะกลับเฟส 180 องศา เทียบกับอินพุท แต่จะมีขนาดเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของการใช้วงจรอินเวอร์ติ้ง คือ อินพุทอิมพิแดนซ์ของวงจรจะมีค่าลดลงเหลือเพียงเท่ากับความต้านทานของRin (10 k Ohm) ส่วนตัวต้านทาน Rx ที่ขั้วบวกมีไว้เพื่อลดกระแสออฟเซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อินพุท (ทำให้เกิดสมดุลที่ขั้วอินพุททั้งสอง) ค่า Rx นี้ควรมีค่าประมาณ Rin ขนานกับ RF (Rin // RF) ในวงจร Rx = R3

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

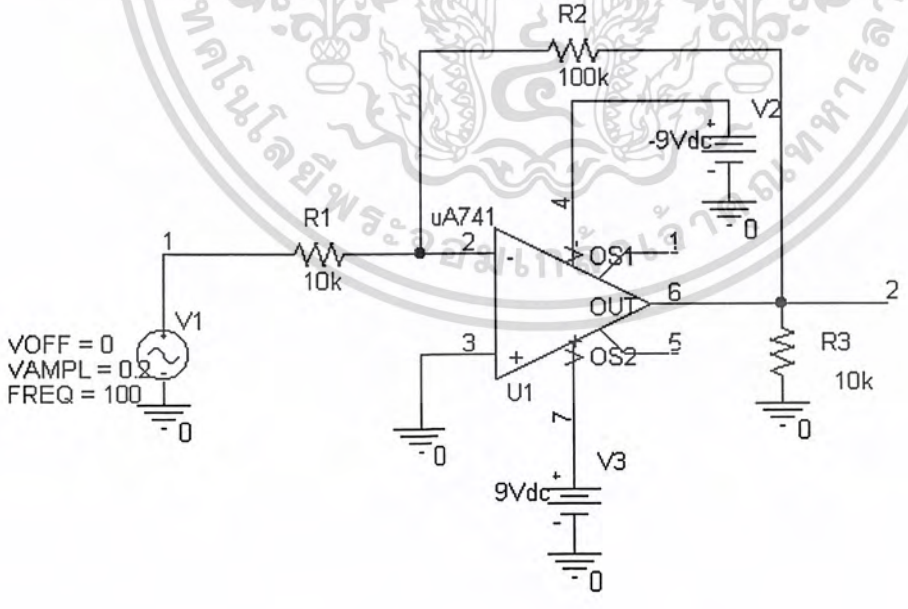
1. วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD

1.2 สร้างวงจรตามรูปที่ 14.1

1.3 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 ตามตารางที่ 1 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

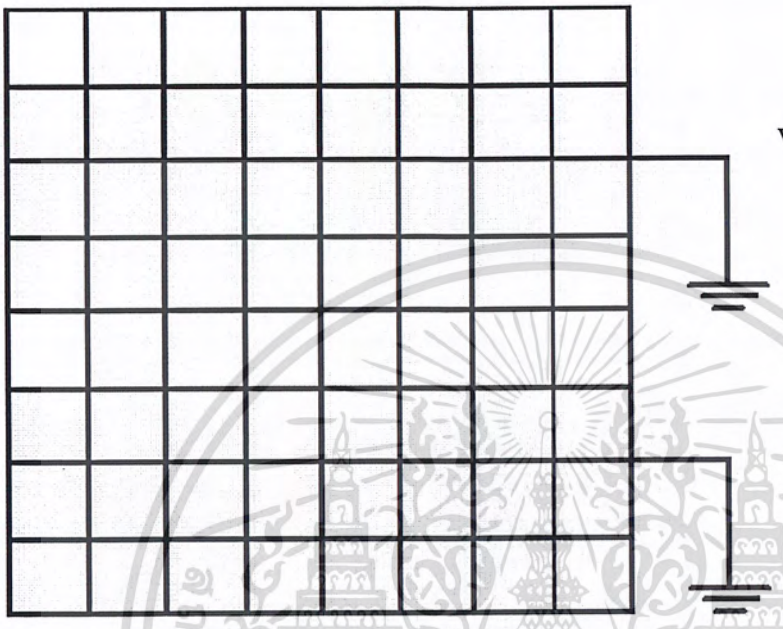
1.4 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1



รูปที่ 14.1 วงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์)

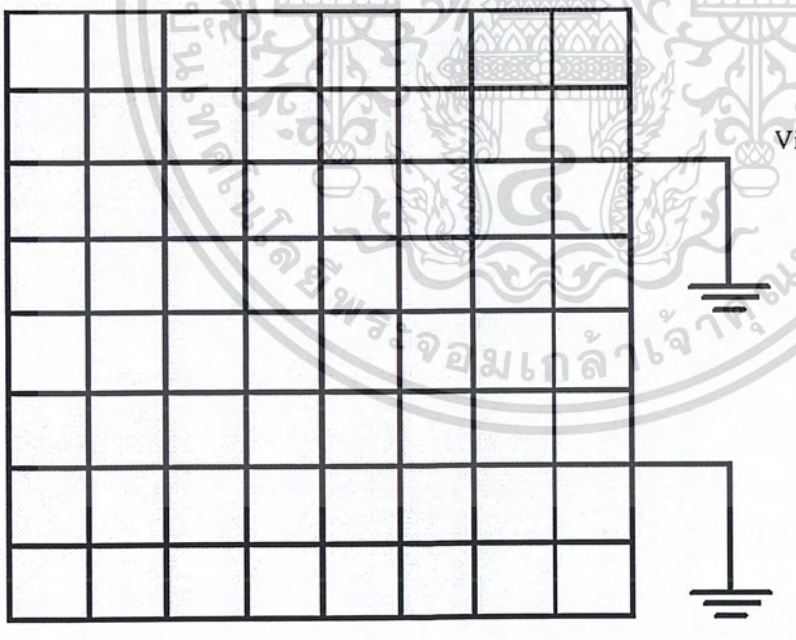
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 4 / 11
	ใบงานที่ 13.	สอนครั้งที่.....
	วงจรออปแอมป์พื้นฐาน	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ	วงจรการทำงานชนิดลูปปิด	วันที่...../...../.....



Vin(V1) = 0.3 Vp

Vout(V2) = ...Vp-p



Vin(V1) = -0.3 Vp

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 1

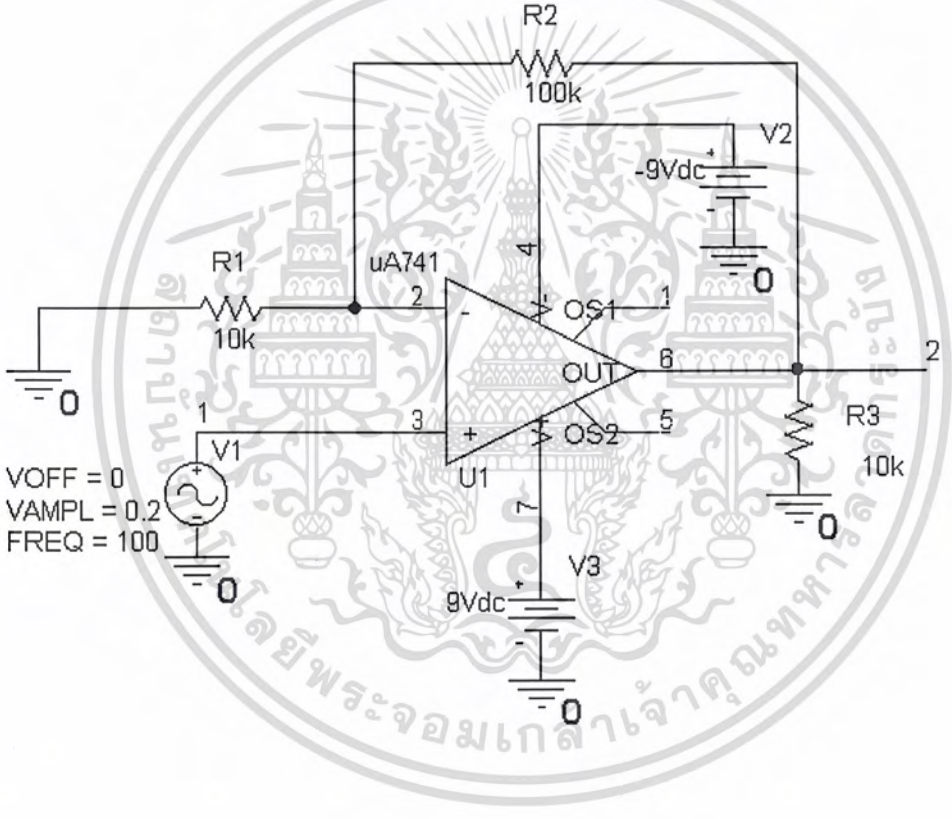
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

2.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 14.2

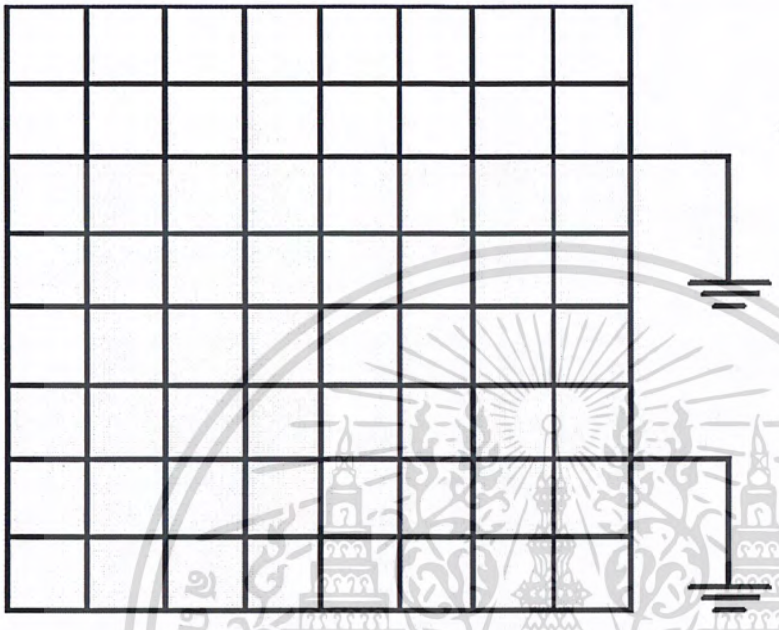
2.2 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 ตามตารางที่ 2 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2



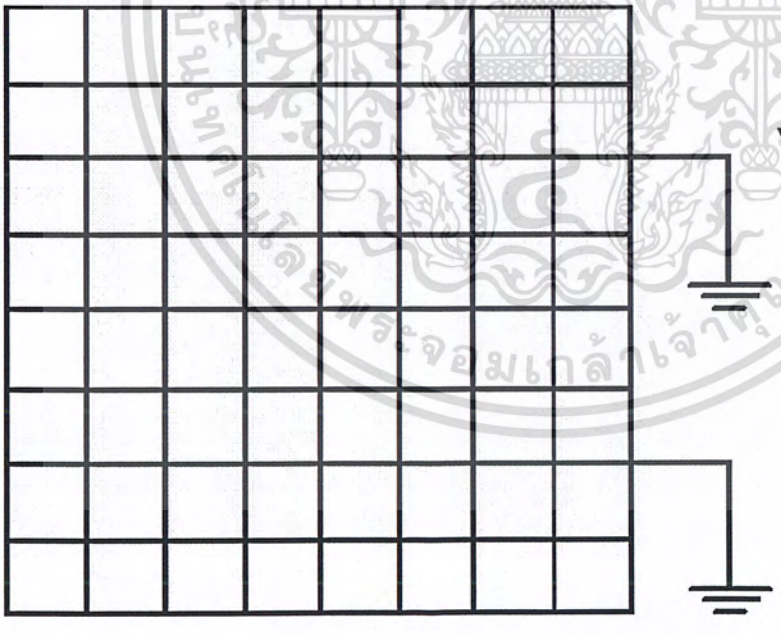
รูปที่ 14.2 วงจรขยายกลับไม่เฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Vin(V1) = 0.3 Vp

Vout(V2) = ...Vp-p



Vin(V1) = -0.3 Vp

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 2

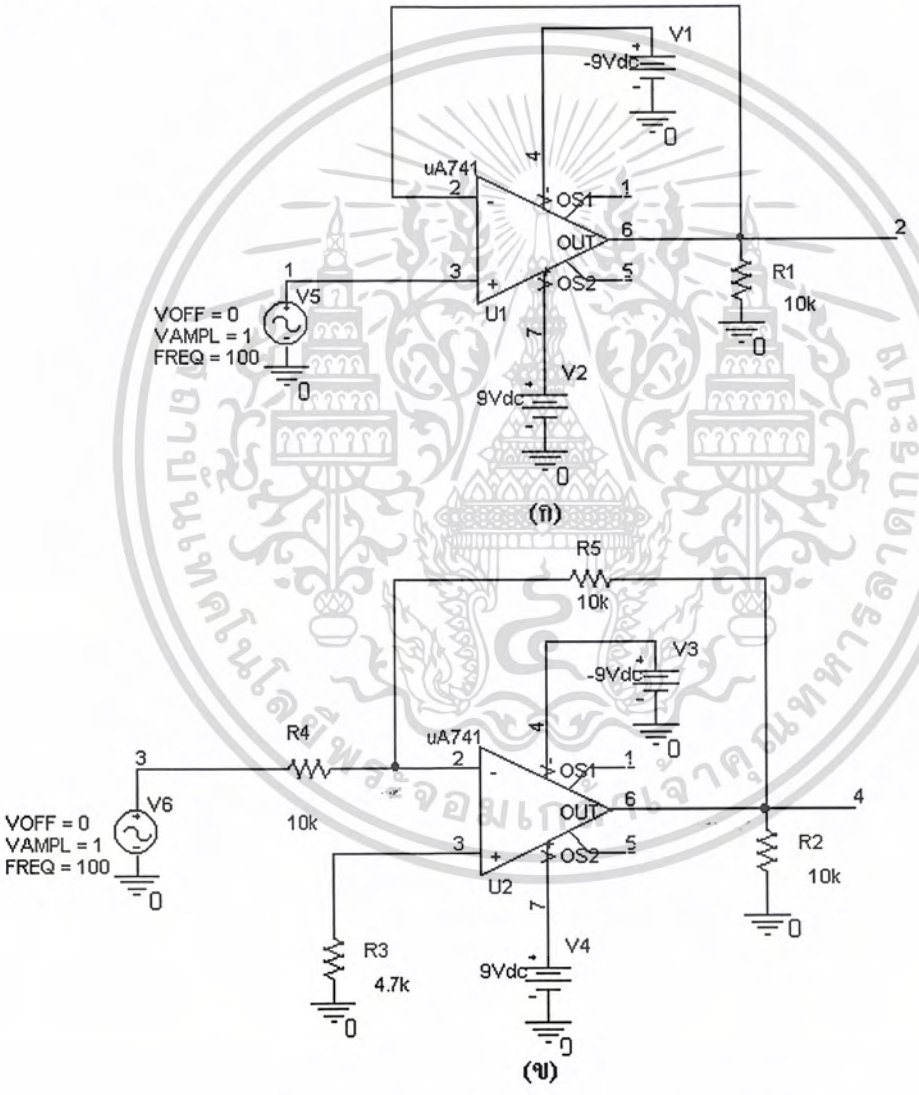
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer)

3.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 14.3

3.2 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 ตามตารางที่ 3 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

3.3 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 3



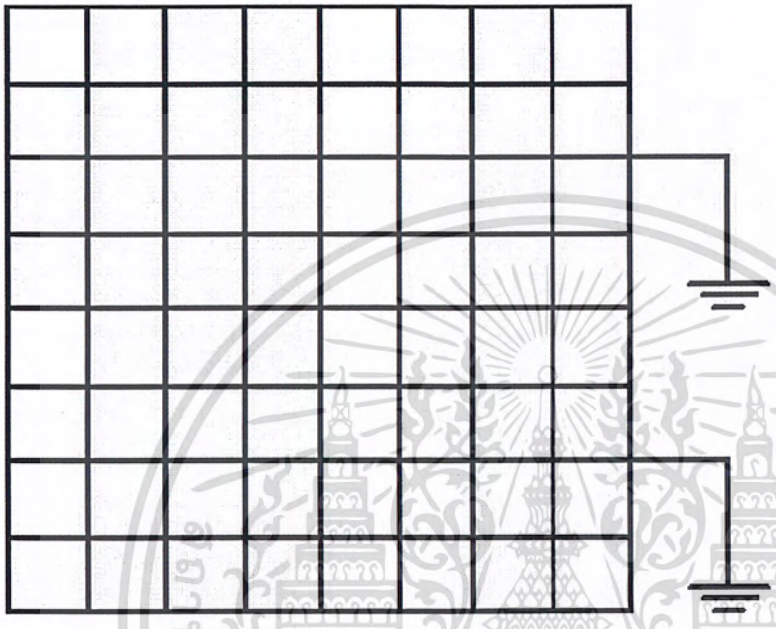
รูปที่ 14.3 วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower OR Buffer)

(ก) อินพุทขั้วบวก

(ข) อินพุทขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) อินพุทขั้วบวก



Vin(V1) = 1Vp

Vout(V2) = ...Vp-p

(ข) อินพุทขั้วลบ

Vin(V1) = 1 Vp

Vout(V2) = ...Vp-p

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์) รูปที่ 14.1 จงทำการปรับ Vin(V1) จนได้เอาท์พุทที่มีขนาดสูงสุดและไม่ผิดเพี้ยน (นั้นคือ เอาท์พุทจะเป็รูปคลื่นซายน์ที่มีแอมปลิจูดสูงสุดเท่าที่จะทำได้) บันทึก Vin(V1) และ Vout(V2) จากยอดถึงยอด และหาอัตราขยายแรงดันของ Vin และ Vout ด้วยจาก Av = Vout / Vin

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากวงจรขยายไม่กลับเฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์) รูปที่ 14.2 จงทำการปรับ Vin(V1) จนได้เอาท์พุทที่มีขนาดสูงสุดและไม่ผิดเพี้ยน (นั้นคือ เอาท์พุทจะเป็รูปคลื่นซายน์ที่มีแอมปลิจูดสูงสุดเท่าที่จะทำได้) บันทึก Vin(V1) และ Vout(V2) จากยอดถึงยอด และหาอัตราขยายแรงดันของ Vin และ Vout ด้วยจาก Av = Vout / Vin

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จงเปรียบเทียบความแตกต่างของเอาท์พุทที่ได้จากการทดลองระหว่างวงจรขยายกลับเฟส (อินเวอร์ติ้งแอมป์) และวงจรขยายไม่กลับเฟส (นันอินเวอร์ติ้งแอมป์)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า . ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 1 / 6
	ใบงานที่ 14.	สอนครั้งที่……
	วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……/……../…….

วัตถุประสงค์

1. เพื่อแสดงว่าอัตราขยายของวงจรรวม เกิดจากผลคูณของอัตราขยายของวงจรในแต่ละขั้น และศึกษาความสัมพันธ์ของเฟส
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น

จากที่ได้ทดลองมา วงจรขยายทั้งสองชนิดจะมีการขยายที่แตกต่างกันโดยในใบงานนี้จะเป็นการทดลอง เพื่อแสดงว่าอัตราขยายของวงจรรวม เกิดจากผลคูณของอัตราขยายของวงจรในแต่ละขั้น

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น

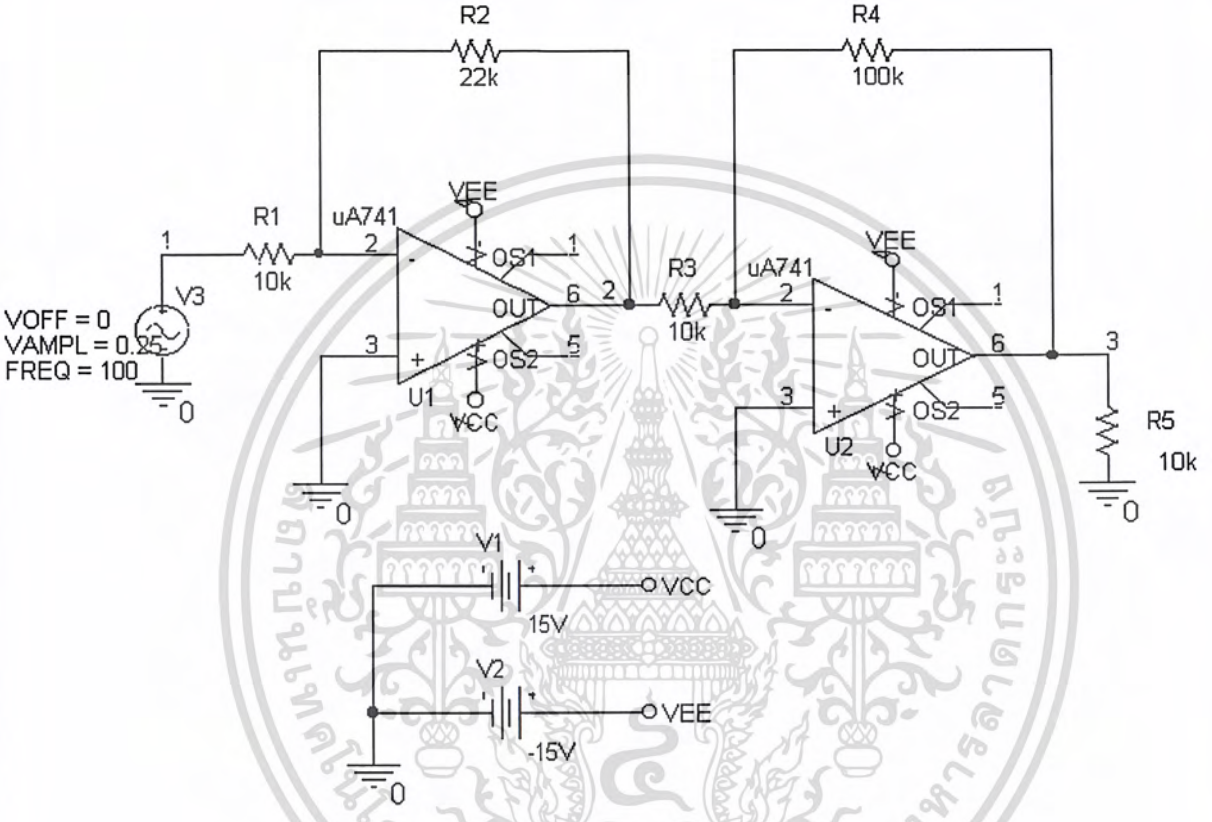
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 14.1

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vin(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2 และ 3) บันทึก สัญญาณลงในตารางที่ 1 พร้อมอ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไปด้วย

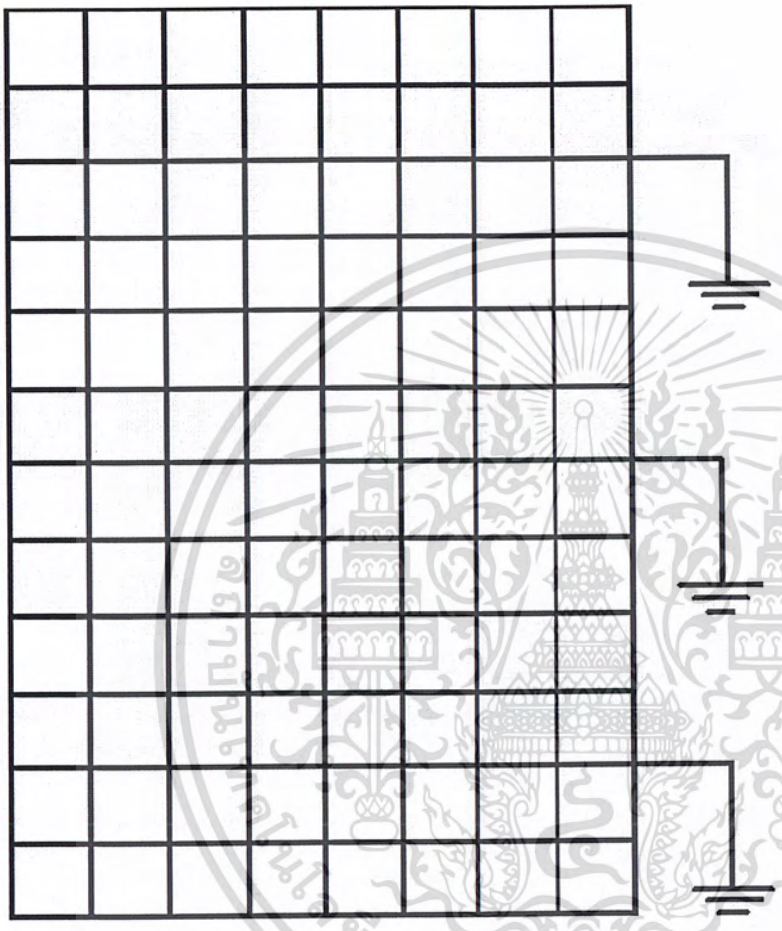
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14.1 วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 3 / 6
	ใบงานที่ 14.	สอนครั้งที่……
	วงจรขยายออปแอมป์ชนิดสองชั้น	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……/……../…….



Vin(V1) = ……Vp-p

Vout(V2) = ……Vp-p

Vout(V3) = ……Vp-p

ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากที่ได้ทดลองมา จงคำนวณหาค่าอัตราขยายรวมของวงจรการทดลองในรูปที่ 14.1 และเปรียบเทียบกับอัตราขยายที่ได้จากการทดลอง

……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. สามารถประยุกต์ใช้งานวงจรออปแอมป์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรบวกแรงดัน

จากรูปที่ 15.1 แสดงวงจรบวกแรงดัน การทำงานของวงจรชนิดนี้ สามารถอธิบายโดยใช้หลักว่า ผลรวมเชิงพีชคณิตของกระแส ณ. จุดกราวด์เสมือนจะทำให้แรงดันเอาท์พุทซึ่งมีขนาดผลคูณของ RF (R3) กับผลรวมของกระแสเหล่านี้ ดังนั้น แรงดันเอาท์พุท จึงเปรียบเสมือนผลรวมเชิงพีชคณิตของแรงดันอินพุททั้งหมดด้วย

จะได้

$$\mathbf{Vout = - ((RF/R1)V1 + (RF/R2)V2 + \ldots + (RF/Rn)Vn)}$$

เมื่อ R1 = R2 = RF = … = Rn จะได้

$$\mathbf{Vout = - (V1 + V2 + \ldots + Vn)}$$

2. วงจรลบแรงดัน

จากรูปที่ 15.2 แสดงวงจรลบแรงดันโดยรวมเป็นการรวมวงจรชนิดอินเวอร์ติ้งแอมป์ และนันอินเวอร์ติ้งแอมป์เข้าด้วยกัน ผลคือ เกิดการหักล้างกันที่เอาท์พุทขึ้น (เนื่องมาจากเฟสของวงจรแต่ละชนิดตรงข้ามกัน) และเราสามารถวิเคราะห์สมการสำหรับหา Vout ได้ โดยจะได้

$$\mathbf{Vout = V2 - V1}$$

และ R1 = R2 = RF (R3) = Rg (R4)

ถ้าต้องการวงจรลบแรงดันที่มีอัตราขยาย คือ จะเพิ่ม RF (R3) โดยที่ R1 = R2 จะได้

$$\mathbf{Vout = (RF / R1)(V2 - V1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสังเกตว่าวงจรนี้ทำหน้าที่คล้ายคอมพาราเตอร์ แตกต่างตรงที่สามารถขยายสัญญาณผลต่างได้ (ในขณะที่วงจรคอมพาราเตอร์เพียงแต่สามารถ 'ตรวจจับ' ความแตกต่างเท่านั้น) อย่างไรก็ดี วงจรนี้มีข้อเสียที่มีอินพุทอิมพิแดนซ์ค่อนข้างต่ำในบางครั้ง จึงอาจจำเป็นต้องใช้วงจรตามแรงดันเป็นบัฟเฟอร์ก่อนเข้าวงจรลบแรงดัน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

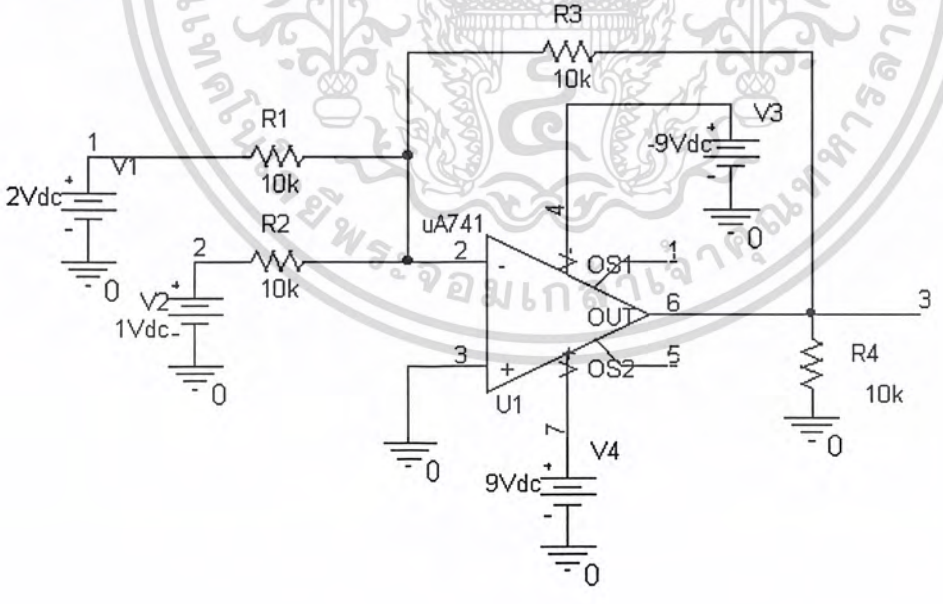
1. วงจรบวกแรงดัน

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD

1.2 สร้างวงจรตามรูปที่ 15.1

1.3 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 และ V2 ตามตารางที่ 1 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1



รูปที่ 15.1 วงจรบวกแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Algebraic Sum
1	1	
1	-1	
2	1	
-1	1	
-1	2	
-2	1	

ตารางที่ 1

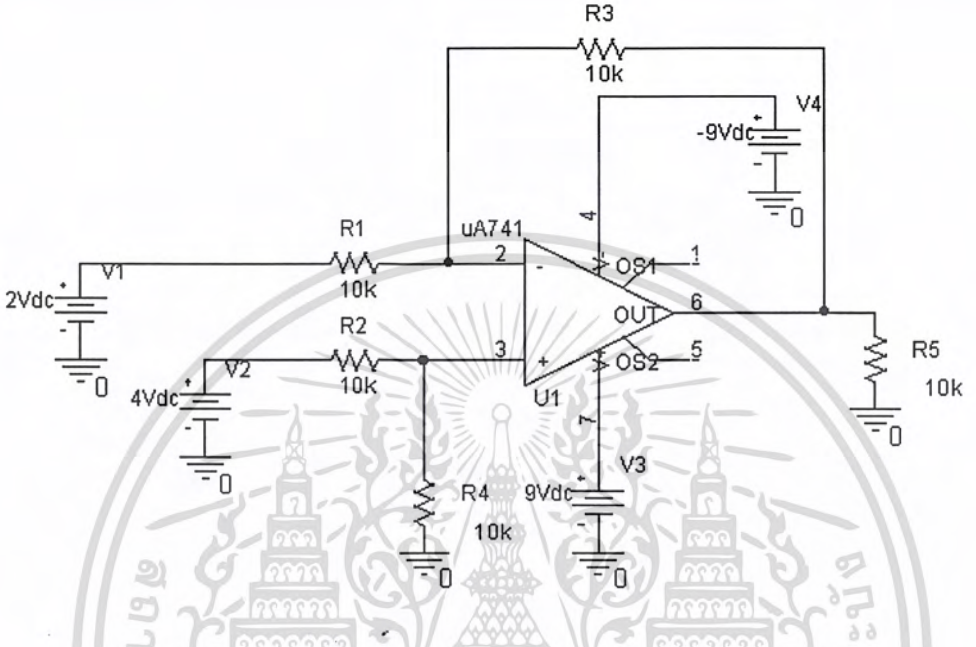
2. วงจรลบแรงดัน

2.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 15.2

2.2 ทดลองให้ใส่อินพุท V1 และ V2 ตามตารางที่ 2 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15.2 วงจรลบแรงดัน

Input Voltage		Output Voltage
V1	V2	Algebraic difference
2	4	
4	2	
4	-2	
-2	4	
-4	2	
2	-4	
-4	-2	
-2	-4	

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูปที่ 15.1 ถ้าต้องการให้ผลรวมที่ได้ถูกขยายขึ้น โดยการเปลี่ยนความต้านทาน RF (R3) = 100 k Ohm จงคำนวณอัตราการขยาย Av และ Vout (V3) จาก Vout = -((RF/R1)V1 + (RF/R2)V2)

……
……
……
……
……
……
……
……

2. จากรูปที่ 15.2 ถ้าต้องการให้ผลรวมที่ได้ถูกขยายขึ้น โดยการเปลี่ยนความต้านทาน RF (R3) = 100 k Ohm จงคำนวณอัตราการขยาย Av และ Vout (V3) จาก Vout = (RF/R1)(V2 - V1)

……
……
……
……
……
……
……
……
……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 5 / 6
	ใบงานที่ 15.	สอนครั้งที่.....
	วงจรประยุกต์ของออปแอมป์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูปที่ 15.1 ถ้าต้องการให้ผลรวมที่ได้ถูกขยายขึ้น โดยการเปลี่ยนความต้านทาน RF (R3) = 100 k Ohm จงคำนวณอัตราการขยาย Av และ Vout (V3) จาก Vout = -((RF/R1)V1 + (RF/R2)V2)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จากรูปที่ 15.2 ถ้าต้องการให้ผลรวมที่ได้ถูกขยายขึ้น โดยการเปลี่ยนความต้านทาน RF (R3) = 100 k Ohm จงคำนวณอัตราการขยาย Av และ Vout (V3) จาก Vout = (RF/R1)(V2 - V1)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 6 / 6
	ใบงานที่ 15.	สอนครั้งที่.....
	วงจรประยุกต์ของออปแอมป์	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. สามารถประยุกต์ใช้งานวงจรออปแอมป์ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณแบบต่างๆได้

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมเป็นวงจรชนิดนึ่งซึ่งอยู่ในตระกูลของวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดอะสเตเบิ้ล (astable) นั่นคือ สัญญาณที่นำออกจากวงจรนี้จะไม่คงที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลา (ระดับสูงหรือต่ำ) โดยปราศจากสัญญาณอินพุทใดๆ วงจรในรูป 16.1 เป็นวงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมแบบพื้นฐาน จะเห็นได้ว่ามีการนำสัญญาณจากเอาท์พุทมาป้อนกลับสองทางสัญญาณเอาท์พุทที่ถูกนำออกมาผ่านตัวต้านทาน R1 เข้าสู่ขั้วอินพุทลบและต่อกับตัวเก็บประจุ C1จะเป็นภาคที่กำหนดความถี่ของคลื่นสี่เหลี่ยมส่วนตัวท้าน R2 และ R3 เป็นภาคที่ใช้กำหนดแรงดันอ้างอิง (Vref) ให้กับขั้วอินพุทบวก จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ถ้าเลือกใช้ R3 ที่มีค่าเป็น 86%ของ R2 ความถี่ของสัญญาณเอาท์พุทรูปคลื่นสี่เหลี่ยม จะหาได้จากสมการ

fout = 1/2R1C1

เมื่อ R3 = 0.86R2

2. วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม

จากาการศึกษาพบว่าเมื่อป้อนแรงดันไฟตรงค่าหนึ่งให้แก่วงจรอินทิเกรเตอร์แล้ว แรงดันเอาท์พุทจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างคงที่ จากหลักการนี้สามารถนำไปสร้างคลื่นสามเหลี่ยมได้โดยแทนที่จะป้อนแรงดันไฟตรงซึ่งจะทำให้เอาท์พุทมีทิศทางเพิ่มขึ้นตลอดเวลา เราจะป้อนคลื่นสี่เหลี่ยมเข้าไป ผลคือ ในช่วงแรกที่คลื่นสี่เหลี่ยมมีค่าเป็นบวก แรงดันเอาท์พุทของอินทิเกรเตอร์จะลดลงอย่างคงที่ เมื่อสี่เหลี่ยมเปลี่ยน สถานะเป็นลบ แรงดันเอาท์พุทจากอินทิเกรเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ด้วยความชันขนาดเท่ากับที่ลดลง จึงทำให้ได้สัญญาณรวมเป็นคลื่นสามเหลี่ยมดังรูปที่ 16.2

ความถี่ของคลื่นสามเหลี่ยมจะเท่ากับความถี่ของสี่เหลี่ยมดังนั้น **fout = 1/2R1C1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรการกำเนิดคลื่นซายน์

หลักสำคัญในการสร้างวงจรกำเนิดคลื่นซายน์ คือ การนำวงจรกรองสัญญาณความถี่บางช่วงมาใช้เป็นภาคเลือกความถี่ของสัญญารออสซิเลท ตัวอย่างเช่น วงจรในการทดลองที่ 3 โดยต่อในลักษณะของวงจรคอมพาราเตอร์ และวงจรกรองความถี่เป็นช่วง โดยยึดหลักที่ว่าคลื่นสี่เหลี่ยมเกิดจากผลรวมของคลื่นหลายชนิด (ในความเป็นจริงแล้ว ควรกล่าวว่าเกิดจากคลื่นซายน์หลายๆ ฮาร์โมนิค) ซึ่งรวมทั้งซายน์หลักโดยใช้วงจรฟิลเตอร์ เอาท์พุทก็จะอยู่ในรูปของสัญญาณซายน์บริสุทธิ์ ส่วนการนำวงจรคอมพาราเตอร์ต่อกับวงจรฟิลเตอร์นั้นก็เพื่อสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมเพื่อนำกลับไปป้อนให้กับวงจรฟิลเตอร์อีกที ทำให้วงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลทออกมาอย่างต่อเนื่อง

จากรูปที่ 16.3 เราสามาร๔คำนวณความถี่ fout จากสมการ

$$fout = 1/2\pi\sqrt{RpR4C1C2}$$

$$Rp = R1 // R3 = R1R3/R1 + R3$$

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

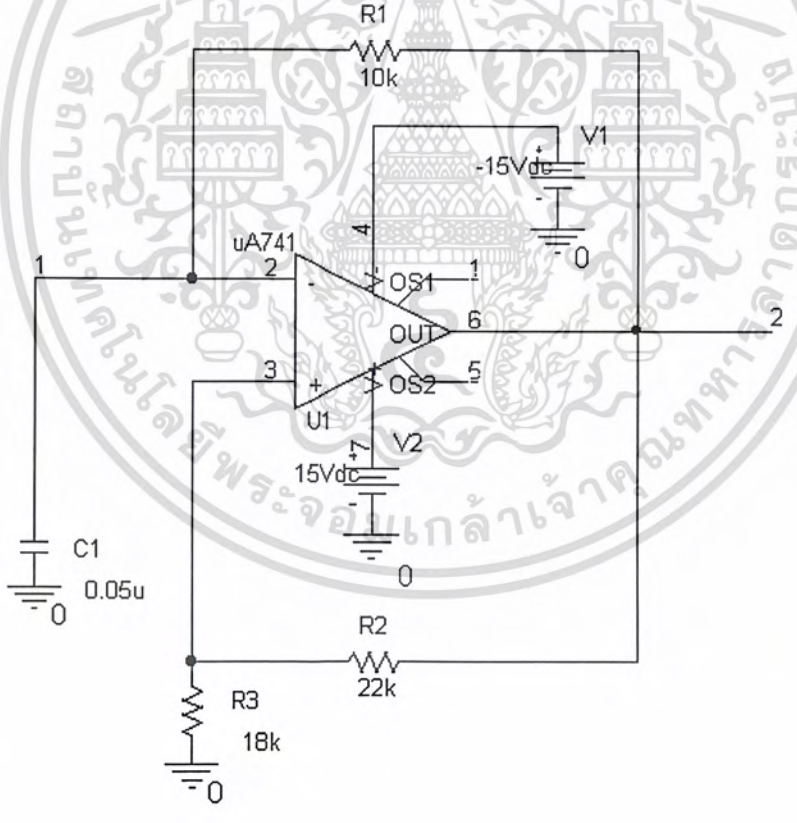
1. วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยม

1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start --> Programs --> OrCAD Relase 9.1 --> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 16.1

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด VC1(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกค่าความถี่ลงใน ตารางที่ 1



รูปที่ 16.1 วงจรกำเนิดคลื่นสี่เหลี่ยมหรือวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R1 (Ohm)	C1 (uF)	fout (Hz)	
		คำนวณ	ทดลอง
10k	0.05		
10k	0.1		
10k	0.01		
22k	0.01		

ตารางที่ 1

2. วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม

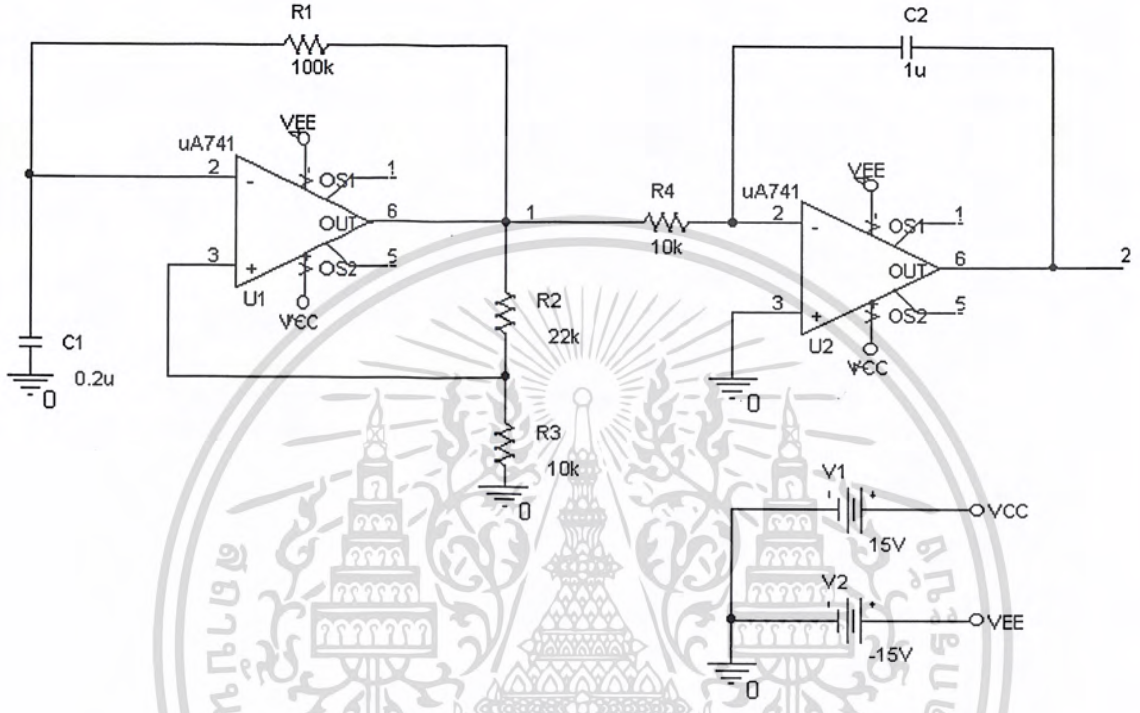
2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 16.2

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vsqr(จุดที่ 1) และ Vout(จุดที่ 2) บันทึกค่าความถี่ลงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 5 / 9
	ใบงานที่ 16.	สอนครั้งที่……
	วงจรกำเนิดสัญญาณ	จำนวน……..ดาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……/……../…….



รูปที่ 16.2 วงจรกำเนิดคลื่นสามเหลี่ยม

R1 (Ohm)	C1 (uF)	fout (Hz)	
		คำนวณ	ทดลอง
100k	0.2		
100k	0.4		
100k	0.01		
220k	0.01		

ตารางที่ 2

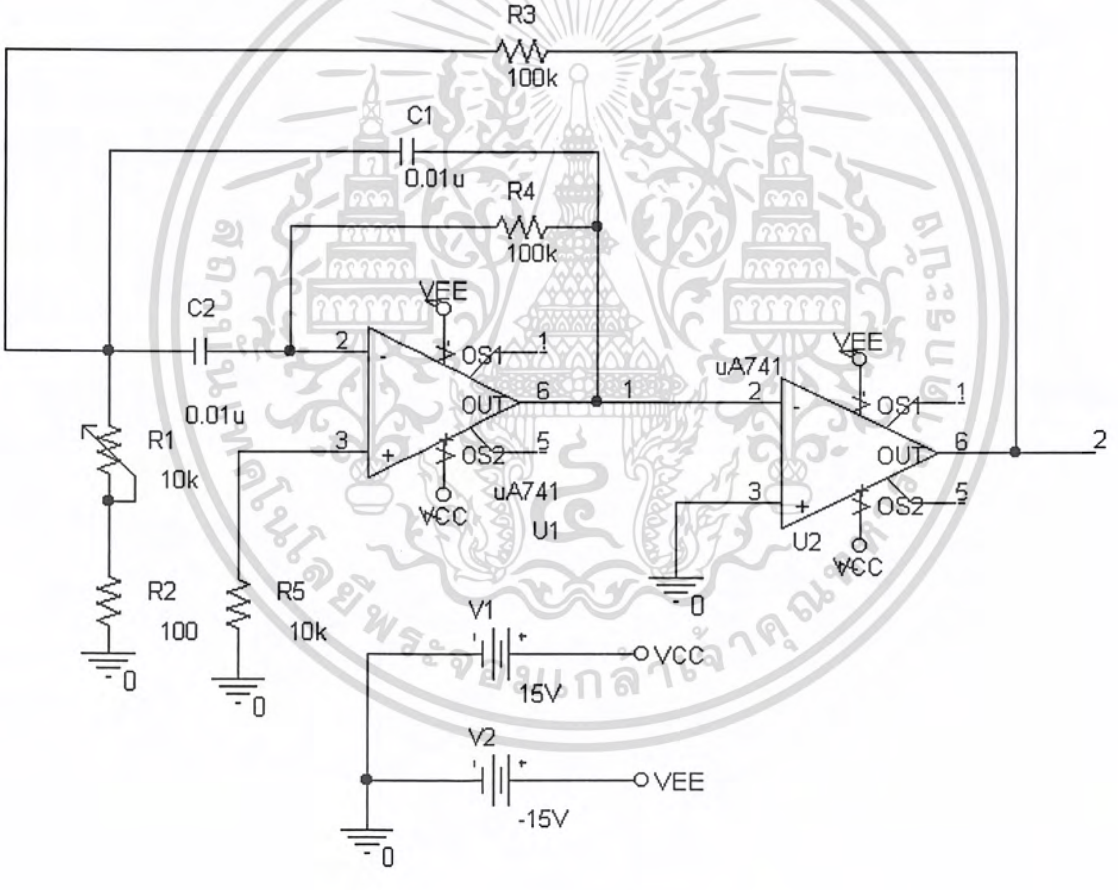
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรการกำเนิดคลื่นซายน์

3.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 16.3

3.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

3.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) และ Vsqr(จุดที่ 2) บันทึกค่าความถี่ลงในตารางที่ 3



รูปที่ 16.3 วงจรการกำเนิดคลื่นซายน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R1 (Ohm)	fout (Hz)	
	คำนวณ	ทดลอง
10k		
20k		
30k		
40k		
50k		

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 8 / 9
	ใบงานที่ 16.	สอนครั้งที่……
	วงจรกำเนิดสัญญาณ	จำนวน……..คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่……/……../…….

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. วงจรกำเนิดสัญญาณสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดบ้างใดบ้าง

……

……

……

……

……

……

……

……

……

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITE	โปรแกรมฝึกทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม OrCAD 9.1	แผ่นที่ 9 / 9
	ใบงานที่ 16.	สอนครั้งที่.....
	วงจรกำเนิดสัญญาณ	จำนวน.....คาบ
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ		วันที่...../...../.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

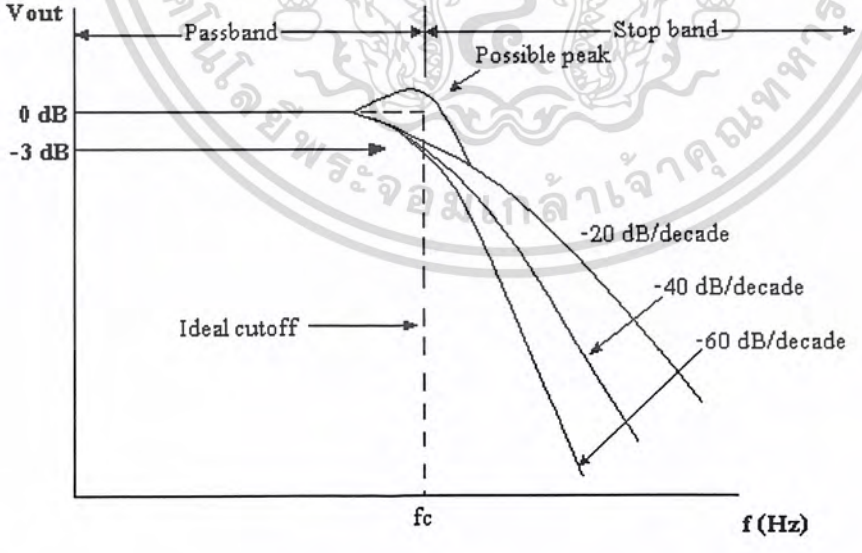
วัตถุประสงค์

1. เพื่อแสดงคุณสมบัติของวงจรในการกำจัดช่วงสัญญาณที่ไม่ต้องการ

เนื้อหาในการทดลอง

1. วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter)

ในอุดมคติ วงจรกรองคว่มถี่ต่ำจะกันไม่ให้สัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าความถี่คัทออฟ (fc) ผ่านเข้าไปในวงจรเลยหากสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า fc เพียงเล็กน้อย แต่ในทางปฏิบัติ ลักษณะของความถี่ที่ถูกกันออกไปนั้นจะไม่เป็นเช่นนั้น แต่จะค่อยๆ ถูกลดอัตราการขยายลงเรื่อยๆ จุที่ความถี่มีค่าเท่ากับ fc ถูกเรียกได้หลายชื่อ เช่น ความถี่ 0.707 (ขนาดของ Vout ลดเหลือเพียง 70.7% เทียบกับ Vin สูงสุด) ความถี่ -3 dB (อัตราการขยายของแรงดันเอาท์พุทลดลง 3 dB) หรือ ความถี่หักมุม เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือ วงจรนี้จะลดทอนขนาดของสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า fc และเรียกช่วงของสัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่า fc ว่า ช่วงที่ผ่านได้ (PASS BAND) และช่วงที่มีความถี่สูงกว่า fc ว่าช่วงที่ถูกกั้น (STOP BAND)



รูปที่ 17.1 การตอบสนองต่อความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟ แสดงการตอบสนองต่อความถี่ในรูปที่ 17.1 จะพบว่า เมื่อสัญญาณมีความถี่สูงกว่าความถี่คัทออฟแล้ว สัญญาณบางเส้นอาจถูกลดทอนด้วยอัตราที่น้อยกว่าสัญญาณเส้นอื่น เช่น สัญญานที่มี ความชัน -20 dB/decade (อัตราขยายลดลง 20 dB ต่อความถี่ที่เพิ่มขึ้น 10 เท่า) จะมีความชันน้อยกว่า -60 dB/decade คุณสมบัตินี้เกิดขึ้นจากการออกแบบวงจรกรองความถี่และเป็นที่แน่นอนว่า ยิ่งค่าความชันนี้มีขนาดลบมากเท่าใด วงจรก็จะมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวงจรในอุดมคติมากยิ่งขึ้น

ในรูปที่ 17.5 แสดงวงจรการทดลองวงจรกรองความถี่ต่ำมีความชันขนาด -40 dB/decade โดยมีตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่ในการจำกัดความถี่ที่จะผ่านไปได้ และ C1 ทำการป้อนสัญญาณกลับมาหักล้างกับสัญญาณอินพุทที่ความถี่สูง (เนื่องจาก XC1 จะมีค่าลดลง) และเราสามารถหาความถี่คัทออฟจากสมการได้ดังนี้

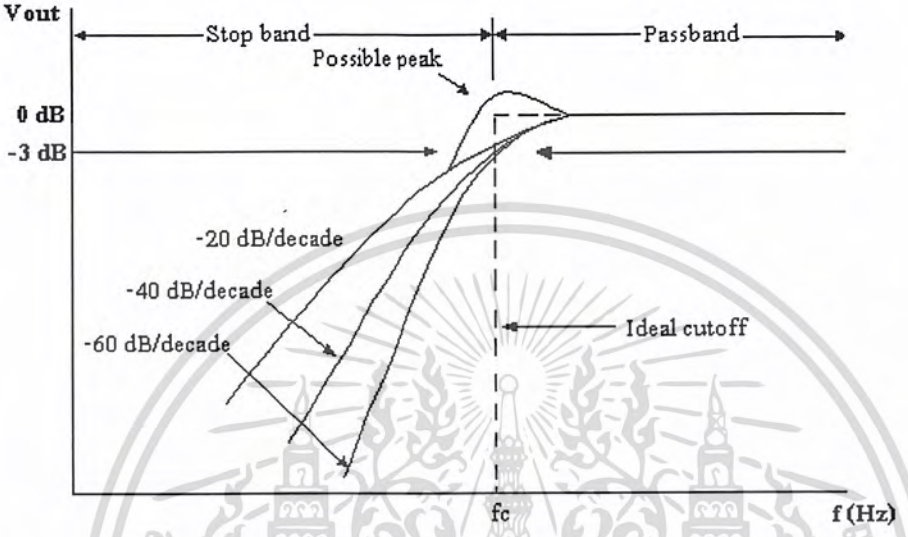
$$fc \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{R1R2C1C2}}$$

สมการนี้จะให้ผลแม่นยำมากถ้าความต้านทาน R1 และ R2 ที่ใช้มีขนาดเท่ากัน และตัวเก็บประจุ C1 มีคาปาซิแตนซ์สูงกว่า C2 R3 ควรมีค่าเท่ากับ R1 + R2 เพื่อสัญญาณเอาท์พุทจะได้มีลักษณะใกล้เคียงกับอินพุทที่สุด และยังช่วยในการปรับออฟเซ็ทให้เกิดสมดุลย์อีกด้วย

2. วงจรกรองความถี่สูง (High-Pass Filter)

จากชื่อวงจรนี้เราสามารถบอกได้ทันทีว่าวงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่านเข้าไปสู่เอาท์พุทได้ แต่จะกันไม่ให้สัญญาณความถี่ต่ำเล็ดลอดออกไป แต่จากคุณสมบัติที่ไม่เหมือนในอุดมคติ วงจรนี้จึงมีลักษณะเช่นเดียวกับวงจรกรองความถี่ต่ำ นั้นคือ เกิดความถี่คัทออฟ fc ขึ้น และอัตราขยายจะค่อยๆ ลดลง คือไม่ตกในแนวดิ่งเลยที่เดียวดังรูปที่ 17.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17.2 การตอบสนองต่อความถี่ของวงจรกรองความถี่สูง

เราสามารถสร้างวงจรนี้โดยการสลับตำแหน่งของตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุของวงจรกรองความถี่ต่ำ ดังรูปที่ใช้ในการทดลอง รูปที่ 17.6 แสดงวงจรกรองความถี่สูง ซึ่งมีความชัน -40 dB/decade และเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด C1 ควรมีค่าเท่ากับ C2 R3 ควรเท่ากับ R2 เป็นตัวป้อนสัญญาณกลับเพื่อการกรองสัญญาณอีกครั้ง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter)

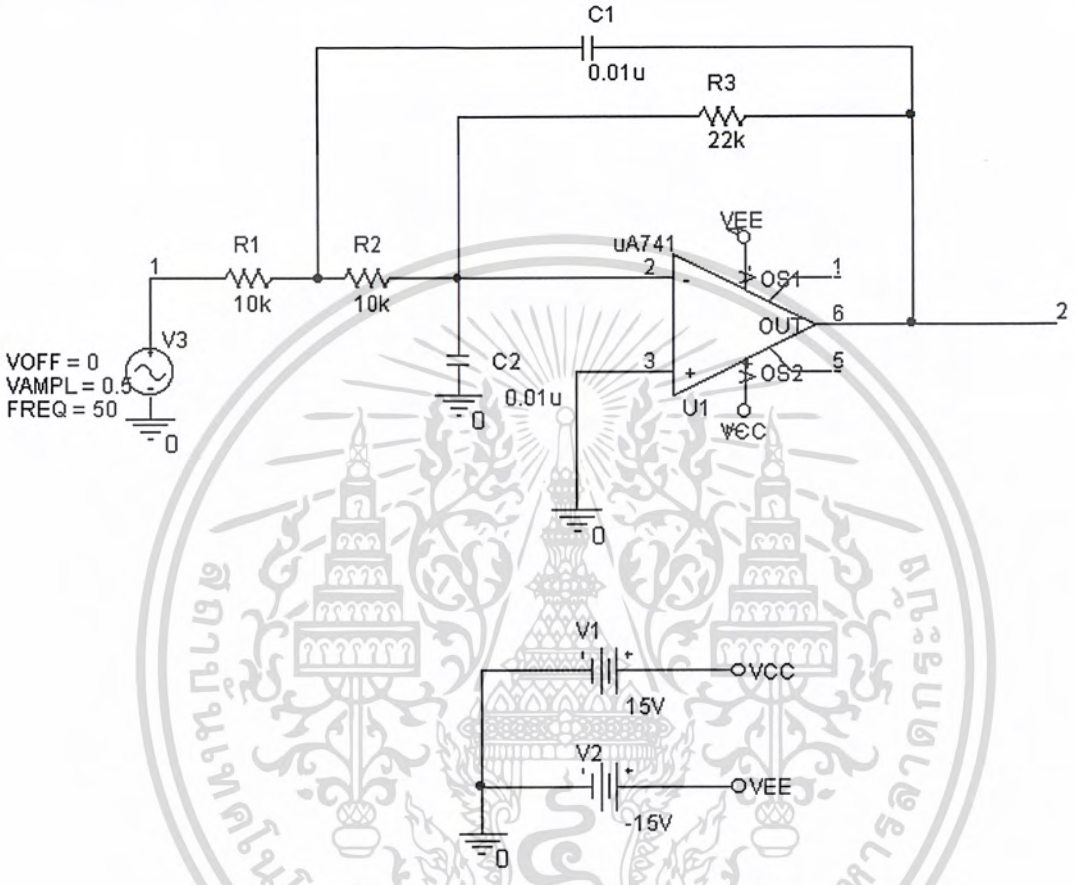
1.1 ทำการเปิดโปรแกรม OrCAD

1.2 สร้างวงจรตามรูปที่ 17.3

1.3 ทดลองให้ใส่อินพุท V3 ตามตารางที่ 1 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17.3 วงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-Pass Filter)

1.5 คำนวณค่า fc จากสูตรทางด้านบน

.....

.....

.....

.....

.....

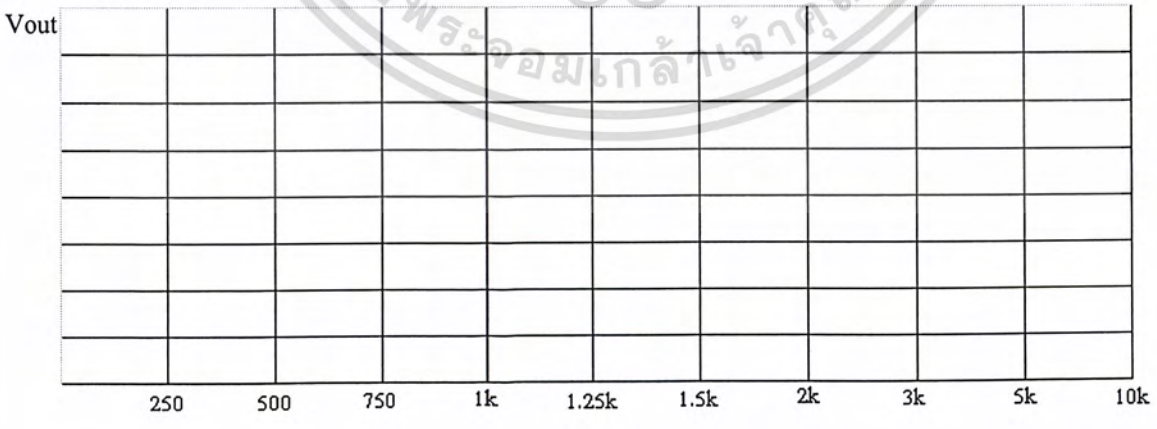
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fin (Hz) 1 Vp-p	Vout (Vp-p)
250	
500	
750	
1k	
1.25k	
1.5k	
2k	
3k	
5k	
10k	

ตารางที่ 1

1.6 จงวาดกราฟจากค่าที่ได้ในตารางที่ 1



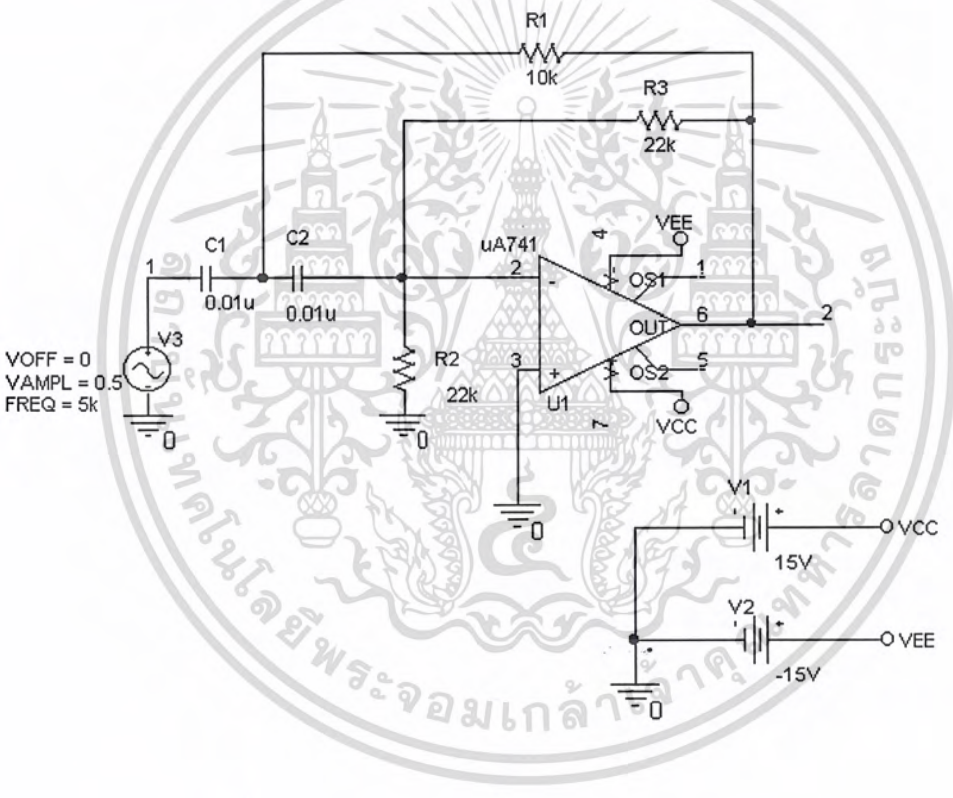
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรกรองความถี่สูง (High-Pass Filter)

2.1 สร้างวงจรตามรูปที่ 17.4

2.2 ทดลองให้ใส่อินพุท V3 ตามตารางที่ 2 และ ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2



รูปที่ 17.4 วงจรกรองความถี่สูง (High-Pass Filter)

2.4 คำนวณค่า fc จากสูตรเดียวกันกับวงจรกรองความถี่ต่ำ

.....

.....

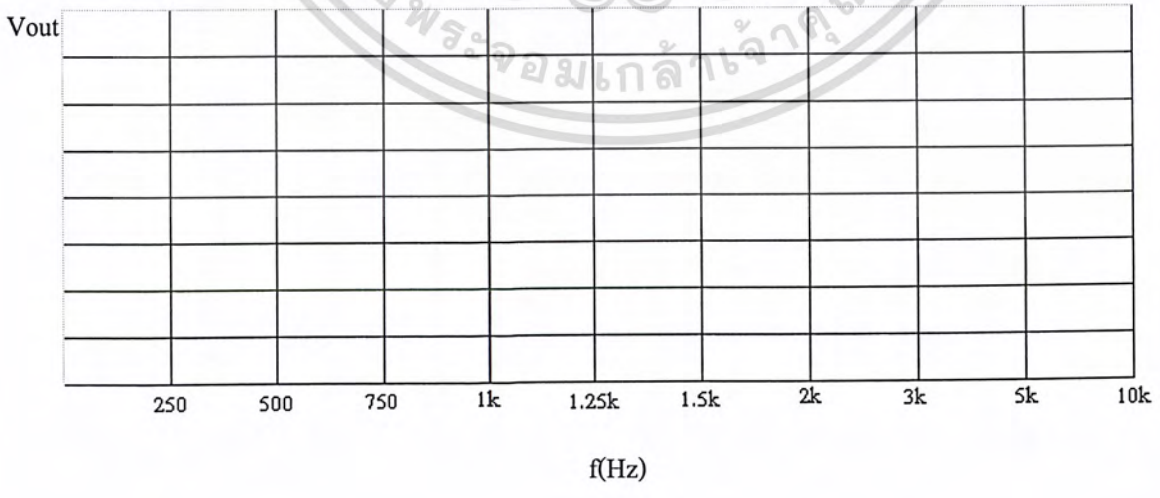
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fin (Hz) 1 Vp-p	Vout (Vp-p)
250	
500	
750	
1k	
1.25k	
1.5k	
2k	
3k	
5k	
10k	

ตารางที่ 2

2.5 จงวาดกราฟจากค่าที่ได้ในตารางที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. วงจรกรองความถี่สามารถประยุกต์ใช้ในวงจรใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1
เกทพื้นฐาน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเกทพื้นฐานต่างๆ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

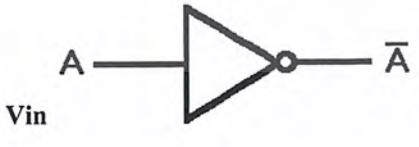
1. ลอจิกอินเวอร์เตอร์(Logic Inverter)

ระบบเลขฐาน 2 เป็นระบบที่ประกอบด้วยรหัสของสัญญาณ 2สถานะด้วยกันคือ 1 และ 0 ซึ่งเป็นสถานะขั้นพื้นฐานที่สุดที่ใช้เป็นรหัสแทนสถานะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ดิจิตอลต่างๆซึ่งแทนได้ด้วยระดับของแรงดันไฟฟ้าโดยระดับของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้กับไอซีทีทีแอล ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลประกอบด้วยแรงดันไฟฟ้าขนาด +5V และ 0V โดยกำหนดว่า

สถานะลอจิก 1 = +5Vdc

สถานะลอจิก 0 = 0 Vdc

การเปลี่ยนสถานะลอจิกจากสถานะหนึ่งไปอีกสถานะหนึ่งที่ตรงกันข้ามเราเรียกว่า **การคอมพลีเม้นท์ (complementing)** นั่นคือระดับแรงดันแรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนระดับ +5Vdcไปเป็น 0 Vdc หรือตรงข้ามนั่นเองอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่มีสถานะทางเอาท์พุทคอมพลีเม้นท์ กับสถานะทางอินพุทนั้นเราเรียกว่า **วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้ากลับขั้ว หรือ อินเวิร์ทติ้งแอมปลิไฟล์เออร์ (Inverting Amplifier)** หรือ อินเวอร์เตอร์ ซึ่งแทนได้ด้วย สัญลักษณ์ดังรูปที่1-1 สัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมหมายถึง การเปลี่ยนสถานะของเอาท์พุทให้ตรงกันข้ามกับอินพุท



(a)

Vin	Vout
0	1
1	0

(b)

รูปที่1.1 (a) อินเวอร์เตอร์ (b) ตารางความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออร์เกท (ORGATES)

ออร์เกทจะปรากฏสัญญาณทางเอาท์พุททุกครั้งที่มีสัญาณอินพุทเข้ามา โดยสถานะที่ปรากฏสัญญาณจะแทนด้วนลอจิก 1 ส่วนสถานะที่ไม่ปรากฏสัญญาณออกมาด้วยลอจิก 0 สัญญาณมาตรฐานของออร์เกทแบบ 2 อินพุทแสดงได้ดังรูปที่ 2-1 ซึ่ง A และ B แทนอินพุท ส่วน X แทนเอาท์พุท สถานะทางอินพุทเป็นได้ทั้ง 0 หรือ 1 ในสภาวะหนึ่งๆดังนั้นเนื่องจากสถานะที่เป็นไปได้ของสัญญาณทางอินพุทเป็นไปได้ทั้ง 4 สถานะ

(a)

อินพุท B	อินพุท A	เอาท์พุท X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(b)

รูปที่2.2 (a)ออร์เกทแบบ 2 อินพุท (b)ตารางความจริง

3. แอนด์เกท(ANDGATES)

แอนด์เกทมีคุณสมบัติที่แตกต่างไปจากออร์เกทอย่างสิ้นเชิง นั่นคือจะปรากฏสัญญาณทางเอาท์พุทได้ก็ต่อเมื่อต้องป้อนสัญญาณเข้าที่อินพุททั้งหมด สัญลักษณ์ของแอนด์เกทแบบ 2 อินพุท แสดงได้ดังรูปที่ 1.3 พร้อมกับตารางความจริงในรูปที่ 1.3 ซึ่งแสดงเห็นอย่างชัดเจนว่าเอาท์พุทของแอนด์เกทจะมีสถานะเป็น 1 ได้เพียงกรณีเดียวคือเมื่อสถานะของอินพุทเป็น 1 ทั้งคู่ (A = 1 , B = 1)นั่นคือมีเพียงคอมไบเนชั่นเดียวที่จะทำให้เอาท์พุทมีสถานะเป็น 1 ได้

(a)

อินพุท B	อินพุท A	เอาท์พุท X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

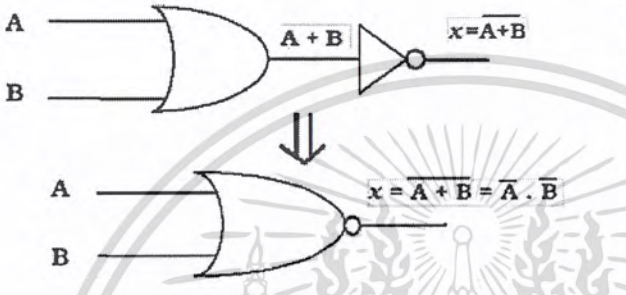
(b)

รูปที่1.3 (a) แอนด์เกทแบบ 2 อินพุท (b)ตารางความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.นอร์เกท (NOR GATES)

ก่อนอื่นมาพิจารณาถึงรูปที่ 1.4 ซึ่งประกอบด้วยออร์เกทแบบ 2 อินพุท ต่อร่วมอยู่กับอินเวอร์เตอร์ เอาท์พุทของออร์เกทเป็น (A+B) ดังเสดงในตารางความจริงของรูปที่ 1.4 (b)เอาท์พุทของออร์เกทของออร์เกทจะถูกต่อเป็นอินพุทของอินเวอร์เตอร์ จะทำให้ได้เอาท์พุทสุดท้ายเป็น (A+B) ซึ่งเป็นคอมพลีเมนท์ของเอาท์พุทของแอนด์เกทนั่นเอง ดังแสดงในตารางความจริงในรูปที่ 1.4 (b)



(a)

B	A	A+B	X= $\overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

(b)

รูปที่1.4 (a)ออร์เกทและอินเวอร์เตอร์ (b) ตารางความจริง

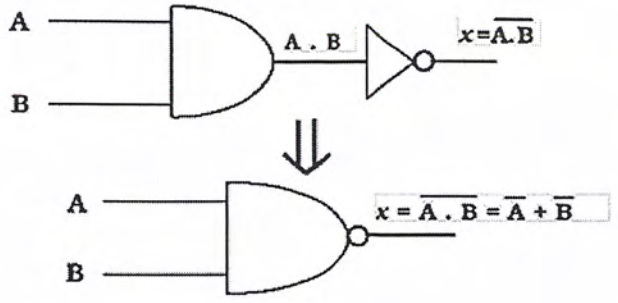
5. แนนด์เกท (Nand Gates)

พิจารณาแอนด์เกทแบบ 2 อินพุทตามด้วยอินเวอร์เตอร์ ดังรูป 1.5 (a) เอาท์พุทของแอนด์เกทและคอมพลีเม้นท์คือ AB และ $\overline{AB}$ ดังแสดงในตารางความจริงที่ 1.5 (b) ตามลำดับ X= $\overline{AB}$ อ่านได้ว่า X เท่ากับ ไม่ A และ B ซึ่งก็คือความหมายของแนนด์เกทนั่นเอง สัญลักษณ์ของแนนด์เกทแสดงได้ดังรูปที่ 1.5 (c) จะสังเกตเห็นว่าประกอบด้วยสัญลักษณ์ของแอนเกทกับวงกลมที่ด้านเอาท์พุท แนนด์เกทแสดงในรูปที่ 1.5 (c) จะมีคุณสมบัติของคอมไบเนชั่นที่เทียบเท่ากับคอมพลีเมนท์ของ ABคือ $\overline{AB}$ ดังแสดงในตะรางความจริงซึ่งแสดงถึงคอมไบเนชั่นทั้ง 4สถานะของอินพุท Aและ Bมีจุดที่ควรจะจดจำจากตารางความจริงดังกล่าว 2จุดด้วยกัน คือ

1. อินพุทใดอินพุทหนึ่งมีสถานะเป็น 0 เอาท์พุทจะมีสถานะเป็น 1
2. เอาท์พุทจะ มีสถานะเป็น 0 ได้ก็ต่อเมื่อสถานะของอินพุททั้งคู่เป็น 1

สำหรับสัญลักษณ์และตารางความจริงของแนนด์เกทแบบ 3 อินพุท แสดงดังรูปที่ 1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

B	A	AB	X= $\overline{AB}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

(b)

รูปที่ 1.5 (a) แอนด์เกทและอินเวอร์เตอร์ (b) ตารางความจริง

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

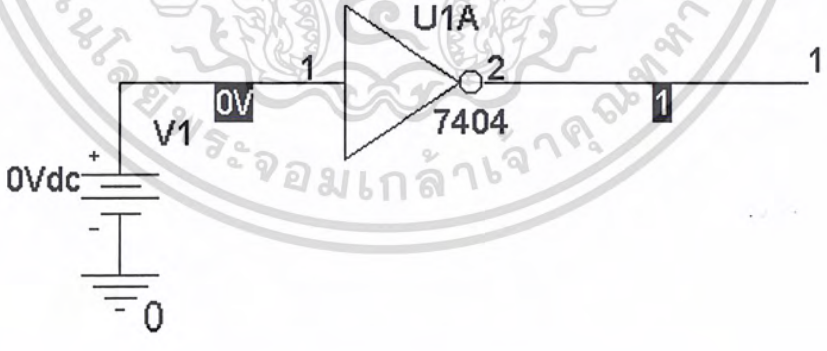
1. ลอจิกอินเวอร์เตอร์(Logic Inverter)

1.1 เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS

1.2 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 1.6

1.3 ทำการตั้งค่าในการ simulate

1.4 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) อ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไป ตารางที่ 1



รูปที่1.6 วงจรทดลอง NOT GATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

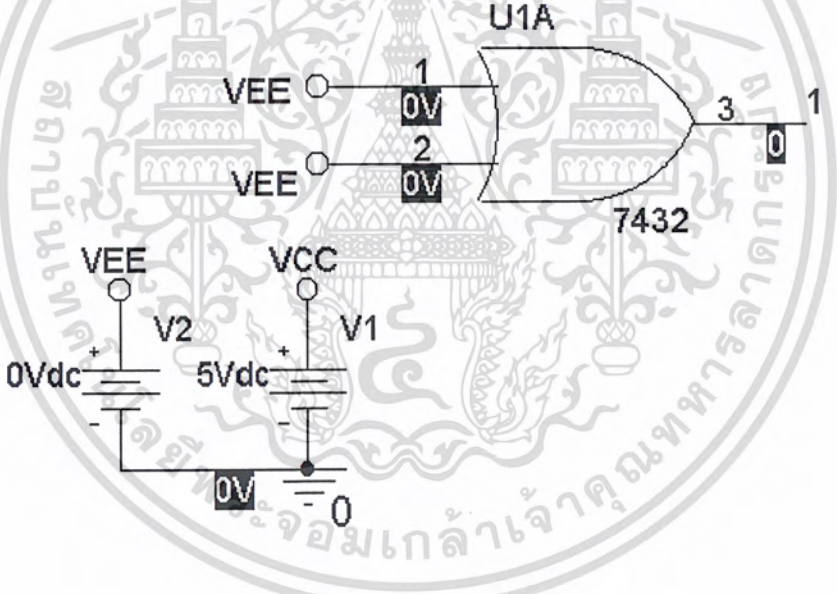
Vin	Vout
0 V	
+5 V	

2. ออร์เกท (ORGATES)

2.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 1.7

2.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

2.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) อ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไป ตารางที่ 2



รูปที่ 1.7 วงจรทดลอง OR GATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

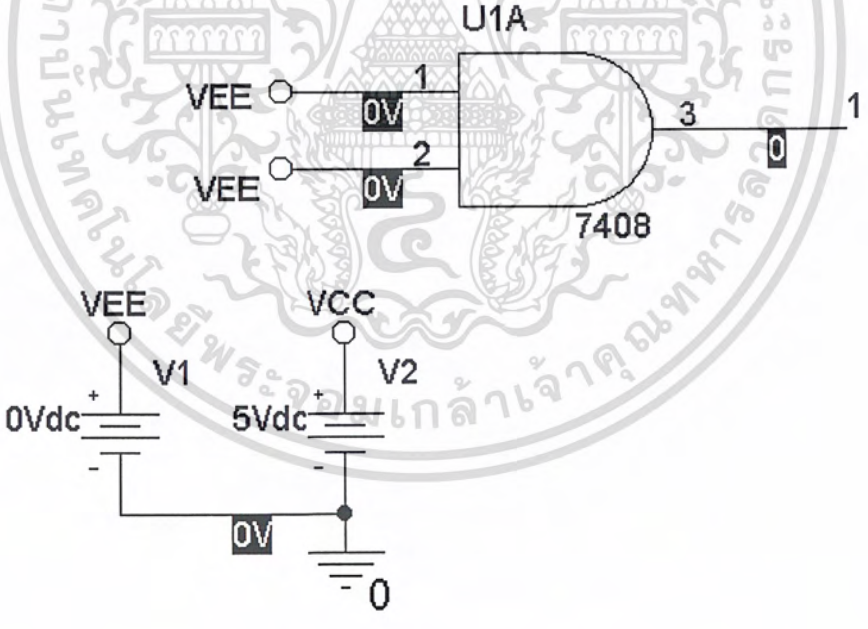
อินพุท 1	อินพุท 2	เอาท์พุท จุด 1
VEE	VEE	
VEE	VCC	
VCC	VEE	
VCC	VCC	

3. แอนด์เกท(ANDGATES)

3.1 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 1.8

3.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

3.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) อ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไป ตารางที่ 3



รูปที่ 1.8 วงจรทดลอง AND GATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3

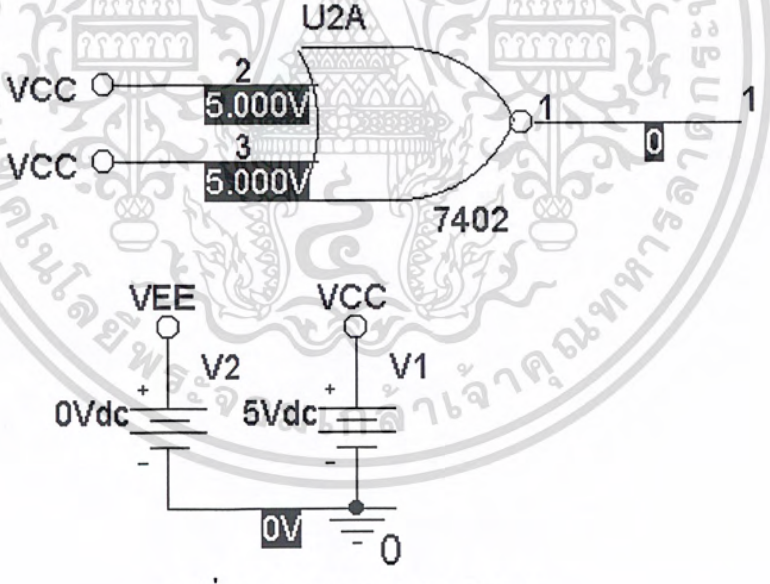
อินพุท 1	อินพุท 2	เอาท์พุท จุด 1
VEE	VEE	
VEE	VCC	
VCC	VEE	
VCC	VCC	

4.นอร์เกท (NOR GATES)

4.1 ทำการสร้างวงจรและใส่ค่าตามรูปที่ 1.9

4.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

4.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) อ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไป ตารางที่ 4



รูปที่1.9 วงจรทดลอง NOR GATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

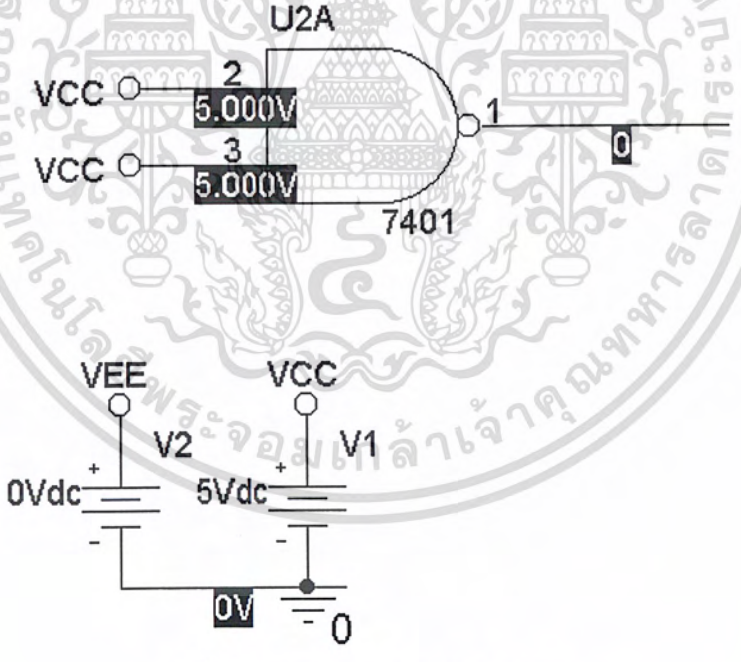
อินพุท 1	อินพุท 2	เอาท์พุท จุด 1
VEE	VEE	
VEE	VCC	
VCC	VEE	
VCC	VCC	

5. แนนด์เกท (Nand Gates)

5.1 ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่ 1.10

5.2 ทำการตั้งค่าในการ simulate

5.3 ทำการจำลองการทำงานของวงจรทำการวัด Vout(จุดที่ 1) อ่านค่าต่างๆ บันทึกลงไป ตารางที่ 5



รูปที่1.10 วงจรทดลอง NAND GATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

อินพุท 1	อินพุท 2	เอาท์พุท จุด 1
VEE	VEE	
VEE	VCC	
VCC	VEE	
VCC	VCC	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

ทฤษฎีของพีชคณิตบูลลีน (Boolean Algebra Theory)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเกทพื้นฐานต่างๆ
2. เพื่อศึกษาทำความเข้าใจ กฎและทฤษฎีต่างของพีชคณิตบูลลีน
3. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

กฎพื้นฐานของพีชคณิตบูลลีนมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีประโยชน์ในการสร้างสมการบูลลีนด้วยวิธีการที่ง่ายขึ้นและรวดเร็ว

กฎพื้นฐาน

5 กฎแรกของพีชคณิตบูลลีนมีคุณสมบัติ เหมือนกับกฎของพีชคณิตธรรมดา ประกอบด้วย กฎคอมมิวเททีฟ (Commutative), กฎแอสโซซิเอทีฟ (Associative) และ กฎดิสทริบิวทีฟ(Distributive)

กฎการรวมหรือคอมมิวเททีฟ (Commutative Law)

ประกอบด้วยสมการบูลลีนที่มีประโยชน์สำหรับการปฏิบัติการเกี่ยวกับการบวกและการคูณ ดังสมการ

$$A + B = B + A$$

$$A \bullet B = B \bullet A$$

กฎการจัดหมู่หรือแอสโซซิเอทีฟ (Associative Law)

กฎนี้มีประโยชน์สำหรับการจัดหมู่ของสมการทั้งปฏิบัติการด้านการบวกและการคูณ ดังสมการ

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

$$A \bullet (B \bullet C) = (A \bullet B) \bullet C$$

กฎการกระจายหรือดิสทริบิวทีฟ (Distributive Law)

กฎการกระจายมีประโยชน์ในด้านการกระจายสมการต่างดังสมการ

$$A (B + C) = AB + AC$$

สำหรับกฎที่กล่าวถึงต่อไปอีก 8 กฎนั้น คุณสมบัติจะแตกต่างจากคุณสมบัติของพีชคณิตพื้นฐานโดยสิ้นเชิง แต่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยให้การจัดการสมการบูลลีนมีรูปแบบที่ง่ายขึ้น

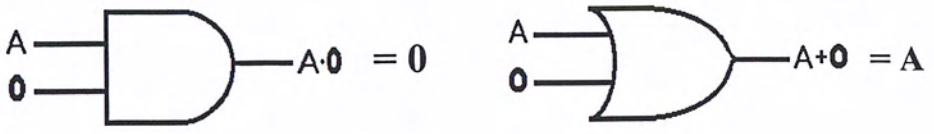
กฎที่ 1/2 การปฏิบัติการเกี่ยวกับ 0

$$A + 0 = A$$

$$A \bullet 0 = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอจิกเกทที่สอดคล้องกับสมการที่ (a)และ(b)แสดงได้ดังรูปที่ 2-1



รูปที่2.1

กฎที่3/4 การปฏิบัติการเกี่ยวกับ 1

$$A + 1 = 1$$

$$A \bullet 1 = A$$

ลอจิกเกทที่สอดคล้องกับสมการ แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

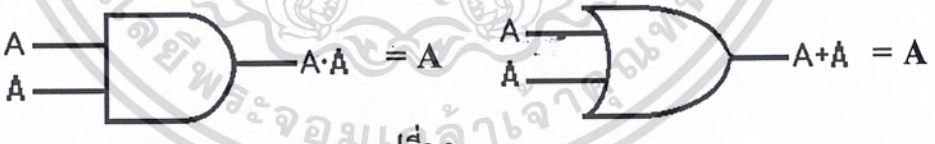
รูปที่2.2

กฎที่5/6 การปฏิบัติการเกี่ยวกับตัวเอง

$$A + A = A$$

$$A \bullet A = A$$

ลอจิกเกทที่สอดคล้องกับสมการข้างต้น แสดงได้ดังรูปที่ 2.3



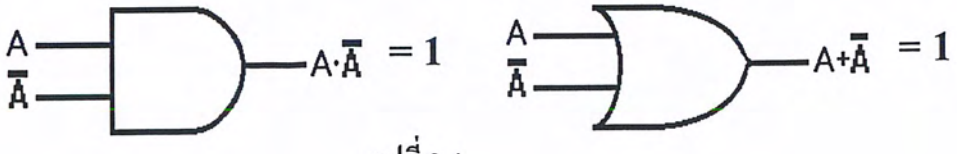
รูปที่2.3

กฎที่ 7/8 การปฏิบัติการเกี่ยวกับคอมพลีเม้นท์

$$A + \overline{A} = 1$$

$$A \bullet \overline{A} = 0$$

ลอจิกเกทที่สอดคล้องกับสมการข้างต้นแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรและใสค่าตามรูปที่
3. ทำการตั้งค่าในการ simulate
4. ทำการจำลองการทำงานของวงจรตาม กฎและทฤษฎีต่างของพีชคณิตบูลลีนได้กล่าวถึงมาแล้วข้างต้น ในหัวข้อนี้เราจะทดลองด้วยหลักการต่างๆเพื่อพิสูจน์ว่าสมการเป็นจริงหรือไม่ โดยจะพิจารณาจากลอจิกเกทในรูปแบบต่าง และวัดระดับแรงดันไฟฟ้าที่เอาท์พุท พร้อมกับบันทึกผลการทดลองในตาราง A ประกอบด้วยสถานะทางอินพุท 2 สถานะ คือ 0 หรือ 1 โดยสถานะทางอินพุท 2 สถานะ 0 = 0 V_{dc} และ สถานะ 1 = +5 V_{dc}

(a) พิสูจน์กฎที่ 1/2

ป้อนสัญญาณอินพุทเข้าสู่เกทตามรูปที่ 2.1 วัดค่าเอาท์พุทที่ได้ และบันทึกลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ออร์เกท

A	A + B
0	
+5	

แอนด์เกท

A	A • B
0	
+5	

(b) พิสูจน์กฎที่ 3/4

ตามรูปที่ 2.2 จงเติมค่าต่างๆลงในตารางความจริงให้ครบถ้วน

ตารางที่ 2

ออร์เกท

A	A + 1
0	
+5	

แอนด์เกท

A	A • 1
0	
+5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(c) พิสูจน์กฎที่ 5/6

ตามรูปที่ 2.3 จงเติมค่าต่างๆลงในตารางความจริงให้ครบถ้วน

ตารางที่ 3

ออร์เกท

A	A + A
0	
+5	

แอนด์เกท

A	A • A
0	
+5	

(d) พิสูจน์กฎที่ 7/8

ตามรูปที่ 2.4 จงเติมค่าต่างๆลงในตารางความจริงให้ครบถ้วน

ตารางที่ 4

ออร์เกท

A	$\overline{A}$	$A + \overline{A}$
0	+5	
+5	0	

แอนด์เกท

A	$\overline{A}$	$A \bullet \overline{A}$
0	+5	
+5	0	

5. พิสูจน์ทฤษฎี $(A+B)(\overline{A}+C) = AC + \overline{A}\,B$ โดยต่อวงจรที่สอดคล้องกับสมการบูลีนดังกล่าว ป้อนอินพุทตามลำดับดังแสดงในตารางความจริงและบันทึกเอาท์พุทที่ได้

ตารางที่ 5

A	0	+5	0	+5	0	+5	0	+5
B	0	0	+5	+5	0	0	+5	+5
C	0	0	0	0	+5	+5	+5	+5
$(A+B)(\overline{A}+C)$								
$AC + \overline{A}\,B$								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรลอจิกสำหรับ $(A+B)(\overline{A}+C)$

วงจรลอจิกสำหรับ $AC+\overline{A}B$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3

วงจรขับดีโค้ดเดอร์ BCD เป็นเลขฐานสิบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรขับดีโค้ดเดอร์ BCD เป็นเลขฐานสิบ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

เลขไบนารี่โค๊ดเดซิมอลหรือ BCD ของ 8421(Binary-code Decimal Numbers)

ในการแบระบบดิจิตอล การแทนรหัสของเลขฐาน 10 (Decimal) ในรูปแบบของเลขฐานสอง (Binary) สามารถทำได้โดยใช้เทคนิคของ BCD ซึ่งทำได้โดยการแทนตัวเลขในแต่ละตำแหน่งของเลขฐาน10 ด้วยเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท ที่มีค่าเทียบเท่ากันดังนั้นเมื่อแทนเลขฐานสิบตั้งแต่เลข 0,1,2,...,9 ด้วยเลขฐาน2 ที่มีค่าเทียบเท่ากันแล้วเราจะได้ตารางเทียบค่ารหัสว่างเลขฐานสิบกับเลข 2ซึ่งเป็น 8421 BCD ดังรูปที่3-1 สรุปได้ว่าเราสามารถแทนเลขฐาน10ใดๆ ด้วยเลข 2 ตามรูปแบบของ 8421 BCD ได้

ตัวอย่าง เลขฐาน 10: 372_{10} ถ้าแปลงเป็นเลข 8421 BCDจะได้

ในรหัส 8421 BCD เลขฐานสิบตั้งแต่ 0, 1, 2, ..., 9 สามารถถูกแทนด้วยเลขฐาน2 ได้ทั้งสิ้น เนื่องจากน้ำหนักของเลขฐานแต่ละหลักคือ

$$2^3 = 8\ ,\ 2^2 = 4\ ,\ 2^1 = 2\ ,\ 2^0 = 1$$

ตามลำดับ ดังนั้นถ้าเราอ่านจากขวาไปซ้ายก็จะได้ 8421 ตามชื่อรหัสของหัวข้อการทดลองนั่นเอง ดังนั้นเราจึงเรียกรัส BCD นี้ว่า 8421 BCD

ข้อสังเกต : จำนวนเลขฐาน 2 ดังต่อไปนี้ จะไม่มีการใช้ใน 8421 BCD

(1010, 1011, 1100, 1101, 1110, และ 1111)

ถ้าปรากฏจำนวนเลขเหล่านี้ขึ้นในการใช้ครั้งใดก็จะเกิดข้อผิดพลาดกับระบบทันที ซึ่งถ้าเราลองแปลงจำนวนเลขฐาน 2 กลุ่มนี้ ให้เป็นเลขฐาน 10 จะได้ว่ามีค่าเทียบเท่ากับ 10, 11, 12, 13, 14, 15 ตามลำดับนั่นเอง ดังนั้นเราจึงตั้งเป็นข้อสังเกตได้อีกว่า ในรหัส BCD สามารถแทนเลขฐาน 10 ได้เพียงจำนวน 10 จำนวน จากทั้งหมด 16 จำนวน คือ จาก 0 ถึง 9 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขฐาน	8421 BCD			
10	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

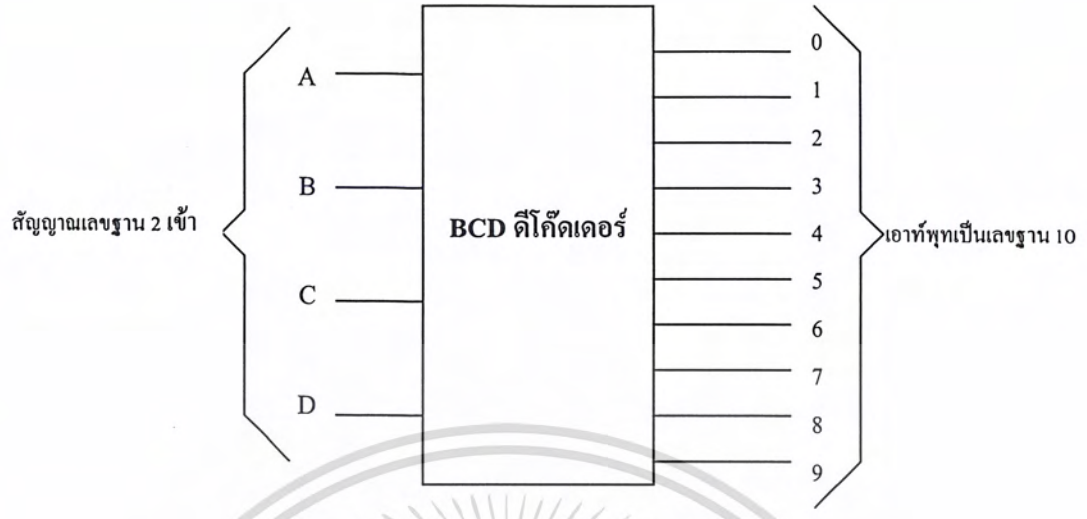
รูปที่ 3.1 ตารางความจริง BCD 8421

ดีโค๊ดเดอร์ของ 8421BCD

ในขั้นตอนการแปลงเลข BCD กลับไปเป็นเลขฐาน 10 ที่เทียบเท่ากันนั้น เราจะต้องทำการแปลงย้อนกลับไปทีละหลักของเลขฐาน 10 สำหรับเลขจำนวนเต็ม(Integer) ฐาน 10 แต่ละตัว จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ประกอบด้วย 4 อินพุท(สอดคล้องกับเลขฐาน10ตั้งแต่ 0ถึง 9จำนวน10 ตัว)ดังนั้นอุปกรณ์ชนิดนี้จึงถูกเรียกว่า " ดีโค๊ดเดอร์หรือตัวแปลงรหัส "นั้นเอง ดังแสดงในรูปที่ 9-2 ซึ่งสำหรับแต่ละอินพุทในจำนวน 10 อินพุท จะมีเพียง 1อินพุทเท่านั้นที่ถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ในขณะหนึ่ง เช่น เลข 0101 ถูกป้อนเข้าที่อินพุท ในกรณีเฉพาะเส้นที่ 5 เท่านั้นที่ทำงานได้ (เนื่องจาก 0101 มีค่าเทียบเท่ากับ 5 นั่นเอง)

ดีโค้ดเดอร์ 1 ตัวจะถูกใช้สำหรับการแปลงรหัสเลขฐานสิบ 1 หลัก ดังนั้นในการแปลงรหัสเลขที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 999 จึงต้องใช้ดีโค๊ดเดอร์จำนวน 3 ตัว สำหรับแปลงรหัสเลขหลักหน่วย หลักสิบ และหลักร้อย ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 8241BCD ดีโค๊ดเดอร์

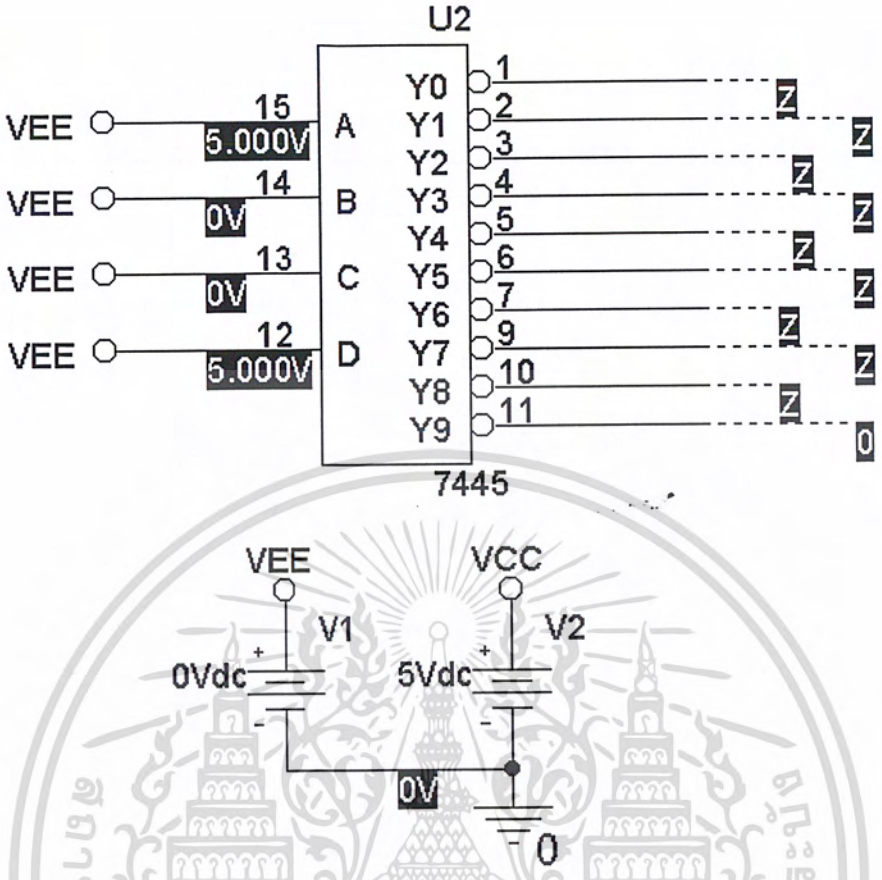
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรดังรูปที่ 3-3
3. ทำการตั้งค่าในการ simulate
4. ทดลองตามค่าในตารางที่1 และบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.3 วงจรขับดีโค้ดเดอร์ BCD เป็นเลขฐานสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT				OUTPUT									
8421 BCD				V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										

ตารางที่ 1

5. .ตรวจสอบหน้าที่การทำงานของขาไอซีแต่ละขา ป้อนไฟเลี้ยงให้แก่ตัวไอซี 7445 ตรวจวัดระดับแรงดันที่ขาเอาท์พุท ในขณะที่ทั้ง 4 อินพุทไม่มีการป้อนอินพุท

$V_{out\ 0}$ = _____ $V_{out\ 5}$ = _____

$V_{out\ 1}$ = _____ $V_{out\ 6}$ = _____

$V_{out\ 2}$ = _____ $V_{out\ 7}$ = _____

$V_{out\ 3}$ = _____ $V_{out\ 8}$ = _____

$V_{out\ 4}$ = _____ $V_{out\ 9}$ = _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท (Exclusive-OR Gates)]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

ฟังก์ชั่นเอ็กซ์คลูซีฟออร์เป็นการปฏิบัติทางลอจิกอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจและมีประโยชน์อย่างมาก จากหัวข้อเรื่องคงทำให้เราพอคาดเดาได้ว่า ฟังก์ชั่นชนิดนี้คงมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับฟังก์ชั่นออร์ในลักษณะใดลักษณะหนึ่งอย่างแน่นอน แต่โดยทางทฤษฎีแล้วฟังก์ชั่น 2 ชนิดนี้มีการปฏิบัติที่ต่างกัน เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกทสามารถนำไปใช้เป็นตัวตรวจสอบพาริตี้ ตัวแปลงเลขฐานสองไปเป็นเลขแบบเกรย์ (Gray Number) ตัวแปลงเลขแบบเกรย์ไปเป็นเลขฐานสองการบวกเลขฐานสอง และฟังก์ชั่นอื่น ๆ อีกมาก

ฟังก์ชั่นเอ็กซ์คลูซีฟออร์

สัญลักษณ์และตารางความจริงแสดงการปฏิบัติงานของเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท แสดงได้ดังรูปที่ 4-1 จากตารางความจริงจะสังเกตเห็นว่า เอาท์พุท x จะมีสถานะเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออินพุท A หรือ B (ตัวใดตัวหนึ่งเท่านั้น) มีสถานนะเป็น 1 แต่ถ้าอินพุท A และ B มีสถานะเป็น 1 กลับทำให้เอาท์พุท x มีค่าเป็น 0 นั่นคือลักษณะของฟังก์ชั่นที่แตกต่างจากฟังก์ชั่นออร์ทั่วๆ ไป หรืออาจกล่าวสรุปสั้นๆ ได้ว่า "เอาท์พุทของเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกทจะมีสถานะเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออินพุทมีสถานะต่างกัน" สัญลักษณ์ของเอ็กซ์คลูซีฟออร์ฟังก์ชั่นแทนได้ด้วย $\oplus$

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(a)

(b)

รูปที่4.1 เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท (a)ตารางความจริง (b)สัญลักษณ์ทางลอจิก

$$X = A \oplus B$$

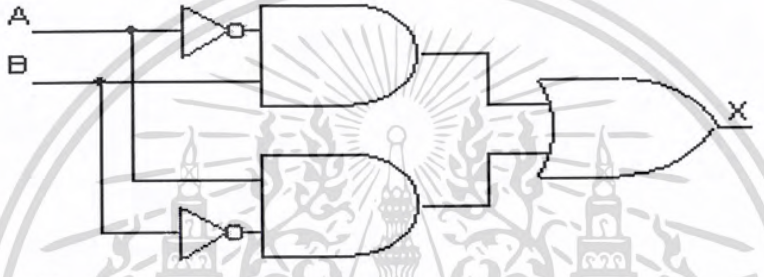
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท

จากหัวข้อที่ผ่านๆ มา เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกทด้วยวิธีตรงๆ ก็ได้เช่นกันโดยใช้อินเวอร์เตอร์ 2 ตัว แอนด์เกท 2 ตัว และออร์เกท ต่อเชื่อมกันดังรูปที่ 4-2 เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวบนมีค่าเป็น $\overline{A}\,B$ และแอนด์เกทตัวล่างมีค่าเป็น $A\,\overline{B}$ ต่อเอาท์พุทจากแอนด์เกทคู่นี้เข้าเป็นอินพุพของออร์เกท จะได้เอาท์พุท x มีค่าเป็น

$$X = \overline{A}\,B + A\,\overline{B}$$

เปรียบเทียบสมการนี้กับตารางความจริงในรูปที่ 1 จะเห็นได้ชัดเจนว่าคือฟังก์ชั่นเอ็กซ์คลูซีฟออร์นั่นเอง



รูปที่4.2

ดังนั้นเราสามารถเขียนสมการของเอ็กซ์คลูซีฟออร์ได้เป็น

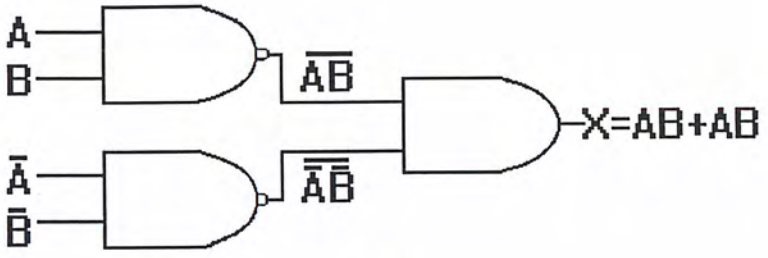
$X = A \oplus B = \overline{A}\,B + A\,\overline{B}$

สำหรับวงจรลอจิกอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับเอ็กซ์คลูซีฟออร์นั้นแสดงได้ดังรูปที่ 4-3 ซึ่งประกอบด้วยแนนด์เกท 2 ตัว เป็นอินพุทให้กับแอนด์เกทหนึ่งตัว ได้ฟังก์ชั่นของเอาท์พุท $X = \overline{AB} \bullet \overline{\overline{AB}}$ โดยใช้ทฤษฎีของเดอร์มอร์แกนแปลงรูปสมการ จะได้

$$\begin{aligned} X &= \overline{AB} \bullet \overline{\overline{AB}} = (\overline{A} + \overline{B}) \bullet (A + B) \\ &= \overline{A}\,A + \overline{A}\,B + A\,\overline{B} + B\,\overline{B} \\ &= \overline{A}\,B + A\,\overline{B} \\ &= A \oplus B \end{aligned}$$

ไอซีชนิดที่มีฟังก์ชั่นแบบเอ็กซ์คลูซีฟออร์ ได้แก่ '86 ซึ่งเป็นไอซีชนิด SSI (Small Scale Integrated Circuit) ประกอบด้วยเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท 2 อินพุท จำนวน 4 ชุด อยู่ในแพคเกจขนาด 14 ขา

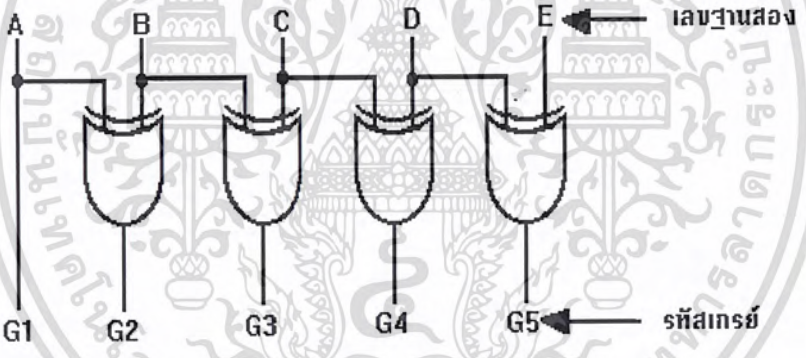
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.3

ตัวแปลงรหัสเลขฐานสองไปเป็นเลขแบบเกรย์

การประยุกต์ใช้งานที่น่าสนใจอีกแบบหนึ่งของเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท ก็คือ เป็นวงจรเปลี่ยนเลขฐานสองไปเป็นรหัสเกรย์ (Gray Code) ที่มีค่าเทียบเท่ากัน วงจรดังแสดงในรูปที่ 5 สามารถใช้ในการแปลงเลขฐาน 2 ขนาด 5 บิท (ABCDE) ไปเป็นรหัสเกรย์ที่มีค่าเทียบเท่ากันได้ ($G_1G_2G_3G_4G_5$) ดังตัวอย่าง ถ้าเลขฐานสองมีค่า = 10011 จะถูกแปลงเป็นรหัสเกรย์ที่มีค่าเท่ากับ 11010 ได้ โดยใช้วงจรดังรูปที่ 4-4



รูปที่4.4

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรตามรูปที่ 4-2
3. ทำการตั้งค่าในการ simulate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กำหนดให้ สถานะลอจิก 0 = $0V_{dc}$ และสถานะลอจิก 1 = $+5V_{dc}$ ตรวจสอบดูว่าการทำงานของวงจรเป็นไปตามฟังก์เอ็กคลูซีฟออร์หรือไม่ โดยเติมค่าเอาท์พุทที่ได้ลงในตารางที่ 1 ให้ครบถ้วน

ตารางที่ 1

B	A	$x = \overline{A}\,B + A\,\overline{B}$
0	0	
0	+5	
+5	0	
+5	+5	

5. ต่อวงจรตามรูปที่ 4-3 กำหนดให้สถานะลอจิก 0 = $0V_{dc}$ และสถานะลอจิก 1 = $+5V_{dc}$ ตรวจสอบการทำงานของวงจรดูว่าเป็นไปตามฟังก์ชั่นเอ็กซ์คลูซีฟออร์หรือไม่ โดยเติมค่าเอาท์พุทที่ได้ลงในตารางที่ 2 ให้ครบถ้อน

ตารางที่ 2

B	A	$x = \overline{A}\,B + A\,\overline{B}$
0	0	
0	+5	
+5	0	
+5	+5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ต่อวงจรแปลงรหัสจากเลขฐานสองไปเป็นรหัสเกรย์ ดังรูปที่ 4-4 ตรวจสอบการทำงานของวงจรว่าถูกต้องหรือไม่โดยการป้อนสัญญาณอินพุทอย่างน้อย 5 แบบต่างๆกัน ตรวจสอบเอาทีพุท และบันทึกลงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

A	B	C	D	E	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

ตัวบวกหรือแอ็ดเดอร์ (ADDERS)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ (Half-Adder)
2. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรฟูลแอ็ดเดอร์ (Full Adder)
3. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

คณิตศาสตร์ดิจิตอล เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานขั้นพื้นฐานที่สุดในหลายๆ ฟังก์ชั่นของวงจรดิจิตอลเกี่ยวกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น **การบวก,** (Addition), **การลบ,** (Subtraction), **การคูณ,** (Multiplication) และ**การหาร,** (Division) ฯลฯ สามารถทำได้โดยใช้ระบบดิจิตอล ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันของแอนด์เกท ออร์เกท และอินเวอร์เตอร์ที่เหมะสม วงจรดิจิตอลพื้นฐาน 3 แบบ ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับฟังก์ชั่นคณิตศาสตร์ ได้แก่ เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกท (บางครั้งเรียกว่า ควอเตอร์แอ็ดเดอร์ (quarter adder) ฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ (H.A.) และฟูลแอ็ดเดอร์ (F.A.) เป็นต้น

คณิตศาสตร์เลขฐานสอง

ระบบเลขฐานสองเป็นพื้นฐานของระบบดิจิตอลทั้งหมด ดังนั้นในการปฏิบัติใดๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของวงจรดิจิตอลลอจิก จึงจำเป็นต้องใช้เลขฐานสองเป็นหลัก พิจารณาถึงการบวกของเลขฐานสอง (binary digit) 2 จำนวนใดๆ คือ A และ B สามารถกำหนดขึ้นเป็นกฎต่างๆ กันได้ดังนี้

A = 0, B = 0: 0 + 0 = 0

A = 0, B = 1: 0 + 1 = 1

A = 1, B = 0: 1 + 0 = 1

A = 1, B = 1: 1 + 1 = 10 ได้ 0 ทดหน้า 1

จากกฎการบวกต่างๆ เหล่านี้จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกของเลขฐานสอง 2 จำนวนใดๆ จะเป็นเลขขนาด 2 บิท ซึ่งบิทหนึ่งเรียกว่า **บิทผลรวม** (Sum digit) และบิทที่เหลือเรียกว่า **บิทตัวทด** (Carry digit) ในกฎสามข้อแรกจะได้ว่าบิทตัวทดเป็นศูนย์ ส่วนในกฎข้อที่สี่บิทตัวทดมีค่าเป็น 1 กฎการบวกข้างต้นสามารถย่อรวมไว้ในตารางความจริง ดังรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5-1 ผลบวกของเลขฐานสอง 2 จำนวน

A	B	ผมรวม	ตัวทด
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

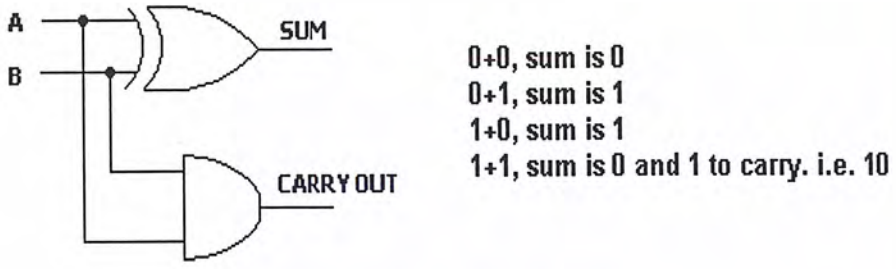
ตารางที่ 5-2 ผลรวมของเลขฐานสอง 3 จำนวน

A	B	C	ผมรวม	ตัวทด
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

ฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ (Half-Adder)

ฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ เป็นวงจรลอจิกที่มี 2 อินพุท (A และ B) และ 2 เอาท์พุท (ผลบวกและตัวทด) ซึ่งสามารถปฏิบัติตามสถานะดังแสดงในตารางที่ 1 ได้ จากวงจรควอเตอร์แอ็ดเดอร์เราทราบแล้วว่า มีคุณสมบัติในการบวกโดยใช้แอนด์เกทที่มี A และ B เป็นอินพุท เพื่อให้ได้ตัวทด (carry) ดังนั้นเราจึงสามารถสร้างฮาล์ฟแอดเดอร์ได้จากเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกทและแอนด์เกท ดังแสดงในรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

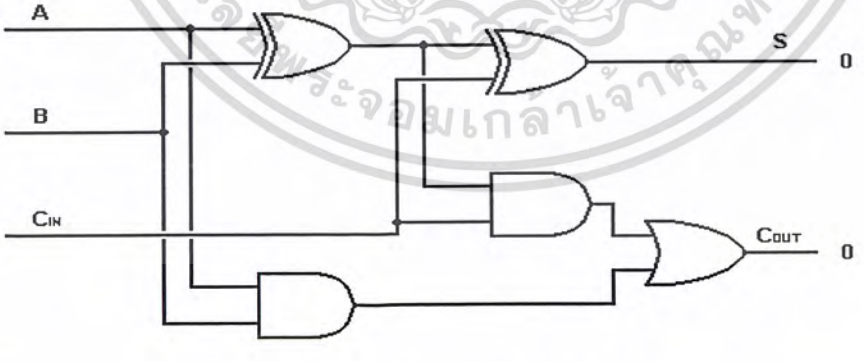


รูปที่5.1 ฮาล์ฟแอ็ดเดอร์

จากวิธีการเขียนวงจรลอจิกในลักษณะที่ผ่านๆ มาของบทต้นๆ ทำให้เข้าทราบว่าวงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์สามารถสร้างได้หลายลักษณะด้วยกัน ซึ่งถ้าประกอบด้วยอินพุท A, $\overline{A}$,B และ $\overline{B}$ แล้ววงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์อย่างง่าย จึงสามารถสร้างได้จากแอนด์และออร์เกท

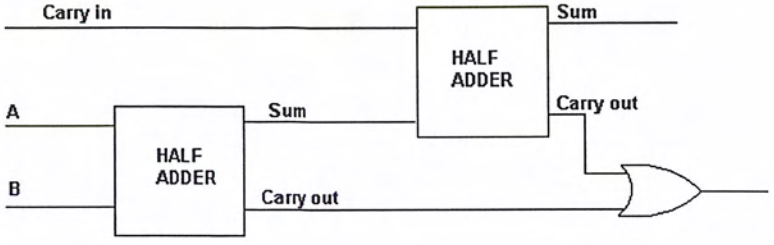
ฟูลแอ็ดเดอร์ (Full Adder)

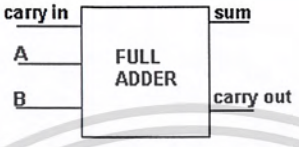
วงจรฟูลแอ็ดเดอร์ เป็นวงจรลอจิกที่ประกอบด้วย 3 อินพุท (A ,B และ C) และ 2 เอาท์พุท (ผลรวมและตัวทด) ซึ่งมีคุณสมบัติในการปฏิบัติฟังก์ชั่นตามที่แสดงในตารางที่ 2 วงจรฟูลแอ็ดเดอร์นอกจากจะมีคุณสมบัติในการบวกเลขฐานสอง โดยทั่วๆ ไปแล้วยังมีความสามารถในการบวกเลขฐานสองขนาด 3 จำนวนได้อีกด้วย วิธีที่ง่ายที่สุดในการสร้างวงจรฟูลแอ็ดเดอร์ก็คือนำเอาวงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ 2 วงจรมาต่อเข้าด้วยกัน พร้อมกับแอนด์เกท ดังแสดงในรูปที่ 5.2ดังนั้นในวงจรดิจิตอลคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นต้องใช้วงจรฟูลแอ็ดเดอร์ในการปฏิบัติฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ



รูปที่5.2 ฟูลแอ็ดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่5.3 สัญลักษณ์ฟูลแอ็ดเดอร์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์ดังรูปที่ 5.1
3. ทำการตั้งค่าในการ simulate
4. ทดลองตามค่าในตาราง และบันทึกผล
5. กำหนดให้สถานะลอจิก 0 = $0V_{dc}$ และสถานะลอจิก 1 = $+5V_{dc}$ สร้างตารางความจริงของวงจรดังกล่าวโดยป้อนอินพุทเข้าที่ขาอินพุท A และ B ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5.3 พร้อมกับบันทึกผลรวมและตัวทดทางเอาท์พุทที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5.3

A	B	ผมรวม	ตัวทด
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

6. ใช้เอ็กซ์คลูซีฟออร์เกทต่อวงจรฟูลแอ็ดเดอร์ดังรูปที่ 5.2 สร้างตารางความจริงตามขั้นตอนดังหัวข้อที่ 1 สำหรับแต่ละอินพุท ให้บันทึกผลรวมและตัวทดที่เอาท์พุทของวงจรฮาล์ฟแอ็ดเดอร์แต่ละส่วน และเอาท์พุทของออร์เกท

ตารางที่5.3

A	B	C	ผมรวม	ตัวทด
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6

มัลติเพล็ก แอ๊ดเดอร์-ซับแทรกเตอร์(Multipiexer Adder Subtracter)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรมัลติเพล็ก แอ๊ดเดอร์-ซับแทรกเตอร์
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

การสร้างฟังก์ชั่น

กำหนดให้ A,B และ C เป็นตัวแปรใดๆ ที่สามารถสร้างฟังก์ชั่นได้ต่างๆ กัน 8 ฟังก์ชั่นที่เป็นไปได้ ได้แก่ ABC = 000,001,...,111 ซึ่งมัลติเพล็กเซอร์ 4 อินพุทสามารถนำมาใช้สร้างฟังก์ชั่นเหล่านี้ได้ ดังแสดงในตารางความจริงของรูปที่ 1 ตัวแปรทางด้านอินพุทได้แก่ A,B และ C ส่วนเอาท์พุทที่ต้องการคือ ตัวแปร Y ตารางความจริงจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งเรียกว่าส่วนที่ถูกเลือก (select) ได้แก่ C0,C1,C2 และ C3 ในแต่ละส่วนที่ถูกเลือกจะเกิดคอมไบเนชั่นต่างๆ กันขึ้นที่เอาท์พุท Y ได้แก่ L/L, L/H, H/L หรือ H/H เป็นต้น

กรณีแรก ถ้าสถานะของเอาท์พุทที่ Y ต้องการคือ โลว์ (L/L) จะได้ว่าส่วนของอินพุทจะถูกต่ออยู่กับ GND (พึงจำไว้ว่าสถานะของเอาท์พุทจะเป็นไปตามสถานะของอินพุทที่ถูกเลือกเท่านั้น)

กรณีสอง ถ้าส่วนของอินพุทต่อเข้ากับ $+V_{cc}$ สถานะทั้งคู่ที่เอาท์พุท Y จะเป็นไฮ (H/H)

กรณีสาม ถ้าส่วนของอินพุทต่อเข้ากับ C จะทำให้สถานะของเอาท์พุทมีค่าเป็นโลว์ และเปลี่ยนเป็นไฮ (L/H)

กรณีที่สี่ ถ้าส่วนของอินพุทต่ออยู่กับ C จะทำให้เอาท์พุท Y มีสถานะเป็นไฮ แล้วเปลี่ยนเป็นโลว์ (H/L)

รูปที่6.1 ตารางความจริงที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟูลแอ็ดเดอร์

ไอซีเบอร์ '153 สามารถนำต่อเป็นวงจรฟูลแอ็ดเดอร์ได้ โดยมัลติเพล็กเซอร์ตัวหนึ่งจะเป็นตัวสร้างผลรวมส่วนตัวที่เหลือจะทำหน้าที่เป็นตัวสร้างตัวทดของการบวกทางคณิตศาสตร์ ในตารางที่ 1 ได้แสดงถึงการบวกแบบฟูลแอ็ดเดอร์ ซึ่งมี A และ B เป็นอินพุทที่รับสถานะของสัญญาณที่จะทำการบวกเข้ามา และ C_{IN} เป็นตัวทดด้านอินพุท

ตารางที่6.1

INPUTS			OUTPUTS	
A	B	C_{IN}	C_{OUT}	SUM
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

พิจารณาเปรียบเทียบตารางความจริงในรูปที่ 1 จะได้ว่าถ้า A = A และ B = B แล้วผลรวม S สามารถถูกสร้างขึ้นมาที่ 1Y ได้ ในขณะที่ตัวทด C_0 ถูกสร้างขึ้นมาที่ 2Y โดยมีการเชื่อมต่อในลักษณะดังต่อไปนี้

โดยการใช้ 1Y = ผลรวม

1C0 ต่ออยู่กับ C_i

1C1 ต่ออยู่กับ $\overline{C}_i$

1C2 ต่ออยู่กับ $\overline{C}_i$

1C3 ต่ออยู่กับ C_i

โดยการใช้ 2Y = ตัวทด

2C0 ต่ออยู่กับ GND

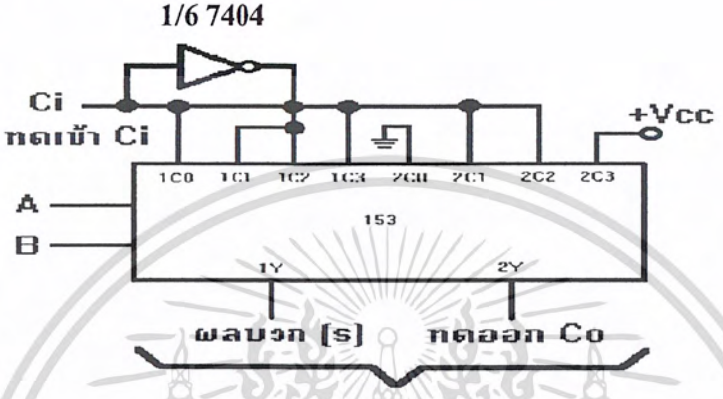
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2C1 ต่ออยู่กับ C_i

2C2 ต่ออยู่กับ C_i

2C3 ต่ออยู่กับ $+V_{cc}$

ผังภาพลอจิกที่สมบูรณ์แสดงได้ดังรูปที่ 2



เอาท์พุท

รูปที่ 6.2 ฟูลแอ็ดเดอร์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรดังรูปที่ 6.2
3. ทำการตั้งค่าในการ simulate
4. ทดลองและบันทึกผลลงในตารางที 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

INPUTS			OUTPUTS	
A	B	C_{IN}	C_{OUT}	SUM
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7

ฟลิปฟลอป (Flip-Flop)

วัตถุประสงค์

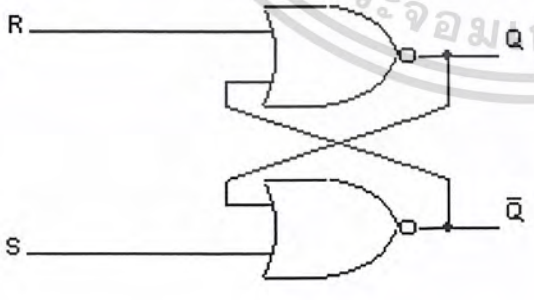
1. เพื่อศึกษาการทำงานของฟลิปฟลอป (Flip-Flop)พื้นฐานต่างๆ
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

ฟลิปฟลอปเป็นวงจรดิจิตอลขั้นพื้นฐานที่มีเอาท์พุทเป็น 1 หรือ 0 เท่านั้น สำหรับไอซีทีทีแอลสถานะลอจิก 1 จะถูกแทนด้วยระดับแรงดันไฟฟ้า $+5V_{dc}$ และสถานะลิจิก 0 จะแทนได้ด้วยระดับแรงดัน $0V_{dc}$ ซึ่งระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้แทนสถานะลอจิก 1 และ 0 อาจจะเป็นค่าอื่นนอกเหนือจากนี้ แต่จุดสำคัญก็คือเอาท์พุทของฟลิปฟลอปจะมีระดับแรงดันเพียง 2 ระดับเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงอาจจะเรียกฟลิปฟลอปได้อีกชื่อหนึ่งว่า **ไบสเตเบิล (bistable)** หรืออุปกรณ์ที่มี **สถานะที่คงที่ 2 สถานะ** ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์หน่วยความจำในคอมพิวเตอร์ ตัวหารความถี่เคาน์เตอร์หรือวงจรนับ และอุปกรณ์ประยุกต์ใช้งานทางดิจิตอลอื่นๆ

1. วงจร $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอปพื้นฐาน

วงจร $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอปอย่างง่ายสามารถสร้างขึ้นได้จากการต่อเชื่อมแนนด์เกท 2 ตัวเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 7.1(a) โดยมีอินพุทคือ ขา $\overline{S}$ และ $\overline{R}$ ส่วนขาเอาท์พุทกำหนดให้เป็น Q และ $\overline{Q}$



S	R	Q	Action
0	0	Nc	No change
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	-	Undefined

(a) (b)

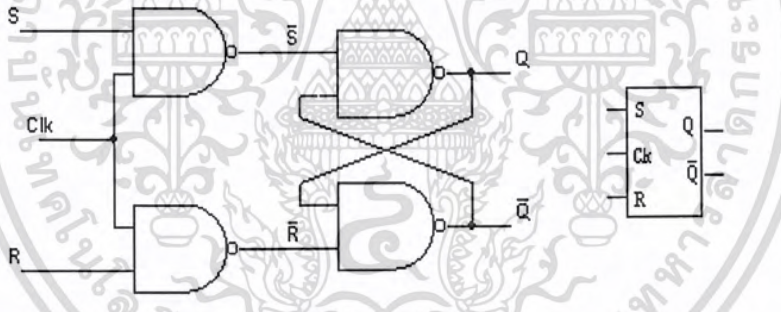
รูปที่7.1 (a)วงจร $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอปพื้นฐาน (b)ตารางความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณคล็อกของ RS ฟลิปฟลอป

ในการประยุกต์ใช้งาน $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอป เรามักจะพบกันว่าใช้ $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอปเป็นตัวเก็บข้อมูลที่เป็นเลขฐานสอง และข้อมูลสามารถถูกเลื่อนออกไปและเปลี่ยนแปลงสถานะได้ ดังรูปที่ 7-2(a) วงจรมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ถ้า S = R = 0 สัญญาณพัลส์บวกที่เลื่อนเข้ามาจะไม่มีผลต่อสถานะที่ขา Q เนื่องจากเอาท์พุทของแนนด์เกททั้งคู่คือ X และ Y มีสถานะเป็นไฮ
2. ถ้า S = 1 และ R = 0 สัญญาณพัลส์บวกที่เลื่อนเข้ามา จะทำให้เอาท์พุทของแนนต์เกท X มีสถานะเป็นโลว์ ซึ่งจะทำให้ฟลิปฟลอปถูกเซท (Q = 0)
3. ถ้า S = 0 และ R = 1 สัญญาณพัลส์บวกที่เลื่อนเข้ามาจำทำให้เอาท์พุทของแนนด์เกท Y มีสถานะเป็นโลว์ ทำให้ฟลิปฟลอปถูกระเซท (Q =0)
4. ถ้า S = R = 1 ในสถานะเช่นนี้จะทำให้สถานะที่เอาท์พุท Q ผิดพลาด เนื่องจากสัญญาณพัลส์บวกจะทำให้แนนด์เกททั้งคู่มีสถานะที่เอาท์พุทเป็นโลว์ซ้ำๆ กัน



รูปที่7.2 สัญญาณคล็อกของ RS ฟลิปฟลอป

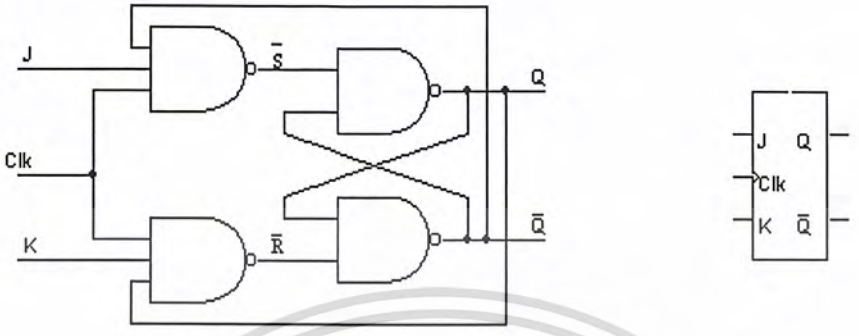
สำหรับการปฏิบัติสามารถสรุปได้ดังตารางความจริงในรูปที่ 7.2(b)

2. สัญญาณคล็อกของ JK ฟลิปฟลอป

ในระบบดิจิตอลส่วนใหญ่จะปฏิบัติงานในซิงโครนัสโหมด (Synchronous mode) ซึ่งความหมายของคำว่าซิงโครนัสจะหมายถึง ระบบมีการทำงานที่คล้องจองหรือซิงโครไนซ์กันระหว่างสัญญาณคล็อกกับฟลิปฟลอป นั่นคือฟลิปฟลอปจะเปลี่ยนแปลงสถานะได้ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณคล็อกเข้ามาเท่านั้น JK ฟลิปฟลอปเป็นตัวอย่างหนึ่งของฟลิปฟลอปที่ปฏิบัติงานในซิงโครนัสโหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมีการใช้งานที่กว้างขวางมาก สัญลักษณ์ของฟลิปฟลอปแสดงได้ดังรูปที่ 7.3(a) และตารางความจริงสำหรับการปฏิบัติแสดงได้ดังรูปที่ 7.3(b)



(a)

t_n		t_{n+1}
J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}_n$

(b)

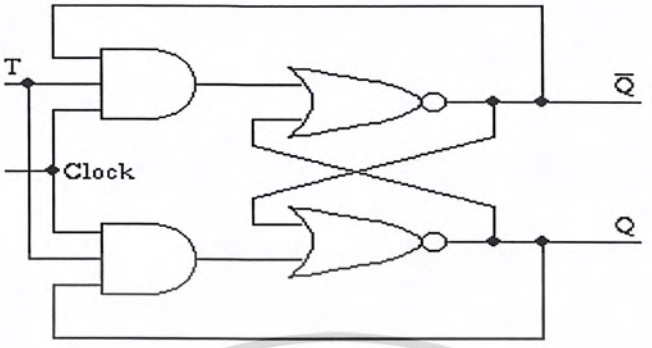
รูปที่7.3 คล็อก JK มาสเตอร์-สเล็ฟว์ ฟลิปฟลอป (a) สัญลักษณ์ (b) ตารางความจริง

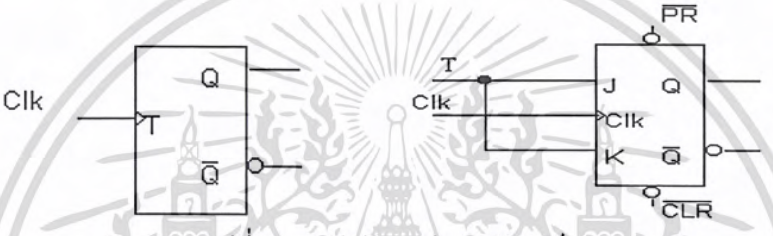
3. T-ฟลิปฟลอป

ฟลิปฟลอปอีกชนิดหนึ่งที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นฟลิปฟลอปที่เอาท์พุท มีการเปลี่ยนแปลงสถานะตลอดเวลาที่มีคล็อกพัลส์เข้ามา เราเรียกฟลิปฟลอปชนิดนี้ว่า **T-ฟลิปฟลอป** ดังแสดงในรูปที่ 7.4(a) และรูปคลื่นสัญญาณแสดงการปฏิบัติงาน แสดงได้ดังรูปที่ 7.4(b) พึงสังเกตว่า เอาท์พุทของฟลิปฟลอปจะเปลี่ยนแปลงสถานะทุกครั้งที่สัญญาณคล็อกเปลี่ยนสถานะจากไฮเป็นโลว์เสมอ และความถี่ของการเปลี่ยนแปลงสถานะที่เอาท์พุท Q จะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ของคล็อกอินพุท (T) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้นำฟลิปฟลอปชนิดนี้ไปใช้เป็นตัวแบ่งความถี่ เราสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้าง T-ฟลิปฟลอปขึ้นได้จาก JK มาสเตอร์สเล็ฟว์ฟลิปฟลอป โดยต่ออินพุท J และ K เข้ากับไฟ $+5V_{dc}$ ($+5V_{dc}$ = 1)





รูปที่7.4 T-ฟลิปฟลอป สัญลักษณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรโดยใช้ไอซีเบอร์ 7400 ต่อวงจร $\overline{R}\,\overline{S}$ ฟลิปฟลอป พื้นฐานตามรูปที่ 7.1 (a) ต่อขาอินพุท $\overline{S}$ และ $\overline{R}$ เข้ากับไฟ $+5V_{dc}$ (สถานะลิจิก 1) วัดระดับแรงดันที่ขาเอาท์พุท Q และ $\overline{Q}$ และบันทึกค่า

   Q = _____ $\overline{Q}$ = _____

3. ต่อขา $\overline{S}$ ลงกราวนด์ และ คงสถานะ $\overline{R}$ ไว้เหมือนเดิม($+5V_{dc}$) เสร็จแล้วสลับสถานะที่ขา $\overline{S}$ เป็น $+5V_{dc}$ วัดค่าที่ขาเอาท์พุท Q = _____ และ $\overline{Q}$ =_____สังเกตดูว่าฟลิปฟลอปถูกเซทหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ต่อขา $\overline{S}$ เข้ากับ $+5V_{dc}$ และขา $\overline{R}$ ลงกราวนด์ แล้วสลับอินพุทของขา $\overline{R}$ เป็น $+5V_{dc}$ บันทึกค่า Qที่วัดได้ Q = _____ $\overline{Q}$ =_____
สังเกตดูว่าฟลิปฟลอปถูกเซทหรือไม่

5. ทดลองต่อขา $\overline{R}$ และ $\overline{S}$ ลงกราวนด์ วัดดูว่าสถานะของขา $\overline{Q}$ เป็นอย่างไร ? ผลที่วัดได้ตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 4 สอดคล้องกับตารางความจริงของ $\overline{R}$ $\overline{S}$ ฟลิปฟลอป ในรูปที่ 7-1 หรือไม่

6. ต่อวงจรตามรูปที่ 7.2 (a) กำหนดให้สถานะลอจิก 0 = $0V_{dc}$ และลอจิก 1 = $+5V_{dc}$ พิสูจน์ความถูกต้องของตารางความจริงดังแสดงในรูปที่ 7.2(b) โดยการป้อนสัญญาณอินพุทที่เหมาะสมและบันทึกผลที่ได้ สำหรับสัญญาณพัลส์อาจจะเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ผลิตจากตัวกำเนิดสัญญาณโดยกำหนดให้ 1 คาบของสัญญาณเท่ากับพัลส์ที่จะป้อนเข้ามา 1 ลูก

ตารางที่ 1

S	R	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

7. ป้อนสัญญาณ (ในลักษณะเดียวกับข้อ 5) เข้าสู่ตัวไอซี และพิสูจน์ความถูกต้องของตารางความจริงที่แสดงในรูปที่ 7.3(b) บันทึกผล

ตารางที่ 2

t_n		t_{n+1}
J	K	Q_{n+1}
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8

อะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

อะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ เป็นวงจรสวิทชิ่งชนิดหนึ่งที่มีสถานะต่างกัน 2 สถานะ ซึ่งสถานะทั้งสองนี้เป็นสถานะที่ไม่คงที่ นั่นคือวงจรจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่ง (ที่ไม่คงที่) ไปสู่อีกสถานะหนึ่งที่ไม่คงที่เช่นกันตลอดเวลา หรือกล่าวได้ว่า วงจรจะเกิดการออสซิลเลททำให้ได้สัญญาณคลื่นที่เอาท์พุทเป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยมต่อเนื่องกันการประยุกต์ใช้งานวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ก็ได้แก่เป็นตัวผลิตสัญญาณคล็อกให้แก่ระบบดิจิตอล

555 ไทม์เมอร์

ไอซีไทม์เมอร์เบอร์ 555 เป็นไอซีที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับไอซีทีทีแอล นั่นคือสามารถปฏิบัติงานได้ทั้งในโหมดโมโนสเตเบิล (เช่นเดียวกัน MMV ในการทดลองก่อน) หรือในอะสเตบิลโหมด สำหรับการใช้งานในอะสเตเบิลโหมดก็ได้แก่ออสซิลเลเตอร์ ซึ่งความถี่ที่ออสซิลเลทออกมา และดิ้วตี้ไซเคิลจะมีค่าที่เที่ยงตรง และถูกควบคุมโดยตัวต้านทานภายนอกคือ R_A และ R_B และไทม์มิ่งคาปาซิเตอร์ C

ความถี่

สัญลักษณ์ลอจิกของไอซี LM555 ไทม์เมอร์ ถูกต่ออยู่ในลักษณะของวงจรออสซิลเลเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 8-1 ไทม์มิ่งคาปาซิเตอร์ C จะประจุผ่าน $+V_{CC}$ ผ่านตัวต้านทาน R_A และ R_B ซึ่งสามารถคำนวณช่วงเวลาประจะ (Charging time) t_1 ได้จากสมการ

$t_1 = 0.693\ (R_A + R_B)\ C$

ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เอาท์พุทมีสถานะเป็นไฮ ดังรูปที่8.1

ไทม์มิ่งคาปาซิเตอร์ C จะคายประจุลงกราวนด์ผ่าน R_B ช่วงเวลาที่คายประจะแทนด้วย t_2 ซึ่งคำนวณค่าได้จากสมการ

$t_2 = 0.693\ R_BC$

ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เอาท์พุทมีสถานะเป็นโลว์ ดังแสดงในรูปที่8.1

ดิวตี้ไซเคิล

อ้างถึงรูปคลื่นที่เอาท์พุทที่แสดงในรูปที่8.1 ค่าดิวตี้ไซเคิลหมายถึง อัตราส่วนของ t_2 ต่อคาบเวลา ดังนั้น

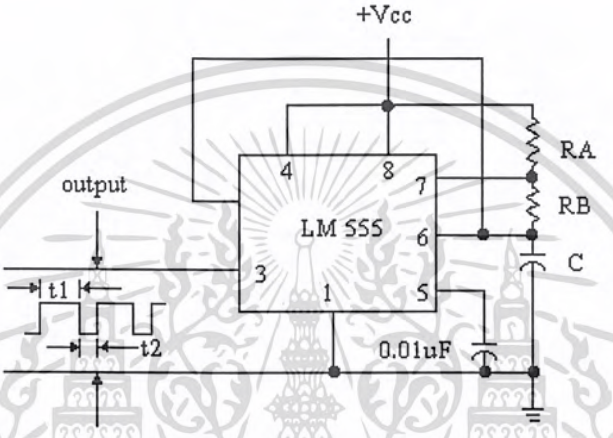
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ดิวตี้ไซเคิล} = \frac{t_2}{t_1 + t_2} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

ตัวอย่าง ถ้า R_A = 3.9 kΩ , R_B = 3k Ω และ C = 0.01 μF จะได้

$$\text{ดิวตี้ไซเคิล} = \frac{2.08 \times 10^{-5}}{6.86 \times 10^{-5}} = \mathbf{0.30\ (30\%)}$$

พึงสังเกตว่า R_A จะต้องไม่เท่ากับศูนย์ เพราะว่าไอซี 555 จะคายประจุ C ด้วยการต่อขา 7 ลง GND ดังนั้นถ้า R_A มีค่าเป็นศูนย์โอห์ม $+V_{CC}$ ก็จะต่อกับขา 7 โดยตรง ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่ถูกต้องต่อวงจร



รูปที่8.1 อะสเตเบิล

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรดังรูปที่ 8-1 ใช้ R_A = 1KΩ , R_B = 4.7kΩ และ C = 0.1 μF
3. ใช้ออสซิลโลสโคปตรวจวัดรูปคลื่นที่เอาท์พุทขา 3 บันทึกรูปคลื่นที่ปรากฏอย่างละเอียดในตารางที่ 1 แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าและช่วงเวลา t_1 , t_2 ให้ชัดเจน พร้อมกับคำนวณค่าความถี่ของสัญญาณและดิวตี้ไซเคิล ค่าที่ได้ควรจะสอดคล้องกับค่าที่ได้ในแบบทดสอบ

   F = ... ; ดิวตี้ไซเคิล = ...

4. ปฏิบัติขั้นตอนที่ 2,3 อีกครั้ง โดยกำหนดให้ R_A = R_B = 33k และ C = 0.01 μF

   F = ... ; ดิวตี้ไซเคิล = ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9

ชิฟท์รีจีสเตอร์ (Shift Register)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรชิฟท์รีจีสเตอร์โดยใช้ฟลิปฟลอป
2. เพื่อศึกษาการเลื่อนข้อมูลเข้าไปในรีจีเตอร์อย่างอนุกรม
3. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

รีจีสเตอร์เป็นอุปกรณ์ลอจิกชนิดหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายมากในระบบดิจิตอล ซึ่งใช้รีจีสเตอร์เป็นตัวเก็บข้อมูลที่อยู่ในรูปของเลขฐานสองและปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ลอจิก นอกจากนี้รีจีสเตอร์ยังง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงให้เป็นดิจิตอลเคาน์เตอร์อีกหลายชนิด ซึ่งรูปแบบที่ง่ายที่สุดของรีจีสเตอร์ก็คือ ชิฟท์รีจีสเตอร์แบบอนุกรม

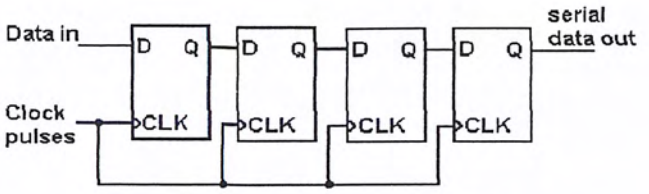
ชิฟท์รีจีสเตอร์อนุกรม

ชิฟท์รีจีสเตอร์สามารถสร้างขึ้นได้จากการต่อฟลิปฟลอปเข้าด้วยกัน ซึ่งเราทราบแล้วว่าหน้าที่ของชิฟท์รีจีสเตอร์ใช้ในการเก็บข้อมูลเลขฐานสอง ซึ่งเลขฐานสองแต่ละบิทจะต้องใช้ฟลิปฟลอปหนึ่งตัว นอกจากนี้เทคนิคการต่อฟลิปฟลอปจะต้องต่อในลักษณะที่เลขฐานสองถูกป้อนเข้าไปในรีจีสเตอร์ และสามารถเลื่อนออกมาที่เอาท์พุทได้ ซึ่งกลุ่มของฟลิปฟลอปที่ทำงานในลักษณะดังกล่าวเรียกว่า **"ชิฟท์รีจีสเตอร์"** รูปแบบของการป้อนข้อมูลเข้าไปในรีจีสเตอร์ครั้งละ 1 บิท แบบอนุกรม เราเรียกว่า **ชิฟท์รีจีสเตอร์อนุกรม** เพื่อที่จะให้เข้าใจการปฏิบัติงานของรีจีสเตอร์อนุกรมได้ง่ายขึ้น ก่อนอื่นเราจะต้องทำความเข้าใจตารางความจริงของ JK มาสเตอร์-สเล็ฟว์ฟลปฟลอปเป็นอันดับแรก ดังรูปที่9.1 ซึ่งจุดสำคัญในการปฏิบัติงานของฟลิปฟลอป JK อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. เซทฟลิปฟลอป A ให้เป็น 1 คงสถานะของอินพุท J ให้มีสถานะเช่นเดียวกับขา A (ไฮ) และคงสถานะของอินพุท K ให้มีสถานะเป็นโลว์ ภายใน 1 คาบเวลาของสัญญาณคล็อก
2. เซทฟลิปฟลอป A ให้เป็น 0 คงสถานะของอินพุท J ให้มีสถานะเป็นโลว์ และคงสถานะของอินพุท K ให้เป็นไฮ ในช่วง 1 คาบเวลา
3. คงสถานะของทั้งอินพุท J และ K ให้มีสถานะเป็นเช่นเดียวกับสถานะที่ขา A (โลว์) ซึ่งจะเป็นการดิสเอเบิลฟลิปฟลอป A นั่นคือไม่สามารถเซทหรือระเซทได้
4. ขณะใดก็ตามที่ฟลิปฟลอป A มีสถานะเป็น 1 (A มีสถานะเป็นไฮ) สถานะ 1 จะถูกเลื่อนเข้าไปยังฟลิปฟลอป B ในระหว่างสัญญาณคล็อกลูกต่อไป (B จะมีสถานะเป็นไฮ)
5. ขณะใดก็ตามที่สถานะ 0 ปรากฏขึ้นที่ฟลิปฟลอป A(A มีสถานะเป็นโลว์) B จะถูกรีเซทให้เป็นโลว์ในระหว่างสัญญาณคล็อกลูกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

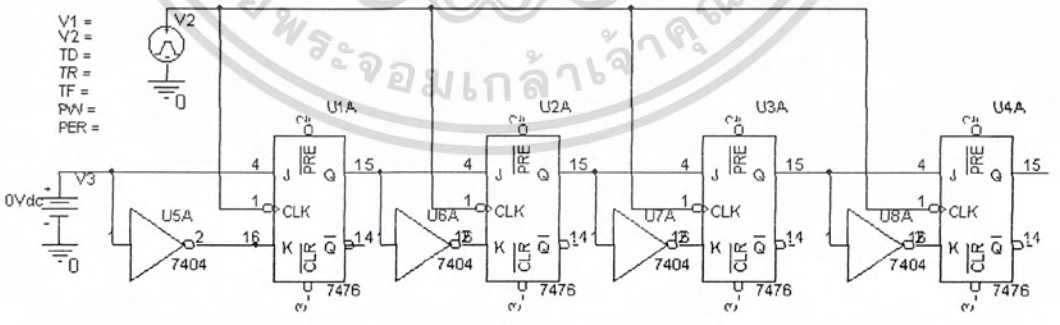
SISO SHIFT REGISTERS (SERIAL IN/SERIAL OUT)



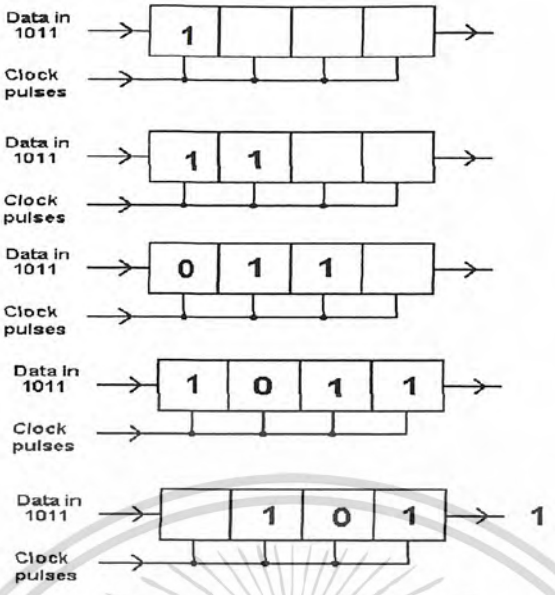
J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	1
1	0	0
1	1	$\overline{Q}_n$

รูปที่9.1 ผังภาพชิฟท์รีจีสเตอร์อนุกรม และ ตารางความจริง

จากรูปแสดงชิฟรีจีสเตอร์ขนาด 4 บิทซึ่งมีความสามารถในการเก็บข้อมูลที่เป็นเลขฐานสองขนาด4 บิทได้ ในการเลื่อนข้อมูลเข้าไปในรีจีสเตอร์แต่ละครั้งจะต้องใช้สัญญาณคล็อก 1 ลูกเสมอ เพราะฉะนั้นถ้าเลื่อนข้อมูลขนาด 4 บิท จึงต้องใช้สัญญาณคล็อกถึง 4 ลูก โดยข้อมูลที่เลื่อนข้าไปนั้นจะต้องมีรูปแบบการเลื่อนเป็นแบบอนุกรม (Serial)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9.2

นั่นคือ ข้อมูล 1 บิท ต่อ 1 ช่วงเวลา นั่นเอง จากวงจรจะเห็นว่ามีอินเวอร์เตอร์ต่ออยู่ระหว่างขาอินพุท J และ K ของฟลิปฟลอป A จะเป็นตัวยืนยันว่า K จะมีสถานะเท่ากับคอมพลีเม้นท์ของ J เสมอ เลขฐานสองสามารถถูกเลื่อนเข้าไปสู่บิทที่มีนัยสำคัญสูงสุด (MSB) หรือสู่บิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อนก็ได้ ในรูปที่9.2 แสดงถึงสัญญาณคลื่นสำหรับการเลื่อนข้อมูลเลขฐานสองจำนวน 1011 เข้าไปสู่รีจีสเตอร์ ในกรณีนี้ข้อมูลจะถูกเลื่อนเข้าไปสู่บิท MSB ในฟลิปฟลอป D

สรุปโดยย่อ ชิฟท์รีจีสเตอร์แบบอนุกรมมีความสามารถในการเก็บข้อมูลขนาด n บิทได้ โดยใช้ฟลิปฟลอปจำนวน n ตัว และจำนวนคล็อก n ลูก ในการเลื่อนข้อมูลสู่รีจีสเตอร์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ต่อวงจรชิฟท์รีจีสเตอร์แบบอนุกรมดังรูปที่ 9.2 ต่อขาอินพุท J ของฟลิปฟลอป A ลงกราวนด์ เซทสถานะของฟลิปฟลอปทุกตัวให้เป็น 0 เสร็จแล้วป้อนสัญญาณคล็อกเข้าสู่วงจร ตรวจวัดเอาท์พุทของฟลิปฟลอปและบันทึกการตอบสนองของสัญญาณ
3. ปฏิบัติขั้นตอนที่ 1 ใหม่ แต่เซทสถานะฟลิปฟลอปให้เป็น 1 ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10
ตัวนับเลขฐาน2 / ไบนารี่เคาน์เตอร์
(Binary Counter)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรนับเลขฐาน 2 พื้นฐาน
2. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรแอนด์เกทสำหรับเป็นตัวดีโค๊ดไบนารี่เคาน์เตอร์
3. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

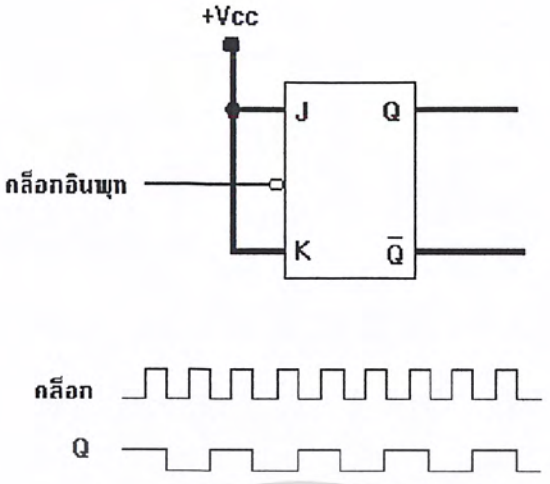
เนื้อหาในการทดลอง

ฟลิปฟลอปสามารถนำมาต่อร่วมกันเพื่อให้ทำงานเป็นตัวนับสัญญาณดิจิตอลได้ ซึ่งตัวนับในลักษณะนี้มีการประยุกต์ใช้งานในดิจิตอลคล็อก ตัวนับความถี่ (Frequency counter) โวลท์มิเตอร์แบบดิจิตอล ดิจิตอลคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ อีกมากมาย วงจรพื้นฐานของตัวนับเลขฐาน 2 สามารถสร้างได้อย่างง่ายๆ โดยอาศัยหลักการพื้นฐานที่ไม่ยากนัก

ตัวนับแบบหารด้วย 2 (Divide-by-2 Counter)

ฟลิปฟลอปเพียงตัวเดียวเราสามารถนำมาสร้างตัวนับแบบหารด้วย 2 ได้ เรามาพิจารณา JK มาสเตอร์สเล็ฟว์ฟลิปฟลอป ดังแสดงในรูปที่ 10.1(a) อินพุท J และ K ต่างก็ต่ออยู่กัน $+V_{CC}$ ซึ่งทำให้ฟลิปฟลอปตัวนี้มีคุณสมบัติเหมือนกับ T-ฟลิปฟลอปแบบธรรมดา นั่นคือสถานะที่เอาท์พุทจะเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่มีสัญญาณคล็อกลบป้อนเข้ามารูปที่ 10.1(b) ได้แสดงถึงรูปคลื่นของสัญญาณคล็อกอินพุทและเอาท์พุทของฟลิปฟลอป จะสังเกตเห็นว่าความถี่ของสัญญาณเอาท์พุทจะเป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ของสัญญาณคล็อกที่อินพุทอย่างแท้จริง ดังนั้นจึงถูกขนานนามว่าเป็นวงจรนับแบบหารด้วย 2

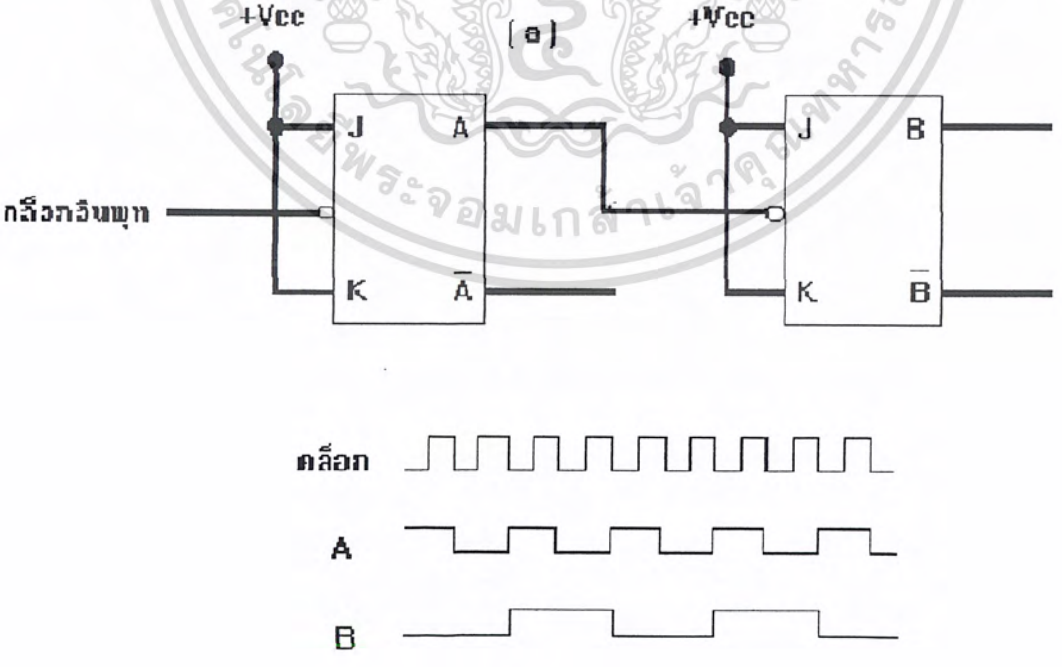
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.1 วงจรนับแบบหารด้วย 2 (a) T ฟลิปฟลอป (b) สัญญาณคลื่น

วงจรนับแบบหารด้วย 4 (Divide-by-4 Counter)

ในรูปที่ 10.2(a) แสดงการนำเอา T-ฟลิปฟลอป 2 ชุดมาต่อเข้าด้วยกัน อินพุทของฟลิปฟลอป A เป็นสัญญาณคล็อก และเอาท์พุทจะถูกต่อไปเป็นอินพุทของฟลิปฟลอป B สัญญาณคล็อกสัญญาณที่ A และ B แสดงได้ดังรูปที่ 10.2(b) จะสังเกตเห็นว่า ฟลิปฟลอป A เปลี่ยนแปลงสถานะทุกครั้งที่คล็อกเปลี่ยนสถานะเป็นลบ และฟลิปฟลอป B จะเปลี่ยนแปลงสถานะทุกครั้งที่ฟลิปฟลอป A เปลี่ยนไปสู่สถานะลบ (เนื่องจากฟลิปฟลอป A เป็นตัวขับฟลิปฟลอป B)



(b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B	A	นับ
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3
0	0	0

(c)

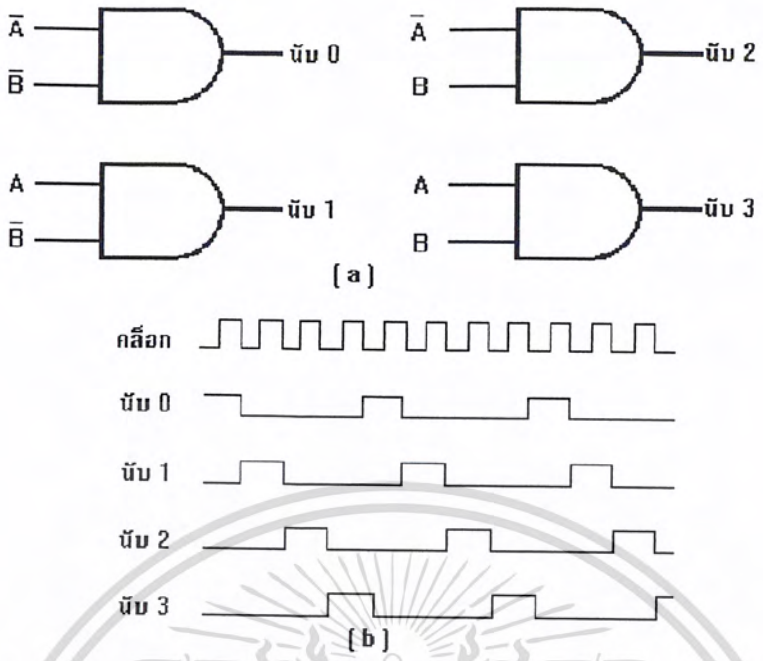
รูปที่10.2 ตัวนับแบบหารด้วย 4 (a) ผังภาพลอจิก (b) สัญญาณคลื่น (c) ตารางความจริง

รูปคลื่นที่แสดงในรูปที่ 10.2(b) แสดงถึงว่าสถานะเอาท์พุทของฟลิปฟลอปทั้ง 2 ตัวเกิดขึ้นในลักษณะของคาบเวลาซ้ำๆ กัน ในสถานะเริ่มแรก A และ B มีสถานะเป็นโลว์ (A = 0 , B = 0) เราบอกได้ว่าคือการนับ 0 หลังจากที่สัญญาณคล็อกเปลี่ยนสถานะไป 1 ลูก ทำให้สถานะของ A = 1 แต่ B = 0 ในลักษณะนี้คือการนับ 1 และเมื่อสัญญาณคล็อกเปลี่ยนสถานะผ่านไปอีก 1 ลูก ทำให้สถานะของ A = 0 , B = 1 นี่คือการนับ 2 สัญญาณคล็อกลูกถัดไปทำให้สถานะของ A = 1 , B = 1 เรียกว่าการนับ 3 และในสถานะสุดท้าย A = 0 และ B = 0 เป็นการย้อนกลับไปนับ 0 ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งขบวนการนับทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ แสดงในตารางความจริงรูปที่ 10.2(c)

การถอดรหัสของตัวนับแบบหารด้วย 4

วงจรนับแบบหารด้วย 4 สามารถนำไปถอดรหัสได้โดยการต่อด้วยแนนด์เกท ซึ่งมีการปฏิบัติงานดังแสดงในตารางความจริงของรูปที่ 10.2(c) ส่วนรูปสัญญาณคลื่นต่างๆ แสดงได้ดังรูปที่ 10.3 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.3 การถอดรหัสของเคาน์เตอร์แบบหารด้วย 4 (a) แอนด์เกท (b) รูปคลื่น วงจรนับโมดูลัส

เมื่อเอาท์พุทของฟลิปฟลอปตัวหนึ่งถูกต่อไปเป็นสัญญาณขับฟลิปฟลอปตัวต่อไป วงจรนับในลักษณะนี้เรียกว่า วงจรนับไบนารี่ริปเปิ้ล (binary ripple counter) ซึ่งจำนวนของสถานะจะขึ้นอยู่กับจำนวนของฟลิปฟลอปที่ใช้โดยทั่วๆ ไป ถ้าใช้ฟลิปฟลอปจำนวน N ตัวจะให้กำเนิดสถานะต่างๆ ได้ถึง 2^N สถานะ ซึ่งจำนวน 2^N นี้คือ โมดูลัส (Modulus) ของวงจรนับ ตัวอย่างเช่น วงจรนับที่ประกอบด้วยฟลิปฟลอป 3 ตัว สามารถผลิตสถานะของสัญญาณได้ถึง $2^3 = 8$ สถานะ หรือ..คือ วงจรนับโมดูโล-8 (Modulo-8 counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรนับแบบหารด้วย 2 ดังรูปที่ 10.1(a) ใช้ทำการวัดคล็อกอินพุท และสัญญาณที่เอาท์พุทของฟลิปฟลอป บันทึกสัญญาณคลื่นที่ปรากฏ (รวมทั้งที่เอาท์พุท Q และ $\overline{Q}$) ระบุรับดับสัญญาณไฟตรง แอมปลิจูดของสัญญาณ คาบเวลา และความสัมพันธ์ระหว่างเฟสของสัญญาณอย่างละเอียด แอมปลิจูดของสัญญาณคล็อกควรจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง $+V_{DC}$

ตารางที่ 1

3. ทำการสร้างวงจรนับแบบหารด้วย 4 ดังรูปที่ 10.2(a) บันทึกสัญญาณคลื่นที่คล็อก A และคล็อก B (เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

4. ใช้แนนด์เกททดลองถอดรหัสการนับ 0 ของวงจรนับแบบหารด้วย 4 (ดังรูปที่ 10.3(a) ใช้สัญญาณของการนับ 0 เป็นสัญญาณอ้างอิง และใช้แอนด์เกทตัวอื่นเป็นตัวถอดรหัสเอาท์พุททั้ง 3 จงบันทึกสัญญาณที่ได้ (สัญญาณคลื่นที่ปรากฏควรจะ สอดคล้องดังรูปที่ 10.3(b)

ตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 11
วงจรนับขึ้นและนับลง
(Up-Down Counter)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรวงจรนับขึ้นและนับลง
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

เนื้อหาในการทดลอง

วงจรนับเลขฐาน 2 โดยทั่วๆ ไปจะประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการนับสถานะของสัญญาณที่เพิ่มขึ้นตามขบวนการนับตามลำดับ ในบางกรณีจะมีประยุกต์ใช้งานกับการนับจำนวนเลขฐานสองที่ลดลงตามลำดับ วงจรนับที่มีคุณสมบัติในการนับจำนวนเลขที่เพิ่มขึ้น หรือนับจำนวนเลขที่ลดลงได้นี้ เรียกว่า up-down counter ซึ่งการประยุกต์ใช้งานที่สำคัญที่สุดของวงจรนี้ก็คือ วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล หรือ A/D คอนเวอร์เตอร์ (Analog-to-digital convertor)

หลักการพื้นฐาน

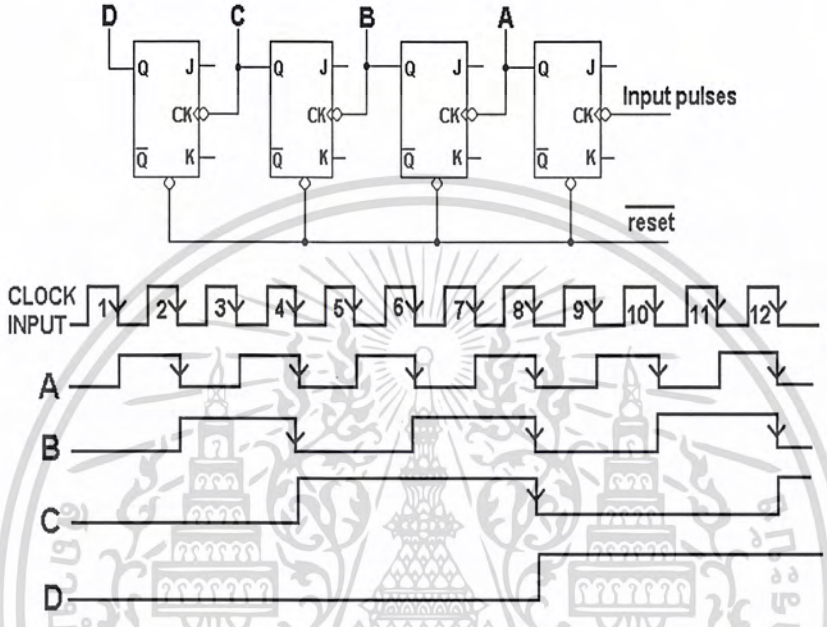
วงจรนับเลขฐานที่ใช้ฟลิปฟลอป 4 ตัว สามารถสร้างสถานะต่างๆ กันได้ถึง 16 สถานะ ซึ่งมีลำดับการนับเริ่มตั้งแต่ 0000 , 0001 , 0010 ,....., 1111 และย้อนกลับไปยัง 0000 ใหม่อีกครั้ง ในกรณีของ**การนับขึ้น** (up counter) วงจรนับจะเริ่มนับจากศูนย์และเพิ่มขึ้นตามลำดับด้วยจำนวนที่มากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งนับถึง 15(1111) วงจรนับจะรีเซทและย้อนกลับมาเริ่มนับศูนย์ใหม่

ส่วนในการณีของ**การนับลง** (down counter) วงจรนับที่ประกอบด้วยฟลิปฟลอป 4 ตัว ก็สามารถสร้างสถานะต่างๆ ได้ 16 สถานะเช่นกัน และมีลำดับการนับตามปกติคือ 1111 , 1110 , 1101 , ... , 0000 , 1111 ซึ่งขึ้นตอนการนับลงจะตรงข้ามกับการนับขึ้น คือ วงจรนับจะเริ่มนับจาก 15(1111) และนับต่อไปด้วยจำนวนที่น้อยลงเรื่อยๆ วงจรนับจะรีเซทเมื่อการนับจากศูนย์ (0000) ถึง 15(1111) ครบถ้วน

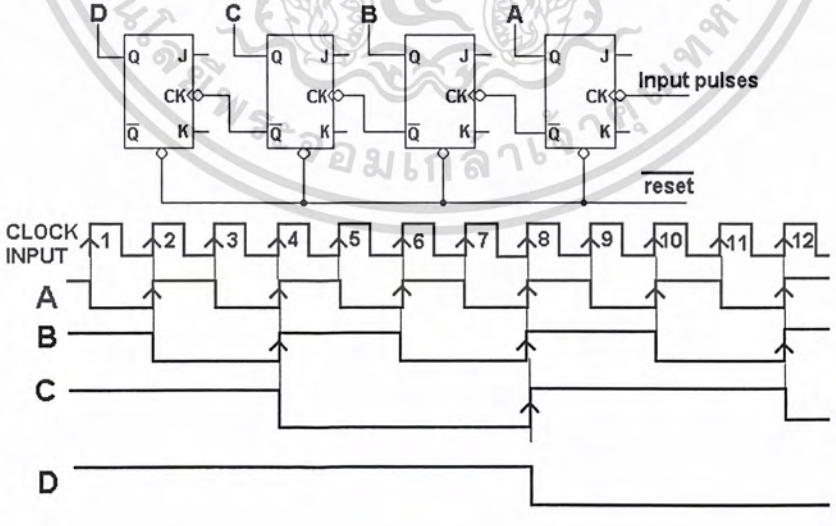
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนับขึ้น-นับลง

วงจรนับขึ้น-นับลงที่สมบูรณ์โดยพื้นฐานสร้างขึ้นมาจากการรวมสัญญาณต่างๆ ที่เหมาะสมให้มาปฏิบัติงานร่วมกัน ดังนั้นสัญญาณอินพุทของฟลิปฟลอปแต่ละตัวจึงสามารถดึงมาจากขาสถานะสัญญาณปกติหรือขาคอมพลีเม้นท์ของฟลิปฟลอปรัวที่อยู่ก่อนหน้านั้น ดังรูปที่ 11.2



รูปที่11.1 วงจรนับไบนารี่ริปเปิ้ล (a) วงจรนับขึ้น



รูปที่11.2 วงจรนับไบนารี่ริปเปิ้ล (b) วงจรนับลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรวงจรนับขึ้น ดังรูป 11.1 (a) แล้วป้อนสัญญาณคล็อก บันทึกสัญญาณคลื่นที่เอาท์พุท แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟสเทียบกับสัญญาณคล้อกอย่างละเอียด

ตารางที่ 1

3. ทดลองสร้างวงจรนับลง ดังรูป 11.1 (b) ป้อนสัญญาณคล้อก และบันทึกสัญญาณคลื่นที่ปรากฏ

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 12
วงจรนับที่สามารถกำหนดล่วงหน้าได้
(Presettable counters)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรนับแบบกำหนดล่วงหน้า
2. เพื่อเป็นการฝึกใช้โปรแกรม OrCAD ในการจำลองการทำงานของวงจร

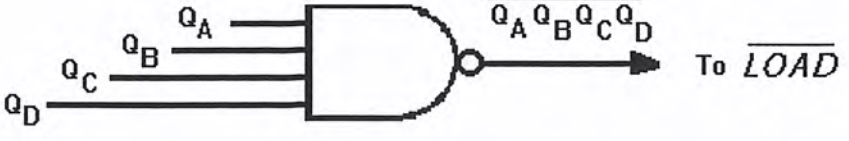
เนื้อหาในการทดลอง

เทคนิคในการต่อวงจรนับที่มีโมดูลัสต่าง มีมากมายหลายวิธีแต่วิธีหนึ่งก็คือ การใช้วงจรนับเลขฐาน สองที่มีการป้อนข้อมูลอินพุทแบบขนาน ไอซี MSI วงจรนับขึ้น/นับลงเบอร์ 193 ซึ่งเราใช้ในการทดลองที่ 11 นั้นมีฟังก์ชั่นการป้อนข้อมูลแบบขนาน ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะนำมาใช้ในการสร้างวงจรพรีเซทเทเบิลเคาน์เตอร์ ได้โดยสามารถกำหนดโมดูลัสได้ต่างๆกันจนถึงโมดูลัส 16 (ดังนั้นการทดลองที่11 นี้ควรจะปฏิบัติหลังจากที่การทดลองที่11 เสร็จสมบูรณ์

การกำหนดล่วงหน้า (Presetting)

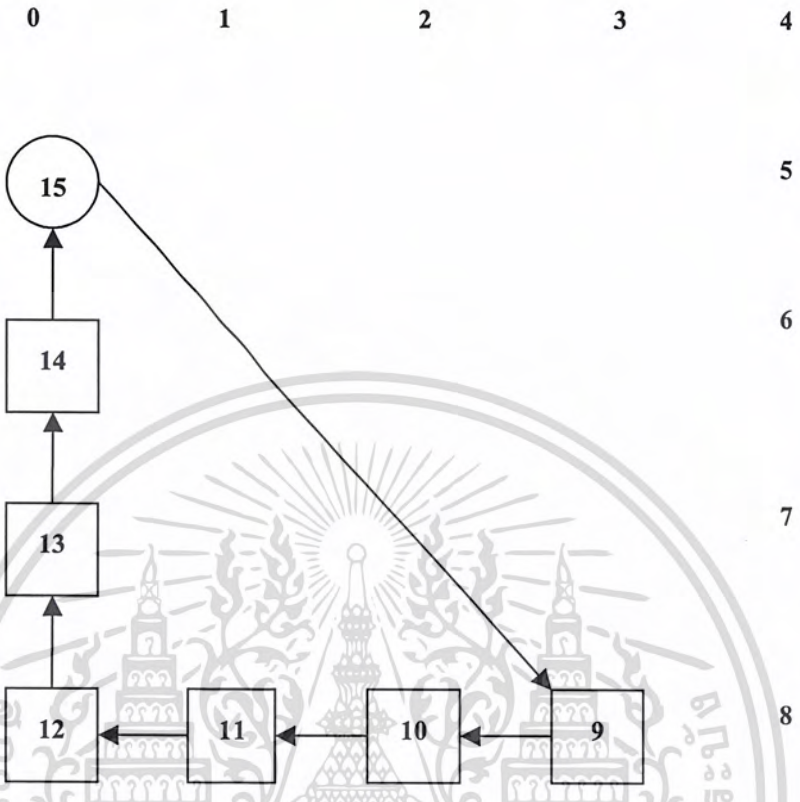
ไอซีเบอร์ '193 มีคุณสมบัติในการรับข้อมูลที่เป็นแบบขนานเข้ามาได้ ซึ่งช่วยให้วงจรนับสามารถถูกกำหนดล่วงหน้าให้ทำการนับจำนวนเลขที่กำหนดไว้ที่ขาอินพุทข้อมูลแบบขนาน(A,B,CและD) ในสภาวะที่ขาอินพุท parallel-load (LOAD) มีสถานะเป็นโลว์ข้อมูลที่ป้อนเข้ามาที่ขา ABCD จะถูกเลื่อนเข้าสู่วงจรนับ นั่นคือวงจรนับจะถูกกำหนดล่วงหน้าให้นับจำนวนเลขที่เป็นข้อมูลที่ขา ABCD นั้นเอง

ในการต่อวงจรนับแบบกำหนดล่วงหน้านั้นเราจะใช้ลอจิกเกทในการตรวจจับสัญญาณของสถานะที่คงที่เช่น สถานะ 15 (1111) และต่อสัญญาณเอาท์พุทของเกทไปทริกสัญญาณที่ขา $\overline{LOAD}$ ให้มีสถานะเป็นโลว์ แล้วอินพุทที่ ABCD จะถูกเลื่อนเขสู่วงจรนับ จากรูปที่12.1 สมมติให้ 4 อินพุทของแนนด์เกทเป็นQ_A, Q_B, Q_C, และ Q_D ส่วนเอาท์พุทของแนนด์เกทต่อไปยัง($\overline{LOAD}$)สถานะที่ $\overline{LOAD}$ จะเป็นโลว์ทุกครั้งที่ต่อเมื่อสถานะที่ Q_A, Q_B, Q_C, และ Q_D เป็นไฮทั้งหมด หรือสถานะเป็น 1 1 1 1 (15) ซึ่งจะทำให้วงจรนับถูกกำหนดล่วงหน้าที่ ABCD



รูปที่ 12.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12.2

ตัวอย่างเช่น สมมติให้ ABCD ถูกกำหนดอินพุทให้เป็น 9 (1001) เมื่อป้อนสัญญาณคล็อกเข้าสู่วงจรนับ วงจรนับจะเริ่มทำการนับไปจนถึง 15 (1 1 1 1) ซึ่งในขณะนี้ LOAD จะเปลี่ยนสถานะเป็นโลว์ และเลข 9 (1 0 0 1) จะถูกเลื่อนเข้าสู่วงจรนับจะทำการนับจำนวนโดยเริ่มจาก 9 , 10, 11, 12, 13, 14, และ 15 เป็นลำดับสุดท้ายแล้วกลับไปเริ่มนับ 9 ใหม่

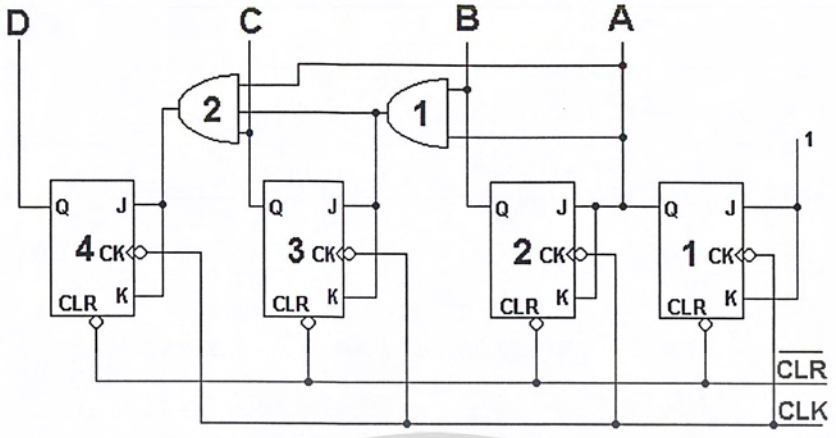
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานโปรแกรม OrCAD Release 9.1 จำนวน 1 เครื่อง
2. โปรแกรม OrCAD Release 9.1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เปิดโปรแกรม OrCAD โดยคลิ๊ก Start -> Programs -> OrCAD Relase 9.1 -> Capture CIS
2. ทำการสร้างวงจรดังรูปที่ 12.3 และเซทค่าในการ simulate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกค่าที่ได้

ตารางที่ 1

State				Count
D	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

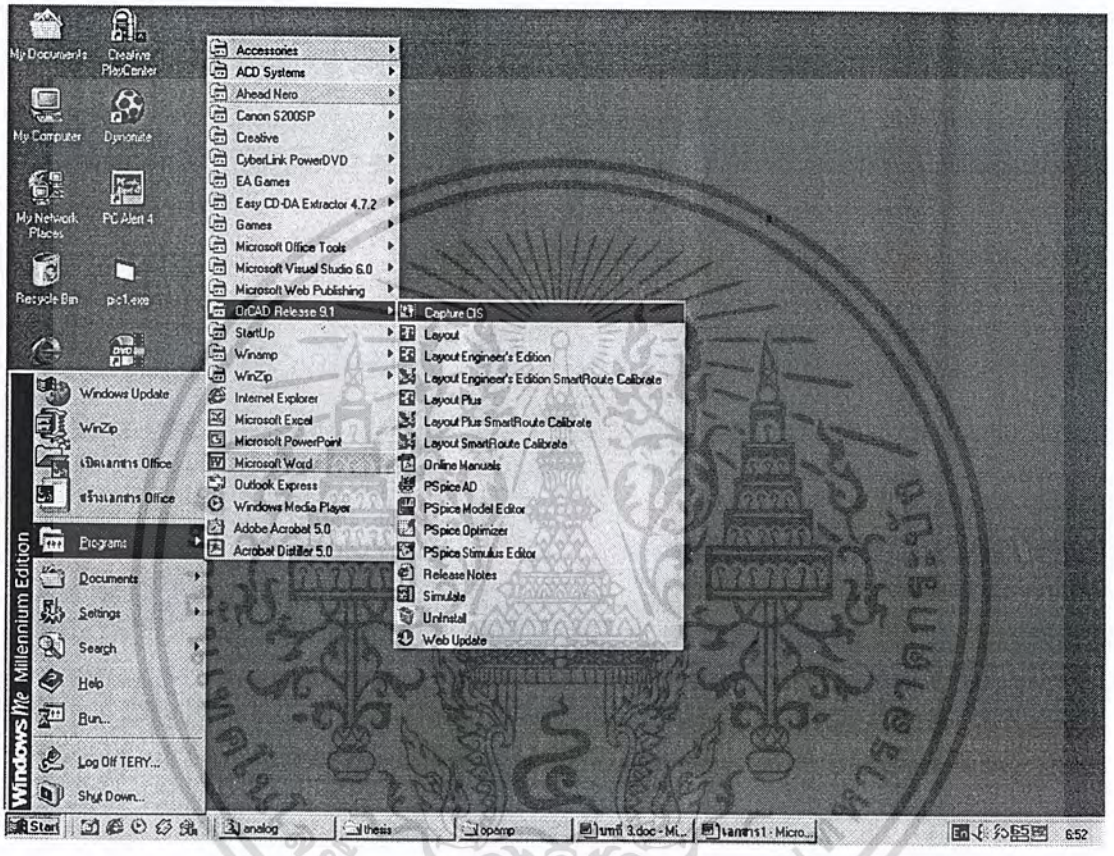
ผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม OrCAD 9.1

การใช้งานโปรแกรม OrCAD 9.1 เบื้องต้น เริ่มต้น

1. ทำการเปิดโปรแกรมโดยคลิ๊ก Start --> Program --> OrCAD Release 9.1 --> Capture CIS ดังรูป



2. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะได้หน้าจอดังรูป ทำการสร้างไฟล์ที่จะทำการทดลอง โดยคลิ๊ก File --> New --> Project จะมีฟอร์มดังรูป โดย

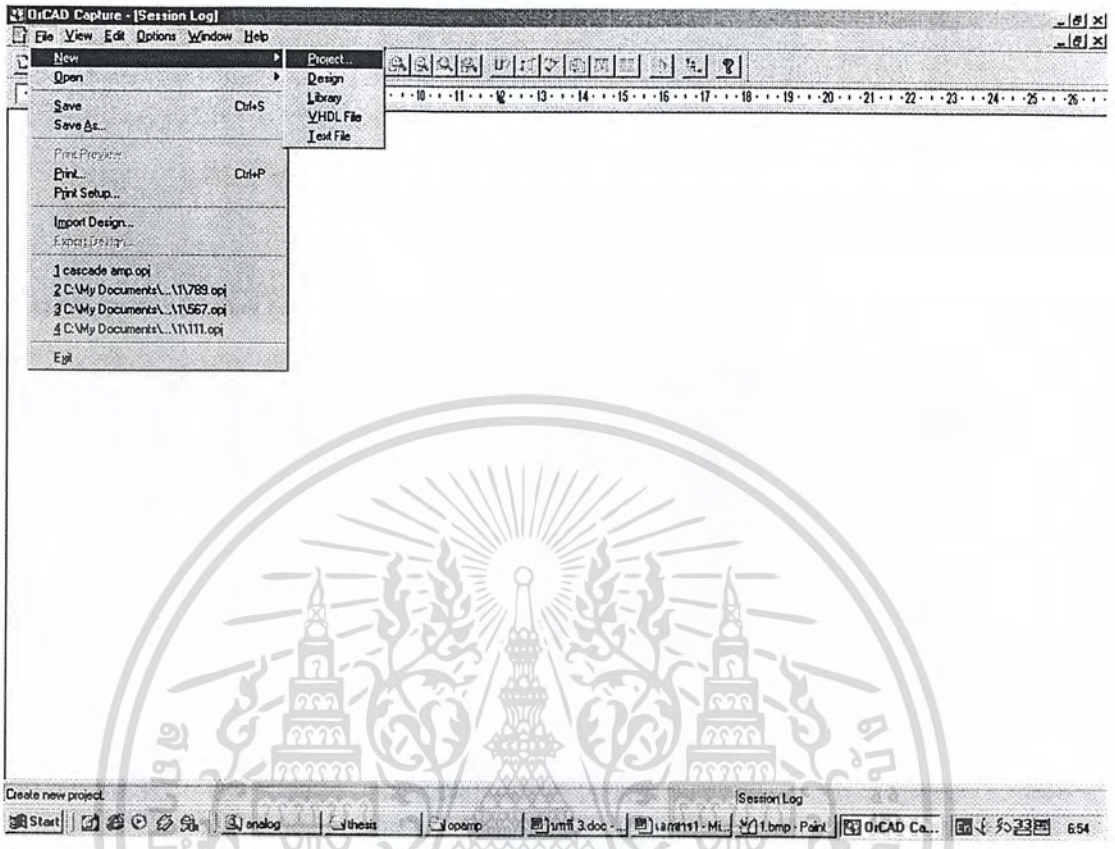
2.1 Name ใส่ชื่อไฟล์

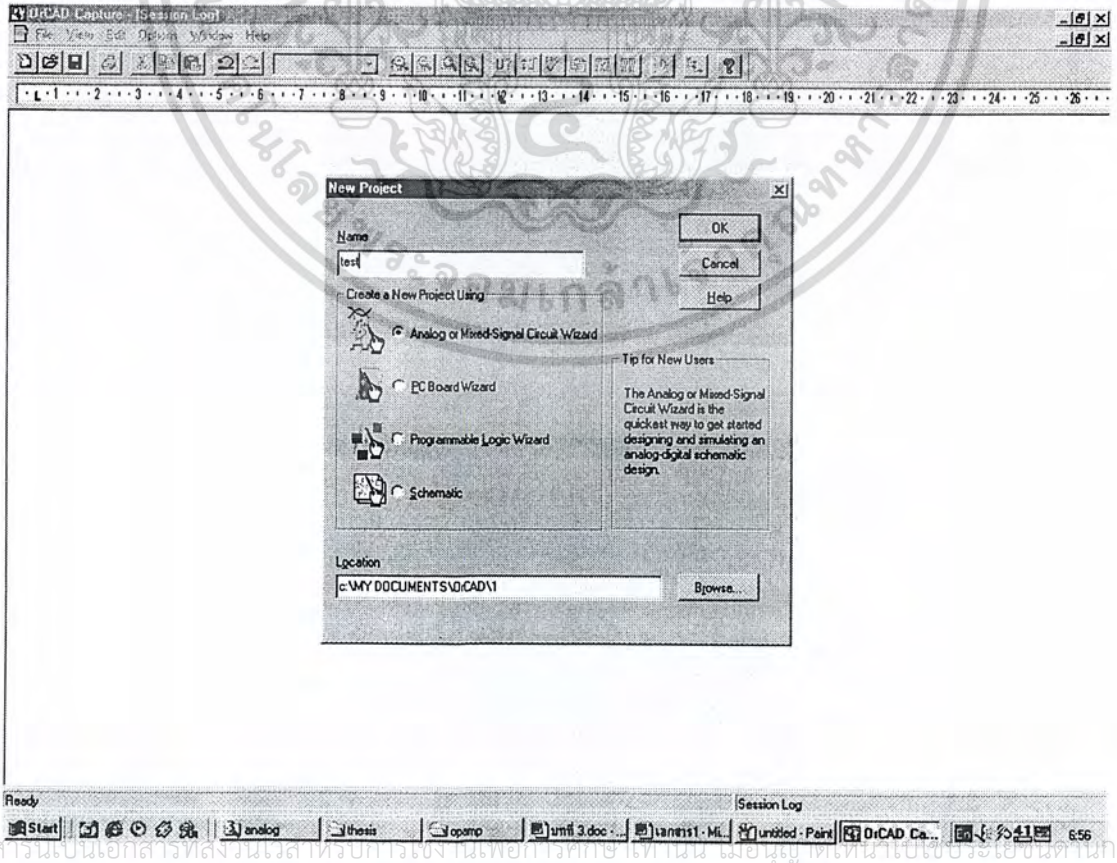
2.2 เลือก Analog or Mixed-Signal Circuit Wizard

2.3 Location คือ Part ต้องการจะเซฟ

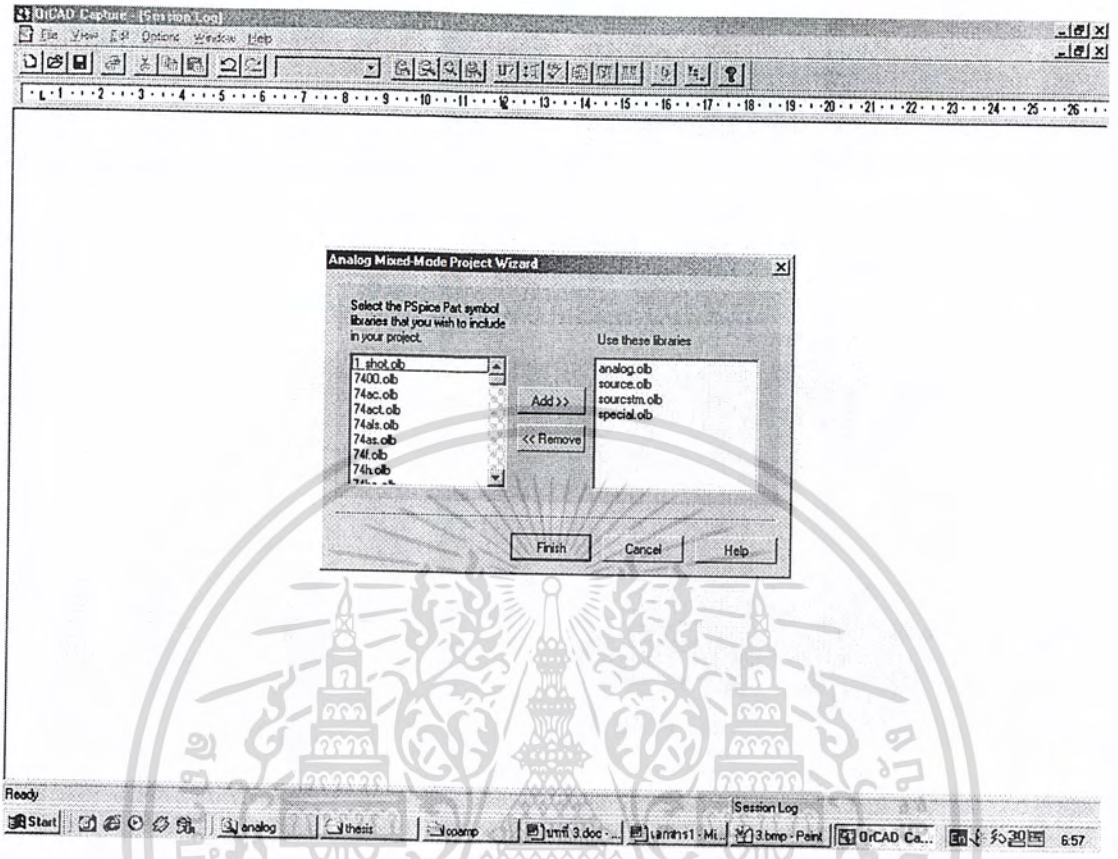
หลังจากนั้นก็กด OK ก็จะขึ้นหน้าจอการ Add-Libraries แล้วกด Finish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



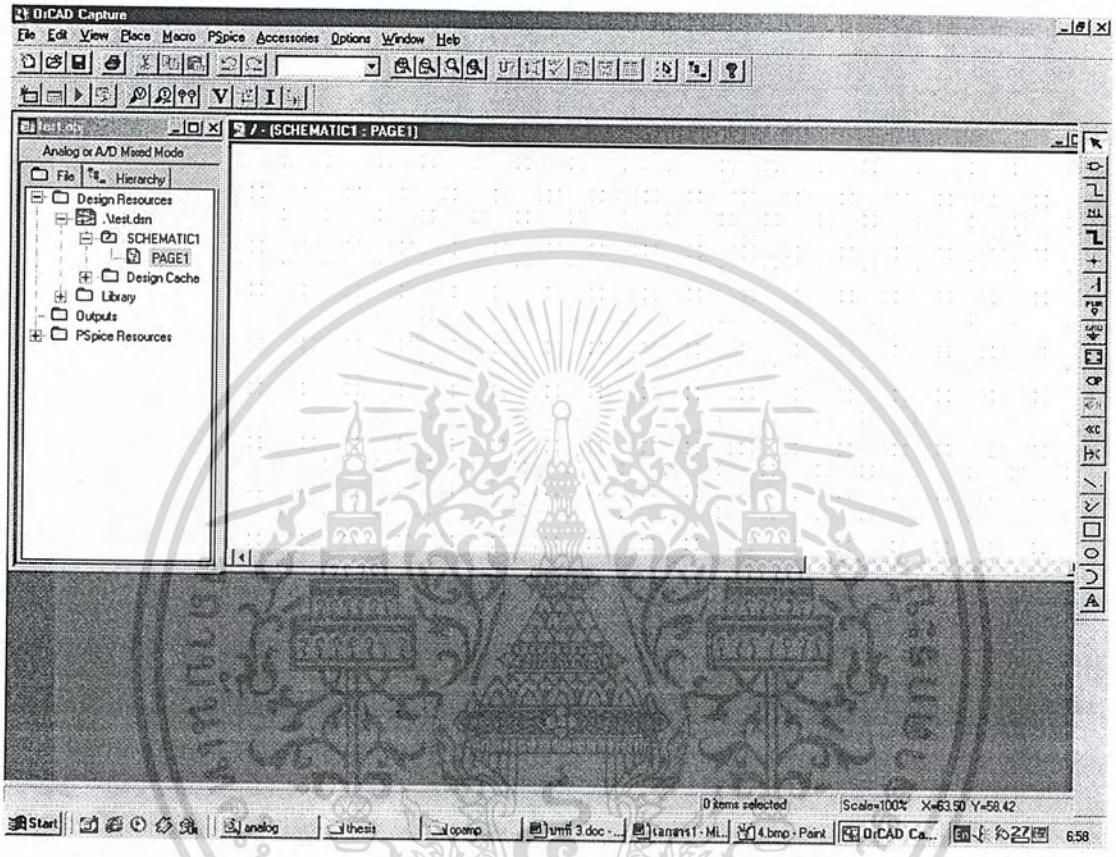


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



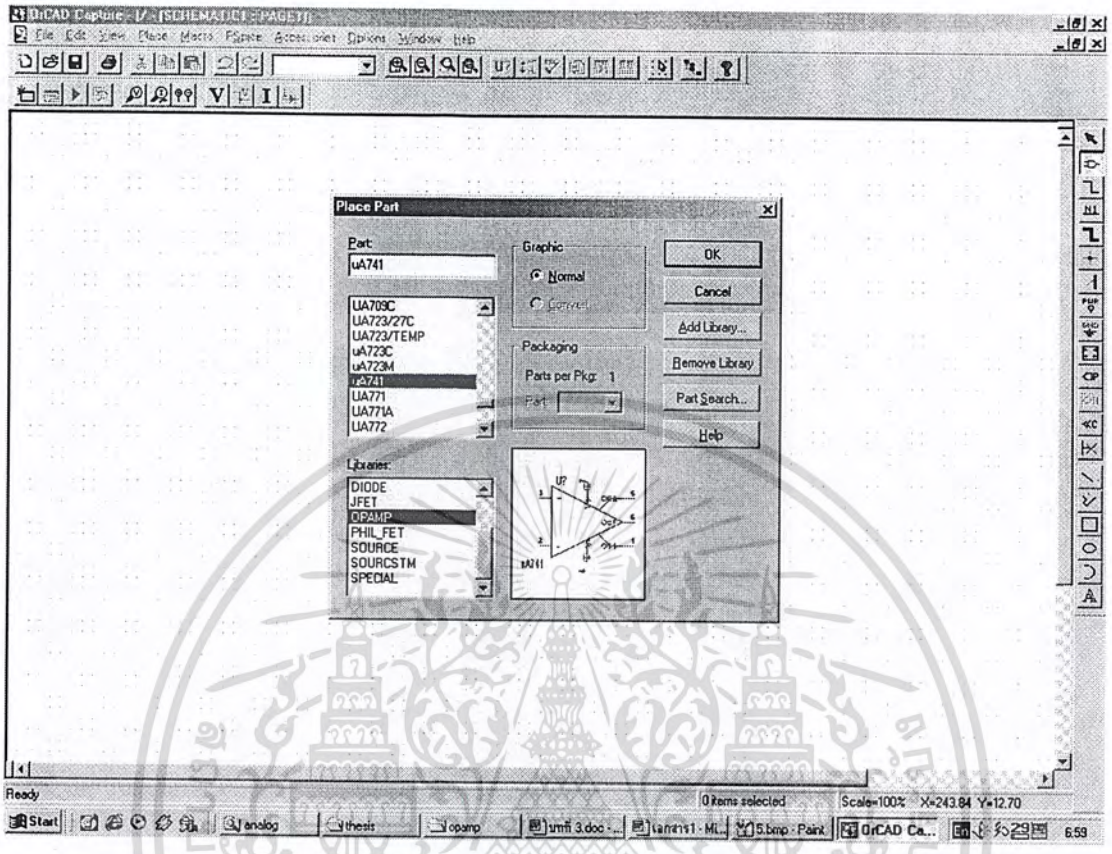
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

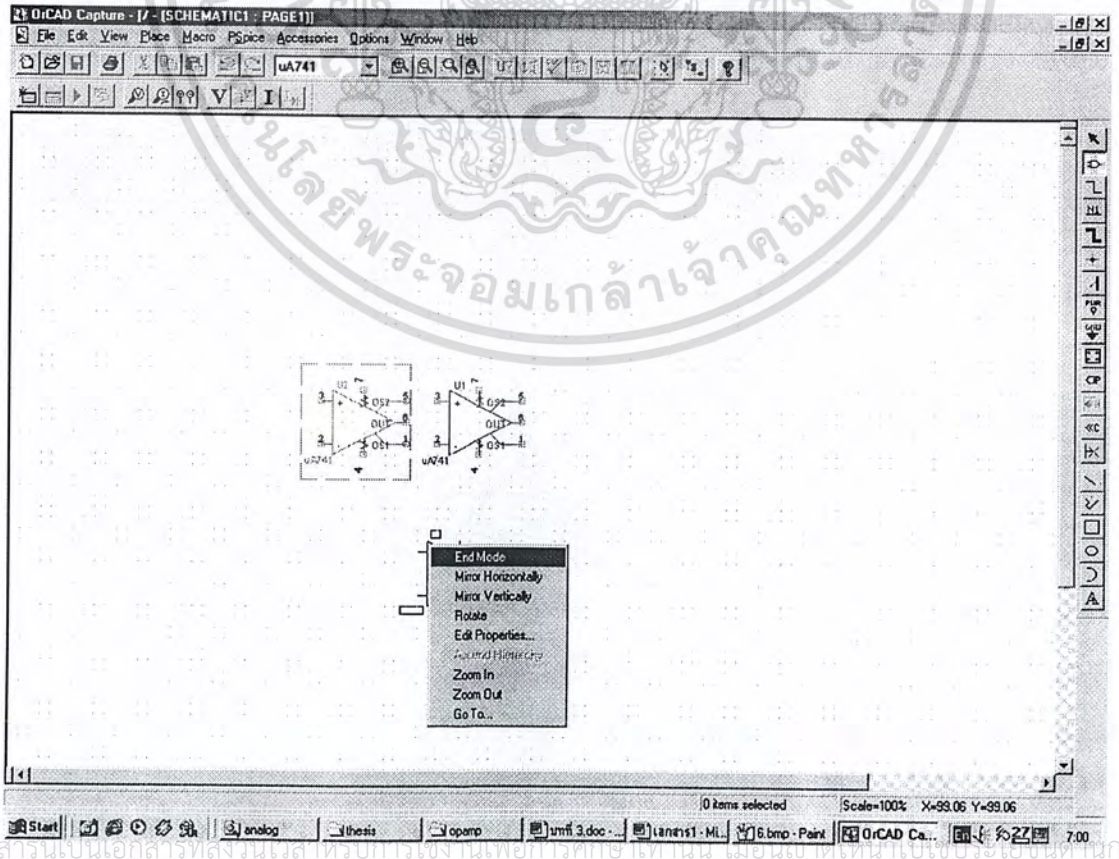
3. หลังจากกด Finish แล้ว จะได้หน้าจอ โดยที่เราจะได้ส่วนของ SCHEMATIC และส่วนของ Explore



4. เริ่มวาดวงจรโดยเลือกการใช้งานต่างๆ จาก Tool Bar ด้านขวาของหน้าจอ

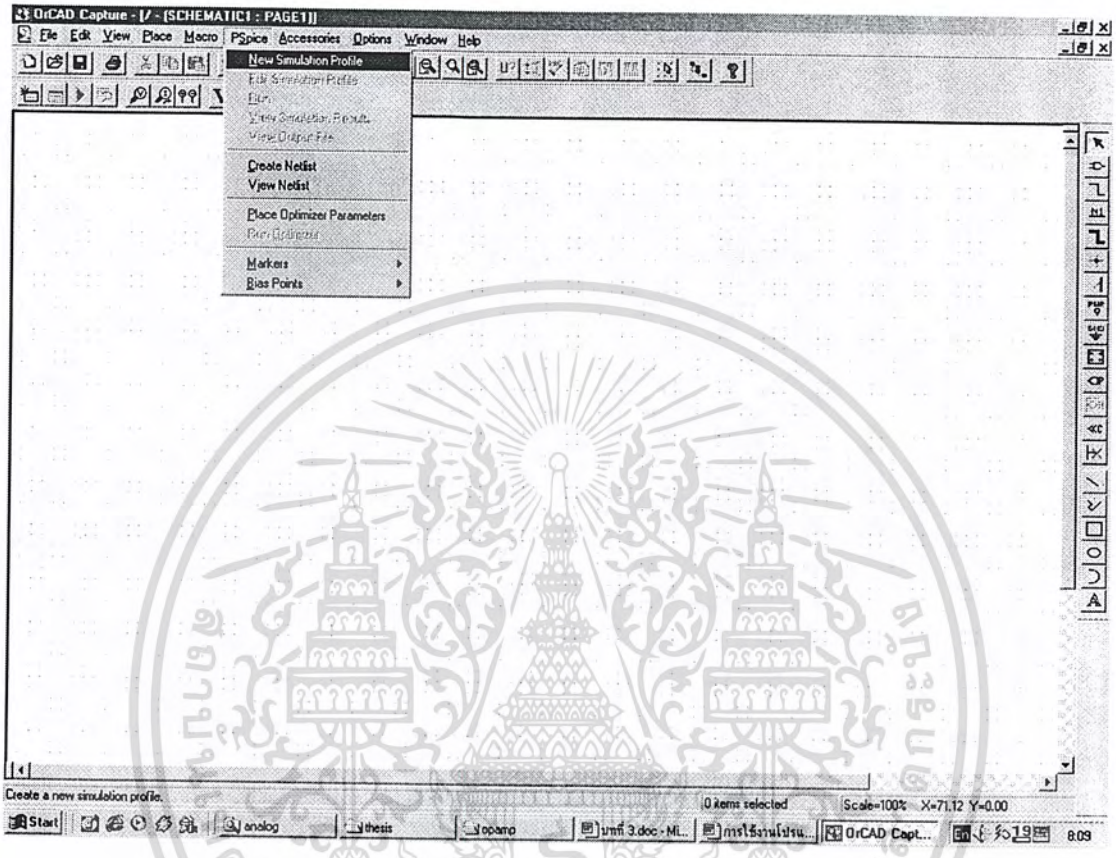
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



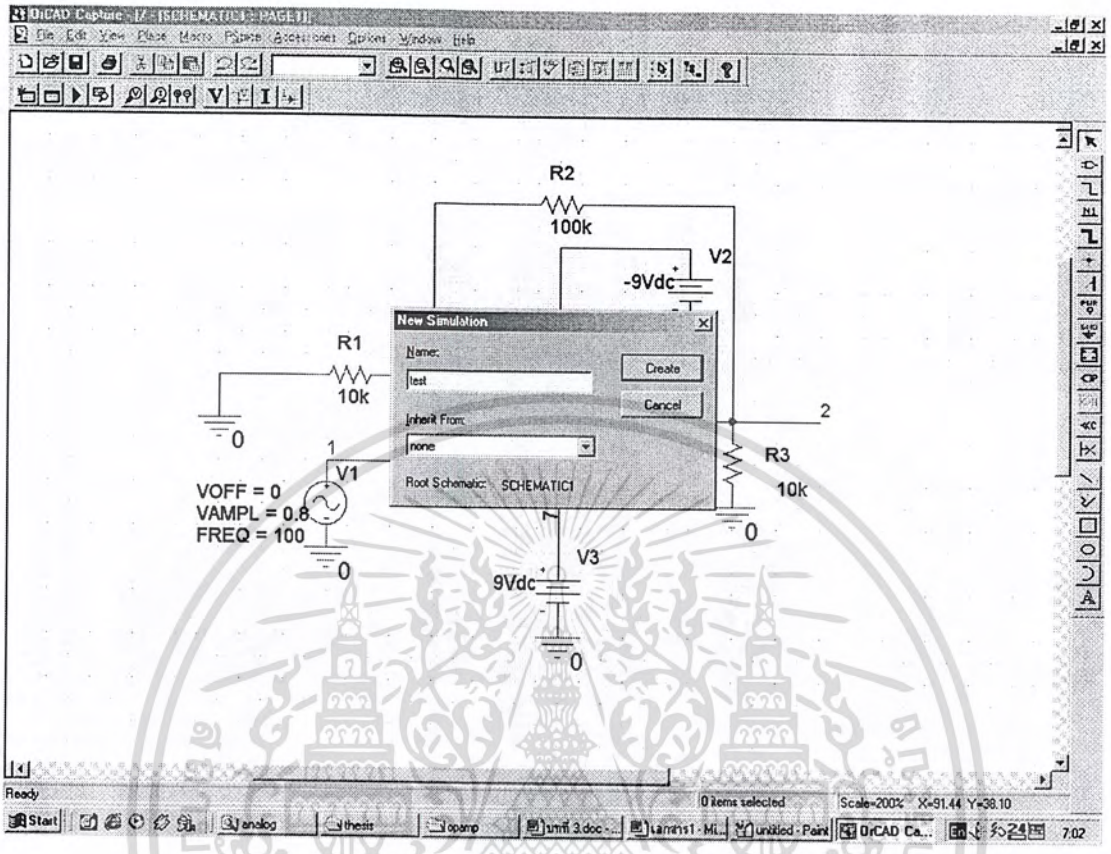


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการตั้งค่าในการ Simulate โดยคลิ๊กที่ Pspice --> New Simulation Profile จะได้หน้าจอ

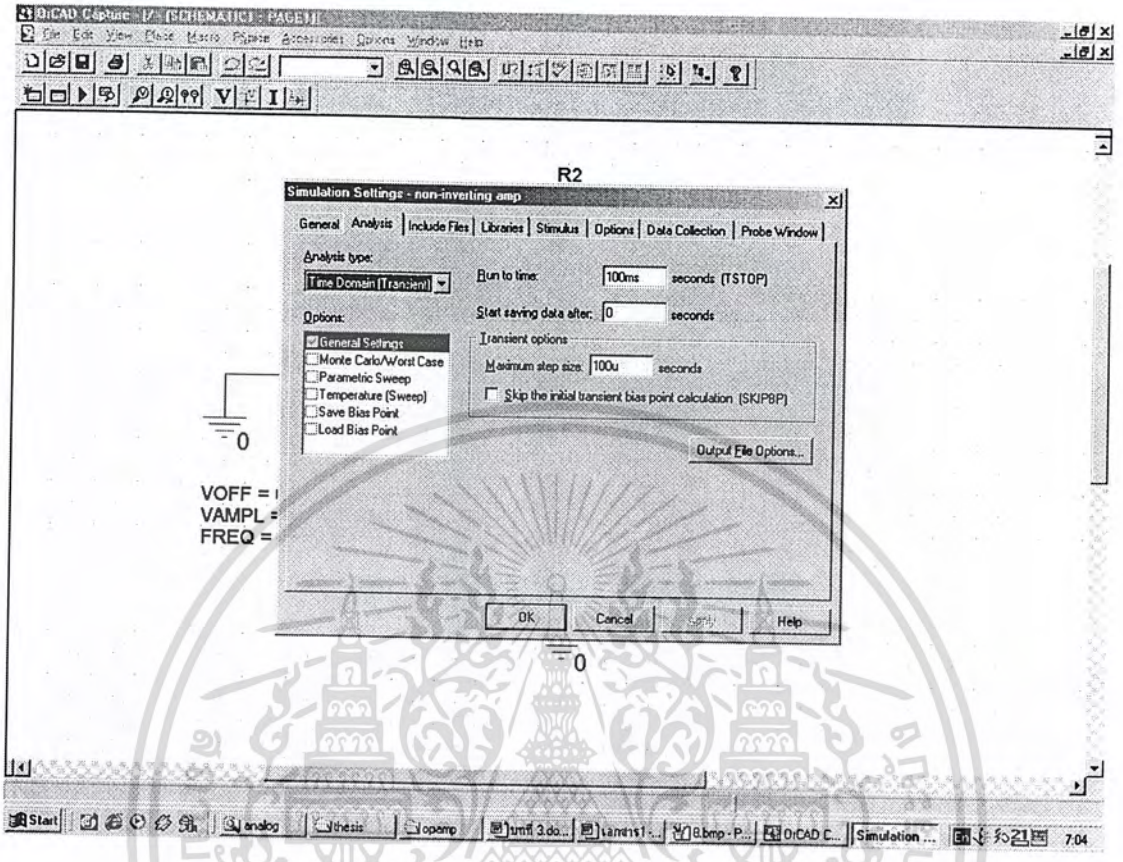


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. ทำการตั้งชื่อไฟล์ในการ Simulate แล้วกด Create แล้วจะได้หน้าจอที่มีรูปแบบในการเซทค่าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

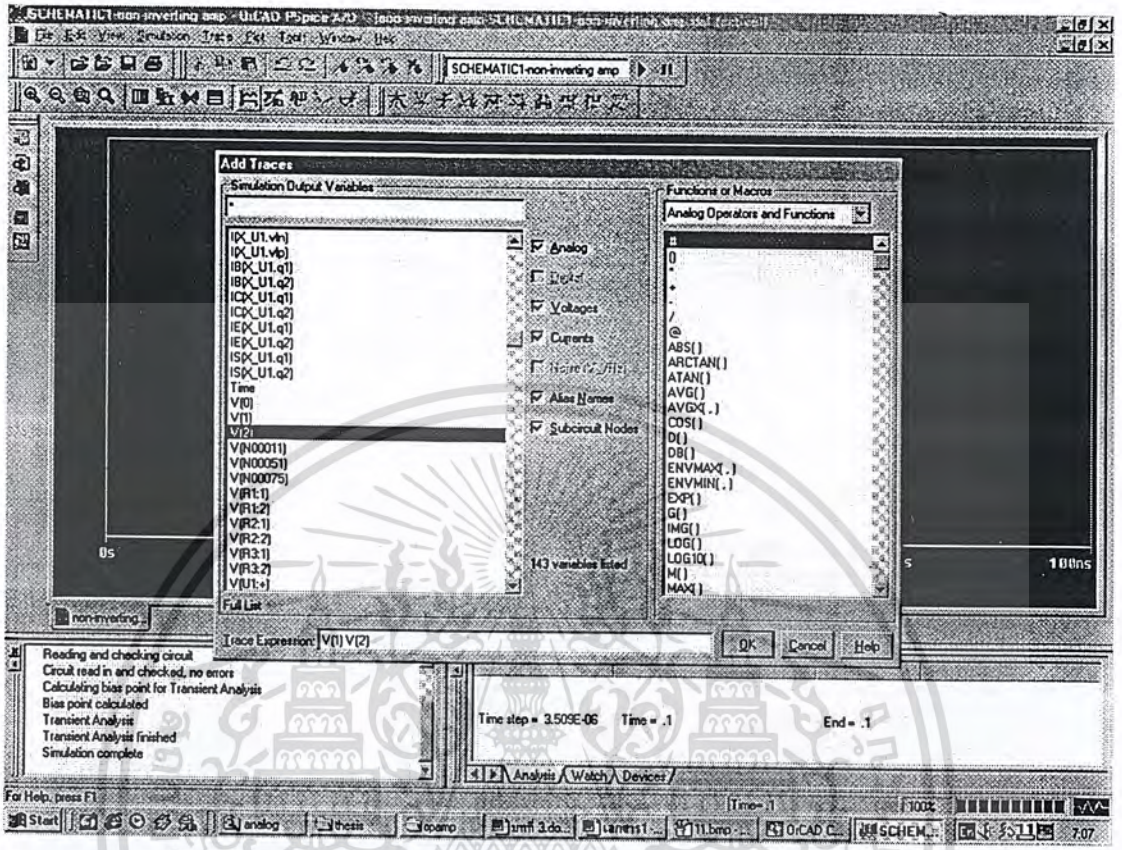


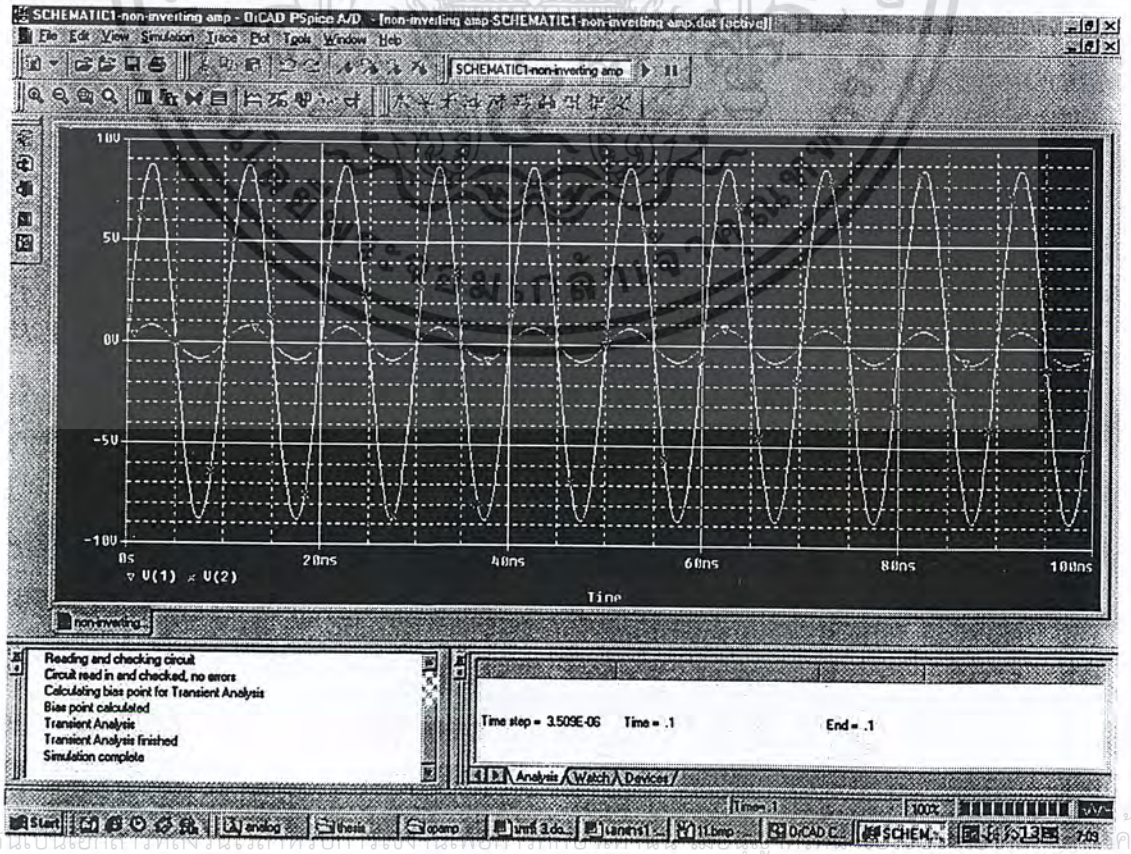
7. เมื่อทำการรันจะได้หน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทำการเลือกค่าตัวแปรที่จะดูรายระเอียดจากการใช้ Tool Bar ทางด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้