



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments

ชื่อนักศึกษา 1. นายปรัชญา โอชาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
 2. นายสรศักดิ์ ชรรวมวงษ์ษา รหัสประจำตัว 48035522
 3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสเม รหัสประจำตัว 48035530

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
 สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
 อาจารย์ที่ปรึกษา อ.โกศล ตราชู
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.พงษ์เกียรติ เชาฐพิทักษ์สกุล

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อ.โกศล ตราชู	
2. อ.พงษ์เกียรติ เชาฐพิทักษ์สกุล	
3. ผศ.สุรสิทธิ์ รัตรี	
4. อ.ประเสริฐ เคนพันธ์	
5. อ.ไพฑูรย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 8 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา 14.00 น.
 สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ รัตรี)



<BT492162>

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 วันที่ 30 เดือน มี.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เพื่อชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญาบัตร

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments



นายปรัชญา โอชาพงศ์
นายสรศักดิ์ ชรรวมวิชา
นายอาทิตย์ เจ๊ะสเม

เลขที่.....
.....
เขียน 75183
วัน, เดือน, ปี 24 ต.ค. 2550

b. 118 11207
i.

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท

เรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของไดโอดและโปรแกรม LAB SOFT
2. เพื่อออกแบบใบงานและวงจรไดโอด
3. เพื่อสร้างใบงานและวงจรไดโอด
4. เพื่อหาขีดความสามารถของชุดทดลอง
5. เพื่อนำชุดทดลองไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องไดโอดและโปรแกรม LAB SOFT
2. ได้ออกแบบใบงานไดโอด 20 ใบงาน
3. ได้ใบงานและแผงวงจรไดโอดสำหรับทดลองที่ใช้งานบนโปรแกรม LAB SOFT
4. ได้ค่าขีดความสามารถของชุดทดลอง
5. ได้ชุดฝึกวงจรไดโอดไปใช้ในการเรียนการสอนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	
นักศึกษา	นายปรัชญา	โอชาพงศ์
	นายสรศักดิ์	ธรรมวงษ์ษา
	นายอาทิตย์	เจ๊ะสเม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล
หลักสูตร	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยแบ่งออกเป็นส่วนของเนื้อหา ใบงาน และส่วนของชุดทดลอง ในส่วนของเนื้อหาและใบงานจะเขียนด้วยภาษา HTML และนำไปแสดงผลบนโปรแกรม Lab Soft โดยชุดทดลองนี้ประกอบด้วย การ์ดที่ใช้ในการทดลองจะแบ่งเป็น 3 การ์ด คือ

(1) การ์ด SO4103-7A_TH ประกอบด้วย วงจรตัดสัญญาณ วงจรยกระดับ วงจรไดโอดลจิกเกต วงจรดีเฟนเดอร์เรติเอเตอร์ วงจรซีเนอร์ไดโอด วงจรไดโอดเปล่งแสง วงจรไฟโต้ไดโอด วงจรวารีแคปไดโอด

(2) การ์ด SO4103-7B_TH ประกอบด้วยวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

(3) การ์ด SO4103-7C_TH ประกอบด้วยวงจรทวีแรงดัน 2 เท่า 3 เท่า และ 4 เท่า ซึ่งสามารถแสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลข กราฟ และการทำงานของไดโอด สามารถเก็บผลการทดลองของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ซึ่งผู้สอนสามารถตรวจสอบและประเมินผลการทดลองได้จากคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments	
Students	Mr.Pratya	Ochaphong
	Mr.Sorrasak	thamavongsa
	Mr.Arthit	Jeasamae
Advisor	Mr.Koson	Trachu
Co-Advisor	Mr.Pongkiat	Chedpitaksakul
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronic Engineering	
Academic Year	2006	

ABSTRACT

This thesis presents the project of diode circuits training set for virtual instruments. This project consisted of 32 lab soft sheets and 3 experimental cards. The lab soft made by HTML language, and shown on lab soft software. These experimental cards consisted of 3 cards are:

(1) SO4103-7A_TH card consisted of Clipper circuit, Clamper circuit, Diode logic gate circuit, Differential circuit, Zener diode circuit, Light Emitting Diode circuit, Photo diode circuit, and Varicap diode circuit.

(2) SO4103-7B_TH card consisted of Half-wave rectifier circuit, Full wave rectifier circuit, and Bridge rectifier circuit.

(3) SO4103-7C_TH card consisted of 2 times, 3 times, and 4 times voltage multiple circuit.

This project could show a result in numerical, graph, and operation of diode. This project could record experimental results of each student group, and instructor could inspection the evaluation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถูกลงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์พงษ์เกียรติ เศรษฐพิทักษ์สกุล คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการ แก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลาง และเจ้าหน้าที่ห้องปริญญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่สำคัญควรแก่การระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่เป็นผู้ให้การ สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจเมื่อยามรู้สึกท้อแท้ ให้กลับรู้สึกดีขึ้นอีกครั้ง ตั้งแต่อดีตจนถึง ปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงการ	1
1.5 ขั้นตอนของการทำโครงการ	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 XML เบื้องต้น	3
2.2.1 ความเป็นมาของ XML	3
2.2.2 กฎเกณฑ์และการใช้ XML	4
2.2.3 ระบุคุณสมบัติให้อีลีเมนต์ด้วยแอตทริบิวต์ (XML Attributes)	11
2.2.4 การนำเอกสาร XML มาแสดงผล	12
2.3 ชุดทดลอง	17
2.3.1 อนาคตอกอิน	17
2.3.2 อนาคตอกเอาท์	18
2.3.3 รีเลย์	18
2.3.4 แหล่งจ่ายไฟ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	20
3.1 กล่าวนำ	20
3.2 การออกแบบใบงานไดโอดชนิดต่างๆ	20
3.2.1 การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft	20
3.2.2 การเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าในโปรแกรม Lab Soft	21
3.3 การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลอง	24
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	26
4.1 กล่าวนำ	26
4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรทดลอง	26
4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรถอดโอด	26
4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ	26
4.2.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ	27
บทที่ 5 บทสรุป	29
5.1 บทสรุป	29
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	30
5.3 แนวทางการพัฒนา	30
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	31
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	41
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	48
ภาคผนวก ง รายการรายละเอียดคุณสมบัติของอุปกรณ์	52
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	65
ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	95
ภาคผนวก ช รายงานผลการทดสอบ	105
ภาคผนวก ซ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ	118
ภาคผนวก ฌ ใบงาน	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบประเมิน	261
ประวัติผู้แต่ง	266



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติ วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	26
4.1(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติ วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	27
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติ วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	27
4.2 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติ วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	28
ค.1 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7A_TH	50
ค.1 (ต่อ) อุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7A_TH	51
ค.2 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7B_TH	51
ค.3 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7C_TH	52
จ.1 รายละเอียดของตำแหน่งขาพอร์ตอนุกรม (RS232)	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของโครงสร้างต้นไม้	5
2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ	6
2.3 ตัวอย่างการใช้แอตทริบิวต์ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ	6
2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลีเมนต์	8
2.5 การเขียนเนื้อหาในอีลีเมนต์ด้วย XML	8
2.6 อีลีเมนต์ 1 คู่แท้	9
2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ	10
2.8 การเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างอีลีเมนต์	11
2.9 ตัวอย่างการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ขัดกับประโยชน์	12
2.10 การแสดงผลพร็โดยใช้ CSS	13
2.10 (ต่อ) การแสดงผลพร็โดยใช้ CSS	14
2.11 การเพิ่มบรรทัดเข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อนำเอาไฟล์ test.css มาเป็นส่วนแสดงผล	14
2.12 ตัวอย่างการแสดงผลของ XML	15
2.13 การแสดงผลด้วย HTML	16
2.14 ภาพหน้าจอเมื่อใช้ IE 6.0 เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา	16
2.15 ชุดทดสอบ	17
2.16 อนาคตอื่นทั้งชุด A และ B	17
2.17 อนาคตเอกาท์	18
2.18 ชุดรีเลย์	18
2.19 แหล่งจ่ายไฟคงที่	19
2.20 แหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้	19
3.1 โปรแกรม Lab Soft	21
3.2 ผังการทำงานภายใน Lab Soft	21
3.3 หัวข้อใหญ่บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft	22
3.4 หัวข้อย่อยบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft	22
3.5 การเพิ่มหัวข้อใหญ่ใน Lab Soft	23
3.6 การแก้ไขค่า default.css ด้วย Notepad	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.1 ด้านหน้าชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	34
ก.2 ด้านหลังชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	34
ก.3 ด้านข้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	35
ก.4 การต่อสาย USB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์	35
ก.5 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก	36
ก.6 การต่อสาย USB และการต่อสายแหล่งจ่ายให้กับชุดควบคุม	36
ก.7 จอภาพแสดงผลการทดลองทางคอมพิวเตอร์	37
ก.8 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7A_TH	37
ก.9 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7B_TH	38
ก.10 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7C_TH	38
ก.11 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7A_TH	39
ก.12 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7B_TH	39
ก.13 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7C_TH	40
ก.14 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง	40
ก.15 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง	41
ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7A_TH	43
ข.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7A_TH	44
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7B_TH	45
ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7B_TH	46
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7C_TH	47
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7C_TH	48
จ.1 ส่วนควบคุม	68
จ.2 จุดเชื่อมต่อต่างๆ	69
จ.3 ตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง	70
จ.4 จุดเชื่อมต่อหัว E11	72
จ.5 จุดเชื่อมต่อหัว E11	72
จ.6 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7A_TH	73
จ.7 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7B_TH	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.8 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7C_TH	75
จ.9 การต่อสาย USB เข้ากับชุดฝึก	76
จ.10 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก	77
จ.11 การต่อสายจากแหล่งจ่ายเข้ากับชุดควบคุม	77
จ.12 การนำการ์ดเสียบลงตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง	78
จ.13 หน้าต่างโปรแกรม Labsoft	78
จ.14 หน้าต่างให้กรอกชื่อ และรหัสของโปรแกรม Labsoft	79
จ.15 ปรากฏหน้าต่าง Interface	80
จ.16 การเลือกพอร์ตเชื่อมต่อ	80
จ.17 เข้าสู่การทดลอง Diode circuits training set virtual instruments	81
จ.18 เริ่มต้นใช้งานชุดฝึก	81
จ.19 เมนูย่อยของชุดฝึก	82
จ.20 การเลือกเมนูแนะนำ	82
จ.21 เมนูย่อยของแนะนำ	83
จ.22 การ์ดชุดฝึก และรายละเอียดของการ์ด	84
จ.23 การเลือกเนื้อหาของไดโอด	85
จ.24 เมนูย่อยของเนื้อหาของไดโอด	85
จ.25 ตัวอย่างของเนื้อหาของไดโอด	86
จ.26 การเลือกการทดลองไดโอด	87
จ.27 เมนูย่อยของการทดลองวงจรไดโอด	88
จ.28 การเลือกหัวข้อการทดลอง	89
จ.29 เมนูย่อยของใบงานวงจรตัดสัญญาณ	90
จ.30 ตัวอย่างใบงาน	91
จ.31 เมนูบาร์ของ Instruments	91
จ.32 การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จาก Instruments	92
จ.33 รายการอุปกรณ์ของ Measuring Devices ทั้งหมด	92
จ.34 รายการอุปกรณ์ของ Power Supply ทั้งหมด	93
จ.35 รายการอุปกรณ์ของ Voltage Sources ทั้งหมด	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.36 การจัดเก็บชุดฝึกไว้ในกล่อง	94
จ.37 การจัดวางชุดฝึก	94
ญ.1 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ	262
ญ.1 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ	263
ญ.2 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	264
ญ.2 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	265



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันในด้านการเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์นั้น สิ่งที่สำคัญคือการทดลองเพื่อให้รู้คุณสมบัติของอุปกรณ์ แต่เนื่องด้วยการขาดอุปกรณ์ในการทดลองและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุดทดลองไดโอด เพื่อให้นักเรียนสามารถได้เข้าใจคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด ไดโอด

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ

คณะผู้จัดทำได้สร้างชุดฝึกปฏิบัติไดโอดเสมือนจริง ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ เช่น ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริเคปไดโอด ซึ่งจะมีลักษณะเป็นโปรแกรมทดลองไดโอดชนิดต่างๆ โดยคณะผู้จัดทำได้ออกแบบการเรียนรู้ในแต่ละโปรแกรมอย่างเป็นระบบซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นถึงการนำไปใช้งานจริงโดยจะเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ

เมื่อผ่านการเรียนและทำการทดลองตามแบบฝึกหัดในโครงการนี้แล้ว ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของไดโอดชนิดต่างๆ จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้โดยชุดทดลองนี้จะผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับผลการประเมินดีขึ้น

1.4 ขีดความสามารถของโครงการ

- 1.4.1 ทดลองการทำงานของไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริเคปไดโอด ทั้งหมด 20 โปรแกรม
- 1.4.2 แสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและกราฟได้
- 1.4.3 จัดเก็บโปรแกรมทดลองในแฟ้มข้อมูลแยกเป็นรายกลุ่มได้
- 1.4.4 วงจรไดโอดมีลักษณะเป็นแผงวงจรใช้ร่วมกับชุดทดลองเครื่องมือวัดเสมือนจริงและโปรแกรม Lab soft
- 1.4.5 สามารถเพิ่มโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับแผงวงจรไดโอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงการ

โครงการนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานระยะแรกจะต้องเริ่มต้นออกแบบใบงานด้านซอฟต์แวร์โดยการทดลองการทำงานของไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วารีเคป ไดโอด ทั้งหมด 20 ใบงาน หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบโครงการเพื่อปรับปรุงและแก้ไขทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อให้ได้ตามขีดความสามารถที่ต้องการ โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นระยะๆ เมื่อทำโครงการเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินก่อน

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงการด้วยโปรแกรม XML

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของใบงานการทดลองและแผงวงจรทดลอง

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง โดยแสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงการ

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผงวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง รายการรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ช รายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ซ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ฌ ใบงาน

ภาคผนวก ฎ ตัวอย่างแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญาโทฉบับนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานโดยประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นของ XML (Extensible Markup Language) และการหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

2.2 XML เบื้องต้น

XML นั้นย่อมาจาก Extensible Markup Language สำหรับ XML นี้ก็เป็นภาษาประเภท Markup คล้ายกับ HTML แล้วก็คล้ายกับภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) ซึ่งเป็นภาษาที่เป็นต้นกำเนิดของภาษา HTML มากกว่า เนื่องจาก SGML สามารถนิยามภาษาอื่นได้ เช่นเดียวกับ XML ที่สามารถนิยามภาษาอื่นได้เช่นกันตัวอย่างของภาษาหนึ่งที่เราเริ่มนิยามแพร่หลายกันแล้วมีต้นกำเนิดมาจาก XML ก็คือ WML (Wireless Markup Language) ที่ใช้ในการแสดงข้อความบนโทรศัพท์มือถือระบบเว็บ (WAP - Wireless Application Protocol) นั่นเอง

2.2.1 ความเป็นมาของ XML

ในความเป็นจริงแล้วเรื่องการวางมาตรฐานของการทำเอกสารนั้นเป็นเรื่องที่มีการคิดค้น และพัฒนากันมานานแล้ว โดยองค์กร W3C (World Wide Web Consortium) ซึ่งเป็นองค์กรที่มีสมาชิกเป็นคนที่ในแวดวงไอทีและบริษัทไอทีชั้นนำหลายแห่ง W3C ได้เริ่มต้นการวางมาตรฐานของเอกสารด้วย SGML (Standard generalized Merkup Language) โดยมี SGML Working Group เป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่งได้รวมเอามาตรฐานของเอกสารอยู่หลายอย่างนอกเหนือไปจากเอกสารบนเว็บ

SGML นั้นได้รับการยอมรับว่าเป็นภาษาในการสร้างเอกสารต่างๆ ได้อย่างดีเยี่ยม จึงมีการนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท อาทิ อุตสาหกรรมการบิน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าภาษา SGML จะได้รับการยอมรับว่าเป็นภาษาที่ดี แต่คนที่ใช้งานได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษาภาษา SGML อย่างลึกซึ้งจึงจะสามารถนำไปใช้งานจริงได้ ประกอบกับรายละเอียดของภาษา SGML มีอยู่มากมายและขอบเขตการใช้งานก็ค่อนข้างกว้าง ทำให้คนที่จะนำ SGML มาใช้จะต้องเสียเวลาในการศึกษานานพอสมควร ผลลัพธ์ที่ตามมาก็คือ แม้ว่า SGML จะดีสักเพียงใดแต่ก็เข้าถึงได้ยาก

ในที่สุดเมื่อได้เล็งเห็นถึงภาษา HTML และในส่วนตัวของ SGML นั้นก็มีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะนำมาใช้งานได้ในระยะเวลานั้น จึงได้มีการสร้างซัพเซตของ SGML ขึ้นมาในปี 1996 โดยมุ่งเน้นไปที่

เอกสารที่เป็นเอกสารที่ส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งก็คือ XML นั่นเอง โดยมี XML Working Group เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบการพัฒนาไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจอห์น โบสาค (Jon Bosak) แห่งซันไมโครซิสเต็มส์เป็นประธาน และแล้วในเดือนกุมภาพันธ์ปี 1998 XML ก็ได้กลายเป็นมาตรฐานที่ W3C ประกาศออกมาอย่างเต็มตัว ปัจจุบัน XML อยู่ในเวอร์ชันที่ 1.0 เอ็ดชันที่ 2 ผู้ที่สนใจประวัติ นอกเหนือจากนี้สามารถเข้าไปอ่านได้โดยตรงที่เว็บไซต์ของ W3C คือ <http://www.w3.org/XML/>

2.2.2 กฎเกณฑ์และการใช้ XML

เอกสาร XML ก่อนที่จะนำไปใช้ได้จำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า "Parsing" ก่อน โดยกระบวนการพาร์สซิง (Parsing) หรือการพาร์ส (Parse) เอกสารนั้นก็คือการที่ทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบต่างๆ ของเอกสาร และส่วนที่รับผิดชอบในการพาร์สเอกสารเราจะเรียกว่า "พาร์สเซอร์" (Parser)

เอกสาร XML นั้นเป็นการประกอบกันขึ้นของหน่วยต่างๆ ที่เรียกว่า "เอนทิตี" (entities) ซึ่งจะเก็บข้อมูลอยู่ 2 ประเภทเท่านั้นคือ Parsed data และ unparsed data ซึ่ง Parsed data ก็คือข้อมูลที่จะถูกพาร์สเซอร์ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง

สำหรับผู้ที่เคยเขียนโค้ดภาษา HTML มาก่อนจะรู้ว่าในเอกสาร HTML นั้นแทบไม่มีกฎเกณฑ์อะไรมากมายนัก เพียงแค่เอกสารเปล่าๆ แล้วจัดเก็บ (save) ให้มีส่วนขยายของไฟล์เป็น .html ก็ถือว่าเป็นเอกสารนั้นเป็นไฟล์ HTML แล้ว แต่สำหรับ XML จะทำเช่นนั้นไม่ได้ ข้อกำหนดแรกของการเป็นเอกสาร XML ก็คือที่หัวของเอกสารจะต้องมีการระบุว่าเป็นเอกสารนั้นๆ เป็นเอกสาร XML โดยมีรูปแบบการกำหนดเบื้องต้นดังนี้

```
<?xml version="1.0"?>
```

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการกำหนดส่วนหัวของเอกสาร XML แบบที่เป็นพื้นฐานที่สุด ซึ่งเราจะต้องใช้รูปแบบดังกล่าวอย่างเคร่งครัด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของตัวอักษรก็ต้องเป็นตัวพิมพ์เล็ก ค่าของแอดทริบิวต์คือ 1.0 ก็ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายคำพูด หรือแม้แต่ช่องว่างต่างๆ ก็ห้ามผิดเพี้ยนยกตัวอย่างเช่น

```
<? xml version="1.0"?>
```

ตัวอย่างข้างต้นพาร์สเซอร์จะถือว่าเป็นเอกสาร XML ที่ไม่ถูกต้องเพราะมีช่องว่างระหว่าง "?" และ XML กล่าวคือจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด XML อย่างเคร่งครัดตั้งแต่บรรทัดแรกจนถึงบรรทัดสุดท้ายของเอกสาร ไม่เช่นนั้นจะถือว่าเป็นเอกสาร XML ที่มีความผิดพลาดซึ่งอาจไม่สามารถนำไปประมวลผลได้ เช่น เว็บเบราว์เซอร์จะไม่ยอมให้นำเอกสารดังกล่าวไปแสดงผลเว็บเบราว์เซอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XML จะมีลักษณะของการจัดการข้อมูลด้วยการใช้อีลีเมนต์ (element) กำกับในลักษณะเดียวกันกับที่ใช้ในภาษา HTML โดยใช้แท็ก (tag) ในการตั้งชื่อให้อีลีเมนต์ต่างๆ นั่นคือจะมีแท็กเปิดและแท็กปิดครอบข้อมูลที่ต้องการเอาไว้ โดยที่แท็กนอกสุดจะเป็นรากของเอกสาร (root element) แท็กตัวถัดมาจะเป็นลูก (child) ของราก ซึ่งแท็กอื่นๆ ก็จะใช้หลักการเช่นเดียวกันคือสามารถแตกเป็นแท็กลูกเพิ่มได้เรื่อยๆ ไม่มีขีดจำกัด แต่ประเด็นที่สำคัญคือแท็กทั้งหมดจะต้องมีการจัดโครงสร้างซ้อนทับ (nesting) ให้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่ XML ตั้งเอาไว้ สำหรับเรื่องของกฎการซ้อนทับและกฎเกณฑ์อื่นๆ นั้นจะได้มาชี้แจงเป็นข้อๆ ในลำดับต่อไป ก่อนอื่นลองพิจารณาตัวอย่างโครงสร้างง่ายๆ ของการใช้อีลีเมนต์ดังต่อไปนี้

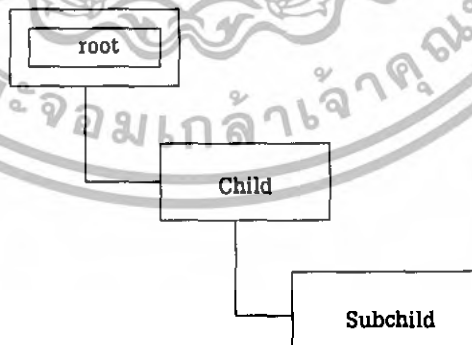
```

<root>
  <child>
    <subchild>...</subchild>
  </child>
</root>

```

จากตัวอย่างข้างต้น (ขอละเว้นไม่กำหนดในส่วนหัวของเอกสาร) จะมีทั้งหมด 3 อีลีเมนต์คือ root, child, และ subchild โดยที่ root คืออีลีเมนต์ที่เป็นอีลีเมนต์ที่อยู่นอกสุดหรือรากของเอกสาร มีอีลีเมนต์ child เป็นลูก และในขณะเดียวกัน child ก็มีอีลีเมนต์ subchild เป็นลูกอีกที

มองในอีกแง่มุมหนึ่งลักษณะโครงสร้างของตัวอย่างข้างต้น อาจมองในลักษณะของโครงสร้างต้นไม้หรือทรี (tree) นั่นคืออาจมองในอีกลักษณะหนึ่งดังนี้



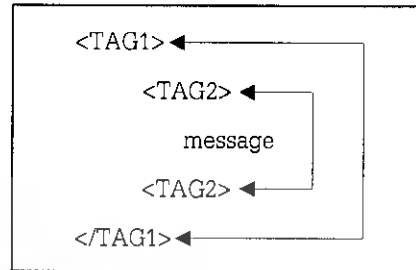
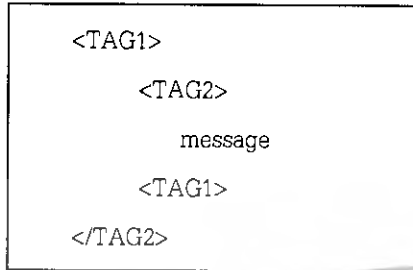
รูปที่ 2.1 ลักษณะของโครงสร้างต้นไม้

ถ้าพิจารณาถึงกฎเกณฑ์ของ XML อาจแบ่งไวยากรณ์หรือกฎเกณฑ์หลักๆ ของ XML ได้ 5 ข้อคือ

1. แท็กต่างๆ จะต้องจัดวางในโครงสร้างซ้อนทับ (Nesting) ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนเวียนสำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนการคัดค้านว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการซ้อนทับที่ไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างการซ้อนทับที่ถูกต้อง



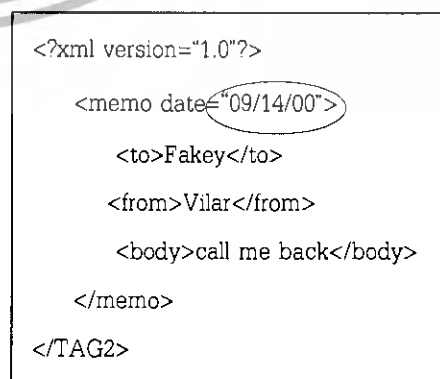
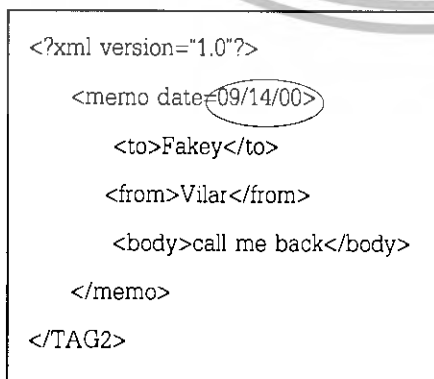
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ

ตัวอย่างในกรอบซ้ายเป็นตัวอย่างของการใช้กฎการซ้อนทับอย่างไม่ถูกต้อง ส่วนตัวอย่างในกรอบขวานั้นเป็นการใช้การซ้อนทับอย่างถูกต้อง กล่าวคือลำดับของการซ้อนทับที่ถูกต้องนั้น แท็กเปิดที่อยู่เป็นลำดับแรกจะต้องใช้แท็กปิดเป็นลำดับสุดท้าย ในตัวอย่างข้างต้น <TAG1> เป็นแท็กเปิดที่อยู่เป็นลำดับแรกจึงต้องใช้ <TAG1> เป็นแท็กปิดลำดับสุดท้าย ซึ่งลักษณะของการใช้กฎการซ้อนทับของแท็กนั้นจะเหมือนกับเวลาที่เข้เครื่องหมายวงเล็บปีกกา {และ} ในตอนเขียนโปรแกรม วงเล็บปีกกาเปิดก็เทียบได้กับแท็กเปิด ส่วนวงเล็บปีกกาปิดก็เทียบได้กับแท็กปิด ซึ่งในการเขียนโปรแกรมวงเล็บปีกกาเปิดและปิดดังกล่าวจะต้องมีการจัดเรียงลำดับเป็นคู่ๆ อย่างถูกต้องตามลำดับ

2. เอ็ตทริบิวต์ต่างๆ จะต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ (เครื่องหมายคำพูด หรือ Double Quote) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง XML ที่ไม่ถูกต้อง

ตัวอย่าง XML ที่ถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้เอ็ตทริบิวต์ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศบนด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างข้างต้น ตัวอย่างในกรอบซ้ายเป็นตัวอย่างที่ผิดเนื่องจากค่าของ date ไม่ได้มีการครอบไว้ด้วยเครื่องหมายคำพูด ส่วนตัวอย่างในกรอบขวานั้นเป็นกำหนดค่าของแอตทริบิวต์ได้ อย่างถูกต้องเนื่องจากค่าของแอตทริบิวต์ทุกตัวมีการครอบด้วยเครื่องหมายคำพูด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาษา HTML แล้ว HTML จะยอมให้ใส่ค่าของแอตทริบิวต์อย่างลอยๆ โดยไม่มีเครื่องหมายคำพูดครอบได้

3. XML เป็น Case-Sensitive Language นั่นคือถือว่าอักษรตัวพิมพ์เล็ก และพิมพ์ใหญ่จะมีความแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น Soon จะถือว่าเป็นคนละตัวกับ Soon เป็นต้น ซึ่งคนที่คุ้นเคยกับการเขียน HTML จะต้องระมัดระวังกฎเกณฑ์ข้อนี้ให้มาก เพราะสำหรับภาษา HTML แล้วจะมองอักษรตัวเล็กและตัวใหญ่ไม่แตกต่างกันเลย (Non Case-Sensitive Language) แต่กับภาษา XML แล้วจะถือว่าทำผิดกฎและไม่ยอมให้นำเอกสารดังกล่าวมาแสดงผลได้
4. ช่องว่างในเอกสาร XML ไม่ว่าจะเป็นการเว้นวรรคหรือการกดแท็บ (Tab) เราจะเรียกช่องว่างเหล่านี้รวมๆ กันว่า "White Space" ซึ่งเอกสาร XML จะต่างกับเอกสาร HTML ตรงที่ HTML ไม่ว่าจะเว้นช่องว่างยาวแค่ไหน HTML ก็มองเป็นแค่ 1 ช่องว่างเท่านั้น ส่วนเอกสาร XML เราสามารถที่จะรักษขนาดของช่องว่างเหล่านั้นเอาไว้ได้ เช่น "Louis Koo" จะมีความหมายต่างกับ "Louis Koo" เป็นต้น
5. การตั้งชื่อให้อีลิเมนต์ต้องเป็นไปตามกฎดังนี้
 - 5.1 ชื่อสามารถประกอบไปด้วยอักษร ตัวเลข และอักขระพิเศษอื่นๆ ได้
 - 5.2 ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยตัวเลขหรือเครื่องหมาย "_" (underscore)
 - 5.3 ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยอักษร x, m และ l เรียงติดต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นอักษรตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็ตาม เช่น XML, Xml, xMI เป็นต้น
 - 5.4 ชื่อจะต้องไม่มีการเว้นช่องว่าง

นอกจากนี้เนื้อหา (Content) ในอีลิเมนต์ยังสามารถเป็นได้หลายรูปแบบ ลองพิจารณาจากตัวอย่างข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Book Title : XML Direction
Chapter 1: Introduction to XML
<ul style="list-style-type: none"> • History of XML • What is XML
Chapter 2: XML Syntax
<ul style="list-style-type: none"> • XML General Syntax • XML Attributes

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลีเมนต์

จากรูปแบบการแสดงผลข้างต้นสามารถเขียนด้วย XML ได้ดังนี้

```

<book>
<title>XML Direction</title>
<product id="252" media="paperback"></product>
<chapter>Introduction to XML
  <chapter_sub>History of XML</chapter_sub>
  <chapter_sub>What is XML</chapter_sub>
</chapter>
<chapter>XML Syntax
  <chapter_sub>XML General Syntax</chapter_sub>
  <chapter_sub>XML Attributes</chapter_sub>
</chapter>
</book>

```

รูปที่ 2.5 การเขียนเนื้อหาในอีลีเมนต์ด้วย XML

จากตัวอย่างข้างต้น (ขอละเว้นไม่ประกาศส่วนหัวของเอกสารเพื่อให้อ่านโค้ดง่ายขึ้น) ในส่วนของโค้ด XML นั้นจะเห็นว่าเนื้อหาที่อยู่ภายในอีลีเมนต์ 1 คู่เท็กนั้นสามารถมีรูปแบบได้ 5 แบบ ได้แก่

1. Simple
2. Empty
3. Mixed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Attribute

5. Element

เนื้อหาที่เป็น Simple นั้นได้แก่อักขระทั่วไป ดังเช่นในแท็กของ chapter sub ส่วนในแท็ก chapter จะเป็นเนื้อหาแบบ Mixed เพราะมีทั้งที่เป็นอักขระธรรมดาและมีแท็กหรืออีลิเมนต์อื่นแทรกอยู่ในส่วนของ Product ก็จะมีเนื้อหาเป็น Empty เพราะไม่มีอะไรแทรกอยู่ระหว่างแท็ก และในขณะเดียวกันก็มีเนื้อหาที่แอตทริบิวต์แทรกอยู่ในแท็กซึ่งก็คือ id="252" media="paperback" และในแท็ก book ก็มีเนื้อหาเป็นอีลิเมนต์เนื่องจากภายในแท็กได้บรรจุอีลิเมนต์ต่างๆ เอาไว้ ซึ่งจากตัวอย่างข้างต้นสามารถสรุปเป็นภาพได้ดังนี้



รูปที่ 2.6 อีลิเมนต์ 1 คู่แท็ก

สำหรับการตั้งชื่อให้อีลิเมนต์ XML นั้นไม่มีคำสงวน (ยกเว้นคำว่า XML) แต่การตั้งชื่อควรให้สื่อความหมาย และควรหลีกเลี่ยงการใช้ - และ . ในการตั้งชื่อ เพราะถึงแม้ว่าไม่ผิดกฎแต่อาจทำให้ซอฟต์แวร์ที่อ่าน XML เข้าใจผิดคิดว่าชื่อที่อยู่หลังเครื่องหมายทั้งสองดังกล่าวนี้เป็นคนละส่วนกับชื่อที่อยู่หน้าเครื่องหมายได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม

```
<book-title>
<book publish>
<book price>
```

ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ถูกต้อง

```
<book_title>
<book_publish>
<book_prices>
```

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ

จากตัวอย่างข้างต้น ตัวอย่างในกรอบซ้ายเป็นตัวอย่างการตั้งชื่อให้แก่อีลีเมนต์ที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม กล่าวคือ <book publish> นั้นมีการใช้ช่องว่างในการตั้งชื่อซึ่งผิดกฎเกณฑ์ของการตั้งชื่ออีลีเมนต์ ส่วน <book-title> และ <book price> นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ได้ขัดกับกฎการตั้งชื่อของ XML แต่ก็เป็นการตั้งชื่อที่ไม่เหมาะสมนัก ในการทำงานบางอย่าง เช่น การนำข้อมูลไปแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์อาจจะไม่มีปัญหา แต่อาจเกิดปัญหากับแอปพลิเคชันที่เรียกไฟล์ดังกล่าวไปใช้งานได้ เช่น โปรแกรมอาจจะเข้าใจว่า - และ . เป็นเครื่องหมายหรือเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดพลาดไปหรือเราอาจจะต้องเสียเวลาเพิ่มเติมในการตรวจสอบชื่อของอีลีเมนต์ เป็นต้น

2.2.2.1 แท็กและอีลีเมนต์

นิยามสั้นๆ ของอีลีเมนต์ คือ Conceptual object กล่าวคือพยายามที่จะมออีลีเมนต์เป็นอ็อบเจกต์ซึ่งมีข้อมูลและ / หรืออีลีเมนต์อื่นๆ บรรจุอยู่ภายในอีลีเมนต์นั้น ส่วนแท็กก็คือสิ่งที่ใช้ธบายอีลีเมนต์พิจารณาจากรูปข้างล่างนี้

จากรูปเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นว่า ห่อพัสดุก็เปรียบได้กับอีลีเมนต์ที่บรรจุบางสิ่งบางอย่างอยู่ภายในห่อพัสดุนั้น ส่วนป้ายของห่อพัสดุก็คือแท็กนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสาร XML แล้วของที่อยู่ในห่อพัสดุก็คือเนื้อหา (Content) ของอีลีเมนต์ ส่วนแท็กก็เป็นเสมือนตัวแทนของห่อพัสดุเพื่อให้สามารถแยกแยะได้ว่าห่อพัสดุแต่ละห่อมีความแตกต่างกันอย่างไร โดยภายในแท็กจะบรรจุรายละเอียดต่างๆ เอาไว้ดังนี้

Element-type name เพื่อไว้กำกับว่าอีลีเมนต์นั้นมีชื่อเรียกว่าอะไร เช่น <book>...</book> เป็นอีลีเมนต์ที่ใช้แท็กชื่อ book เป็นตัวกำกับเอาไว้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือต่างๆ เป็นต้น

Unique identifier เป็นส่วนที่ทำให้อีลีเมนต์นั้นมีความเป็นหนึ่งเดียว ไม่ซ้ำกับอีลีเมนต์อื่นใด เช่น <book id="123"> กับ <book id="456"> เป็นอีลีเมนต์ที่ใช้แท็กชื่อ book เหมือนกันและใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือเหมือนกัน แต่มี id เอาไว้เป็นตัวแยกแยะความแตกต่างว่าข้อมูลที่อยู่ภายในอีลีเมนต์ทั้งสองนั้นเป็นคนละข้อมูลกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติอื่นๆ (Other Properties) เป็นส่วนเพิ่มเติมที่เอาไว้ออกคุณลักษณะอื่นๆ ของอีลีเมนต์ โดยความหมายที่แท้จริงแล้ว “อีลีเมนต์” กับ “แท็ก” ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกแล้วก่อนโลมให้ใช้คำเรียกแท็กและอีลีเมนต์ทดแทนกันได้ แต่สิ่งสำคัญก็คือเราต้องเข้าใจพื้นฐานของคำศัพท์ทั้งสองคำนี้ว่าเป็นคนละอย่างกัน

2.2.3 ระบุคุณสมบัติให้อีลีเมนต์ด้วยแอตทริบิวต์ (XML Attributes)

XML Attribute จะเป็นการระบุคุณสมบัติบางประการให้แก่อีลีเมนต์ซึ่งไม่ใช่ส่วนของข้อมูลจริงๆ ยกตัวอย่างเช่น

```
<picture type="jpg">Kty.jpg</picture>
```

อีลีเมนต์ที่ชื่อ Picture มีแอตทริบิวต์ที่ชื่อ type ซึ่งไม่มีส่วนใดๆ กับข้อมูลจริงๆ แต่อาจมีส่วนสำคัญในการให้ซอฟต์แวร์อื่นๆ สามารถจัดการกับข้อมูลดังกล่าวได้ถูกต้อง อย่างเช่นในตัวอย่างข้างต้น อีลีเมนต์ picture เก็บข้อมูลของชื่อไฟล์รูปภาพเอาไว้ ซึ่งโดยทั่วไปรูปแบบของไฟล์รูปภาพจะมีอยู่หลายอย่าง อาทิ JPEG, BMP, GIF เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การกำหนดแอตทริบิวต์เพิ่มเติมให้แก่อีลีเมนต์ Picture ว่าข้อมูลที่เก็บเป็นไฟล์รูปภาพแบบไหน จะทำให้โปรแกรมที่ประมวลผลข้อมูลดังกล่าวสามารถทำงานได้รวดเร็วและมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ในส่วน of ข้อมูลนั้นเราอาจเก็บอยู่ระหว่างอีลีเมนต์ หรืออาจกำหนดให้เป็นแอตทริบิวต์ก็ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
<employee id="535">
  <name>Vilar Le</name>
  <age>25</age>
</employee>
```

```
<employee>
  <id>535</id>
  <name>Vilar Le</name>
  <age>25</age>
</employee>
```

รูปที่ 2.8 การเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างอีลีเมนต์

จริงๆ แล้วไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าเมื่อไรควรให้ข้อมูลเป็นแอตทริบิวต์หรือว่าจะให้แทรกระหว่างอีลีเมนต์ แต่แนะนำว่าหากเป็นเนื้อหาของข้อมูลจริงๆ ก็ควรให้เป็นส่วนของเนื้อหาแทรกอยู่ระหว่างอีลีเมนต์ จะเหมาะสมกว่าการกำหนดให้เป็นแอตทริบิวต์ ทั้งนี้เพื่อให้เอกสารสื่อความหมายอย่างตรงไปตรงมาว่าอะไรคือเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล อะไรคือการบ่งบอกถึงคุณสมบัติของอีลิเมนต์ ทั้งนี้จะทำให้ง่ายยิ่งขึ้นเมื่อนำเอกสารดังกล่าวไปประมวลผลต่อไป

ถึงแม้ว่า XML จะไม่ได้มีข้อกำหนดตายตัวว่าอะไรควรหรือไม่ควรเป็นแอตทริบิวต์ แต่ในตัวอย่างข้างล่างนี้คงเป็นการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ไม่ฉลาดนักและจะขัดกับประโยชน์ของวิธีการของ XML ด้วย

```
<employee id="535" name="Vilar Le" age="25" job="System
Programmer" workplace="KCS" hobbies="drawing"
favor_star="Jodhi May" favor_singer="Sammi Cheng"
/>
```

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ขัดกับประโยชน์

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการนำเอาข้อมูลทั้งหมดไปแทรกเป็นแอตทริบิวต์ของอีลิเมนต์ Employee ซึ่งถ้าเขียนโปรแกรมเพื่อดึงเอาข้อมูลจากตัวอย่างข้างต้นไปประมวลผลจะทำได้ค่อนข้างลำบากโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการแทรกข้อมูลจริงๆ ไปเข้ากับค่าของแอตทริบิวต์ การเขียนโปรแกรมเพื่อดึงเอาเอกสารดังกล่าวมาประมวลผลจะมีความสับสนและอาจจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดพลาดได้ง่าย

ประการสุดท้ายที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ ค่าของแอตทริบิวต์จะต้องอยู่ภายในเครื่องหมายคำพูดจะอยู่ลอยๆ เหมือนในภาษา HTML ไม่ได้ มิเช่นนั้นจะถือว่าเอกสารมีข้อผิดพลาด (Error) และไม่สามารถนำไปแสดงผลได้เลย

2.2.4 การนำเอกสาร XML มาแสดงผล

XML นั้นเป็นเพียงส่วนที่จัดการกับข้อมูล ดังนั้นจึงไม่สามารถแสดงผลได้ต้องอาศัยภาษาหรือวิธีการอื่นๆ มาช่วยดึงข้อมูลใน XML เพื่อไปแสดงตามที่เราต้องการ ในการนำเอาข้อมูลจากเอกสาร XML มาแสดงผลนั้น ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการนำเอกสาร XML มาแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้น โดยจะไม่ครอบคลุมถึงการแสดงผลแบบอื่น วิธีการที่ง่ายที่สุดของการนำเอกสาร XML มาแสดงผลบนเบราว์เซอร์ คือการเขียนโค้ด CSS, HTML หรือ XSL ไปดึงข้อมูลมาจากเอกสาร XML จากนั้นก็จัดหน้าจอตตามที่เราต้องการ ซึ่งในที่นี้เราจะทดสอบตัวอย่างทั้งหมดด้วยการใช้เบราว์เซอร์ไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ เวอร์ชัน 5.0 ขึ้นไปเพราะเป็นเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนการใช้งานเอกสาร XML และยังมีพาสเซอร์ (Parser) อยู่ในตัวด้วย นั่นคือถ้าเราเขียนโค้ดการแสดงผลและเขียนเอกสาร XML ได้อย่างถูกต้องแล้วเราก็ใช้เบราว์เซอร์เรียกเอกสารนั้นขึ้นมาแสดงผลได้เลย

การนำเอกสาร XML มาแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ โดยใช้ 2 วิธีด้วยกันคือ

1. CSS (Cascade Stylesheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. HTML (Hypertext Markup Language)

2.2.4.1 การแสดงผลด้วย XML

การใช้ CSS (Cascade Stylesheet) เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำเอกสาร XML มาแสดงผลลัพธ์ได้ สมมติว่าเราสร้างไฟล์ที่ชื่อ test.css ไว้เพื่อนำมาเป็นส่วนแสดงผลของไฟล์ test.xml โดยมีรายละเอียดของโค้ดดังนี้

```

IT_TEAM
{
  Background-color:#ffffff;
  Width: 100%;
}
MEMBER
{
  display: block;
  margin-bottom: 30pt;
  margin-left: 0;
}
ID
{
  Color: #FF0000;
  Font-size: 20pt;
}
NAME
{
  color: #0000FF;
  font-size: 20pt;
}

```

รูปที่ 2.10 การแสดงผลลัพธ์โดยการใช้ CSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AGE,SEX,POSITION
```

```
{
display: block;
color: #000000;
margin-left: 20pt;
}
```

รูปที่ 2.10 (ต่อ) การแสดงผลฟรอนต์โดยใช้ CSS

CSS ที่ยกตัวอย่างมานี้ก็เป็นตัวอย่างง่ายๆ ในการจัดวางตำแหน่งข้อมูลและการใช้สีกับข้อมูลแต่ละอย่าง ในที่นี้จะขอไม่อธิบายรายละเอียดของโค้ดที่เป็น CSS โดยจะขอตั้งสมมุติว่าทุกคนในที่นี้เข้าใจ CSS ดีพอสมควร ซึ่งโดยตัวโค้ดเองแล้วก็จะเห็นว่าอ่านเข้าใจได้ง่าย แม้คนที่ไม่เคยรู้เรื่อง CSS มาก่อน ก็น่าจะทำความเข้าใจได้ไม่ยาก ดังนั้นขอละเว้นที่จะพูดเรื่อง CSS ไป

สรุปสั้นๆ ก็คือโค้ด CSS ข้างต้นเป็นการกำหนดว่าในแต่ละอีลีเมนต์จะมีการนำเสนอทางบราวเซอร์อย่างไร เช่น จะใช้ฟอนต์อะไรขนาดเท่าไรและสีอะไร เป็นต้น จากนั้นให้ไปเพิ่มโค้ดในบรรทัดที่ 2 ในเอกสาร tese.xml เดิมที่เราทำไว้แล้ว โดยเขียนโค้ดเพิ่มดังนี้

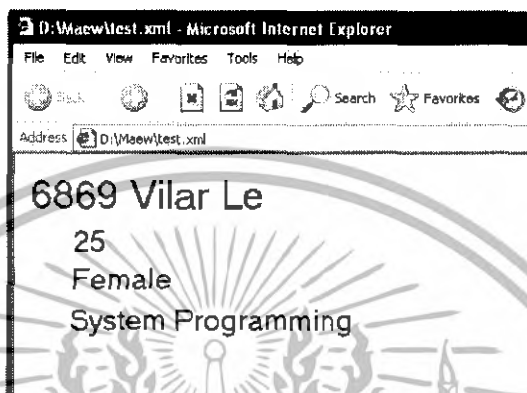
```
<?xml version="1.0"?>
<?xml-stylesheet type="text/css" href="test.css"?>
<IT_TEAM>
  <MEMBER>
    <ID>6869</ID>
    <NAME>Vilar Le</NAME>
    <AGE>25</AGE>
    <SEX>Female</SEX>
    <POSITION>System Programming</POSITION>
  </MEMBER>
</IT_TEAM>
```

เพิ่มบรรทัดนี้เข้าไปในไฟล์ test.xml
เพื่อให้หน้าเอาไฟล์ test.css มาเป็น
ส่วนแสดงผล

รูปที่ 2.11 การเพิ่มบรรทัดเข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อให้หน้าเอาไฟล์ test.css มาเป็นส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโค้ดเป็นการบอกว่าจะแสดงผลด้วยไฟล์ประเภท text/css โดยใช้ไฟล์ test.css เป็นส่วนแสดงผล ซึ่งเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมาอีกครั้งก็จะได้น้ำจอตง รูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการแสดงผลของ XML

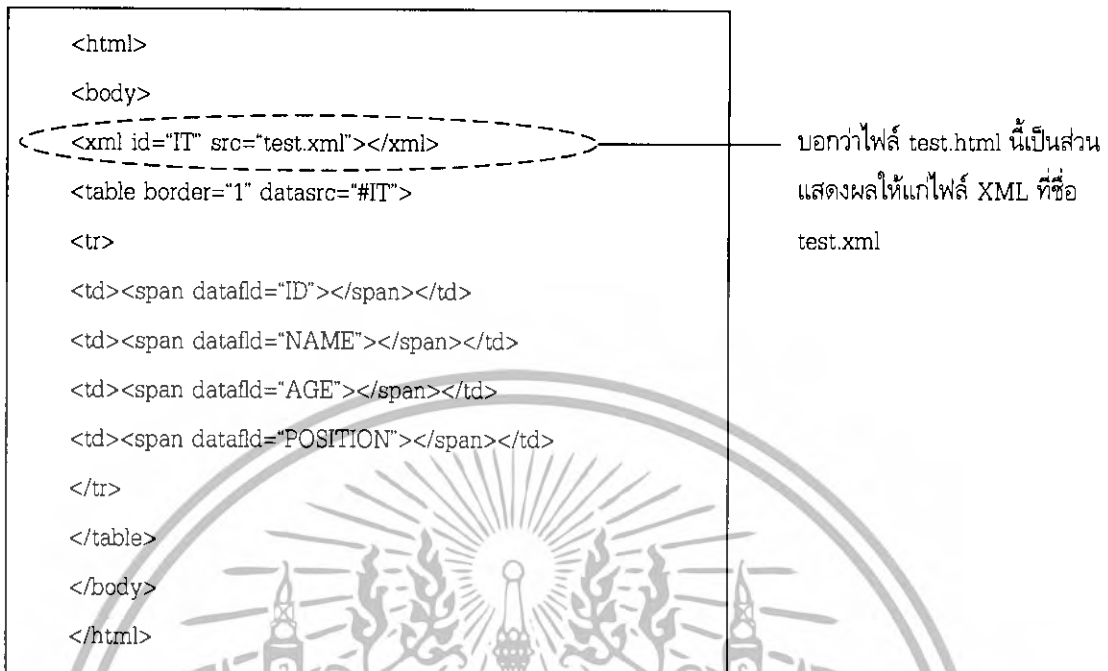
การใช้ CSS มาเป็นส่วนแสดงผลให้แก่เอกสาร XML นั้นทำได้ง่ายและตรงไปตรงมา เหมาะสำหรับ การนำเสนอในลักษณะง่ายๆ เช่น การจัดการเรื่องขนาดและสีของข้อมูล เป็นต้น

แม้ว่าสามารถใช้ CSS มาแสดงผลเอกสาร XML ได้ แต่ก็ไม่ใช่วิธีที่แนะนำที่ใช้เนื่องจาก CSS นั้น เป็นวิธีการที่ผูกติดมากับ HTML ซึ่งมีความสามารถอยู่จำกัด แสดงผลที่มีลักษณะซับซ้อนไม่ได้ เช่น ไม่สามารถเรียงลำดับข้อมูลได้ เป็นต้น CSS จึงไม่ใช่มาตรฐานของการแสดงผลเอกสารบนเว็บใหม่ๆ อย่างแน่นอน อาจประยุกต์ใช้ CSS ได้กับบางงาน แต่สำหรับการแสดงผลของเอกสาร XML ในบางงานอาจต้องอาศัยวิธีการอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า

2.2.4.2 การแสดงผลด้วย HTML

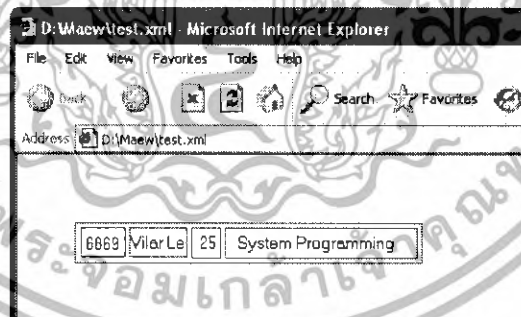
แม้ว่า XML จะเข้ามาเป็นมาตรฐานใหม่ แต่ภาษา HTML ก็ยังไม่ไปไหนสามารถใช้ HTML ดึง ข้อมูลจากเอกสาร XML มาแสดงผลได้เช่นเดียวกัน สมมุติว่าใช้ไฟล์ข้อมูลเดิมจากหัวข้อที่แล้ว (test.xml) แล้วเขียน test.html โดยมีโค้ดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การแสดงผลด้วย HTML

จากนั้นเราใช้อินเทอร์เน็ตเอกซ์พลอเรอร์เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา จะได้หน้าจอดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ภาพหน้าจอเมื่อใช้ IE 6.0 เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา

ตัวอย่าง HTML ที่ยกมานี้เป็นการดึงข้อมูลอย่างง่าย ๆ มาแสดงในรูปแบบตารางโดยระบุว่าจะเรียกดึงข้อมูลจากเอกสาร XML ไฟล์ไหน ด้วยการกำหนดบรรทัดที่ 3 (จากตัวอย่าง) ว่า

```
<xml id="test.xml"></xml>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นก็คือให้ไปเรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมาแสดงผล ซึ่งจะเห็นว่าการแสดงผลด้วย CSS กับการแสดงผลด้วย HTML ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย นั่นคือ ถ้าเป็นการแสดงผลด้วย CSS เราจะสร้างไฟล์ที่มีนามสกุล .CSS แล้วกำหนดในไฟล์ XML ของที่เรียกมาใช้งานให้บราวเซอร์เปิดไฟล์ที่เป็น .XML แต่ถ้าเป็นการแสดงผลด้วย HTML จะกำหนดการเชื่อมโยงกับเอกสาร XML ไว้ในไฟล์ HTML เลย และบราวเซอร์เปิดไฟล์ที่เป็น .html ขึ้นมา

จะเห็นว่ายังคงสามารถใช้ HTML และ CSS มาเป็นส่วนแสดงผลให้กับเอกสาร XML ได้โดยง่าย ซึ่งทั้ง 2 วิธีจะเหมาะกับเอกสาร XML ที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก ทั้งนี้เนื่องจาก HTML และ CSS ไม่ใช้ส่วนแสดงผลที่ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อ XML โดยเฉพาะ การที่จะนำมาใช้กับเอกสาร XML จึงมีข้อจำกัดอยู่ การแสดงผลแบบตรงไปตรงมา เช่น การนำข้อมูลขึ้นมาแสดงและมีการจัดการเรื่องสีเรื่องฟอนต์ อาจจะใช้ HTML และ CSS จัดการได้ แต่ถ้าต้องการความสามารถที่มากกว่านั้น เช่น การจัดเรียงข้อมูล การเลือกแสดงข้อมูลตามเงื่อนไขบางอย่าง คงต้องใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันได้แก่การใช้ XSL เข้ามาเป็นส่วนแสดงผลให้แก่เอกสาร XML นั่นเอง

2.3 ชุดทดลอง UNITRAIN

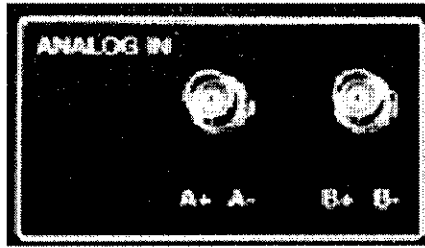
ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงใช้จุดเชื่อมต่อในการใช้งานหลักทั้งหมด 4 จุด ที่ UNITRAIN มีมาให้ดังนี้



รูปที่ 2.15 ชุดทดลอง UNITRAIN

2.3.1 อานาลอกอิน

เป็นจุดที่รับสัญญาณอินพุตอานาลอกจากวงจรใช้วัดสัญญาณต่างๆ มี 2 จุด คือจุด A และจุด B ทั้งจุด A และ B ประกอบด้วยเครื่องมือวัด อธิ ออสซิลโลสโคป โวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์ ดังรูปที่ 2.16 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **751.83** ภาษาอังกฤษเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 อนาลอกอินทั้งชุด A และ B

2.3.2 อนาลอกเอาท์

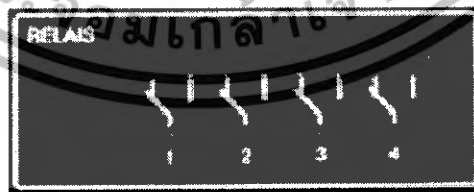
เป็นจุดที่จ่ายสัญญาณและแรงดันให้กับการ์ดทดลอง ประกอบด้วย ฟังก์ชันฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ แหล่งจ่ายตรงชนิดปรับค่าได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 อนาลอกเอาท์

2.3.3 รีเลย์

ประกอบด้วยรีเลย์ทั้งหมด 4 ชุดใช้สำหรับตัดต่อวงจรดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ชุดรีเลย์

2.3.4 แหล่งจ่ายไฟ

ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟทั้งหมด 2 ชุดที่สามารถจ่ายได้ทั้งไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แหล่งจ่ายไฟคงที่ เป็นแหล่งจ่ายไฟคงที่มี 5 โวลต์ 15 โวลต์และ -15 โวลต์ ใช้ร่วมกับกราวด์ ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แหล่งจ่ายไฟคงที่

2. แหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้ สามารถจ่ายได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับมี V1, V2, V3 ใช้ร่วมกับกราวด์ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและการสร้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง สามารถแบ่งออกเป็นส่วนของเนื้อหาและใบงานการทดลอง ในส่วนของเนื้อหาและใบงานการทดลองนั้นจะเขียนด้วยภาษา HTML เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม Lab Soft ที่ทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา XML ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานการทดลองเข้ากับโปรแกรม Lab Soft

3.2 การออกแบบใบงานไดโอดชนิดต่างๆ

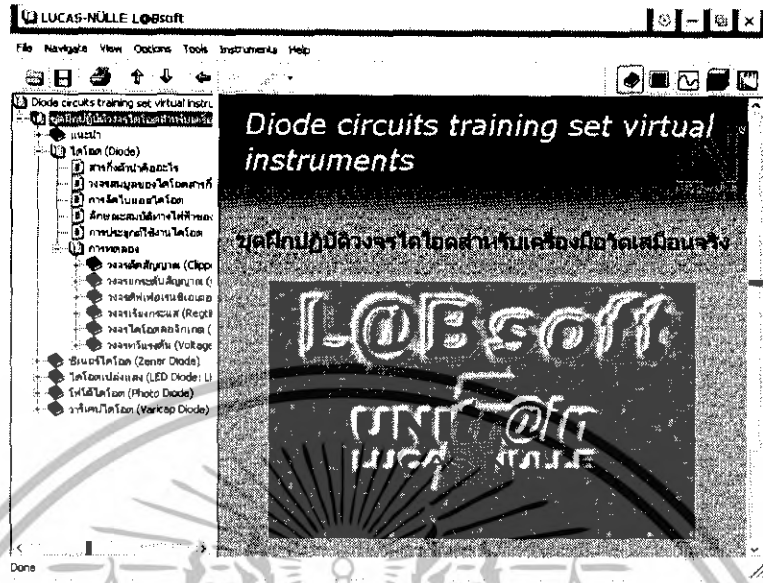
การออกแบบใบงานได้คำนึงถึงคุณสมบัติของไดโอดชนิดต่างๆ และคำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนควรจะได้รับจากใบงาน และความสะดวกในการใช้ใบงานในการทดลองดังนี้

1. สามารถเก็บข้อมูลจากการทดลองใบงานในรูปแบบของ User ได้
2. สามารถแก้ไขใบงานในส่วนของเนื้อหาได้
3. ใบงานจะอยู่ในโปรแกรม Lab Soft ทำให้สะดวกเวลาทดลองใบงานและการบันทึกผล

ในใบงานได้ออกแบบให้คล้ายกับใบงานการทดลองต่างๆ ไปและยังมีภาพแสดงการต่อวงจรในใบงาน ทำให้เข้าใจการต่อวงจรและลำดับการทดลองวงจรมากขึ้น

3.2.1 การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft

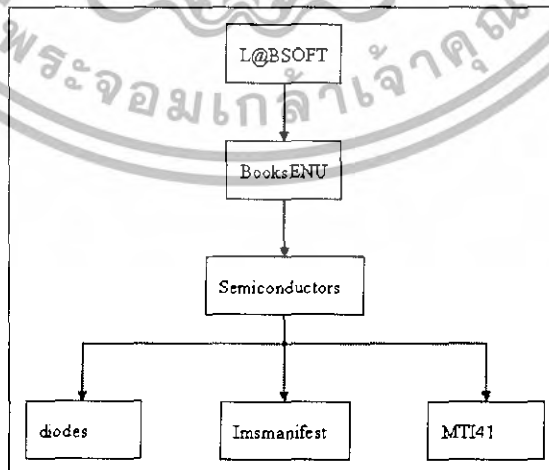
การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft จะสร้างโดยใช้ภาษา HTML ซึ่งใบงานจะแสดงผลเป็นแบบเดียวกับ Internet Explorer แต่จะไปแสดงผลในโปรแกรม Lab Soft ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โปรแกรม Lab Soft

3.2.2 การเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าในโปรแกรม Lab Soft

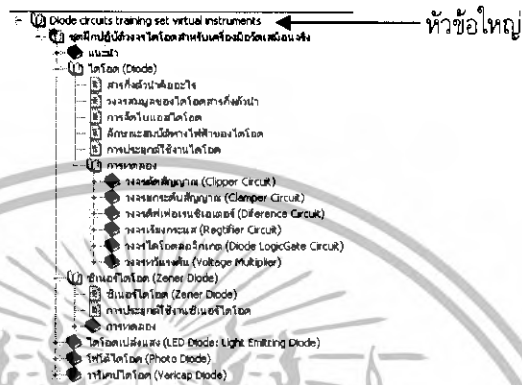
การเชื่อมต่อจุดต่างๆ ของใบงานเข้ากับโปรแกรม Lab Soft นั้นจะใช้ภาษา XML ในการเชื่อมต่อ เพราะ XML มีมาตรฐานมากกว่าเมื่อเทียบกับ HTML ตรงที่ Code ที่ใช้ในการเขียนมีข้อกำหนดต่างกัน คือ XML จะต้องเขียนตามข้อกำหนดที่วางไว้ทุกอย่างแต่ HTML สามารถยกเว้นได้ ดังนั้นเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจึงใช้ XML ในการเชื่อมต่อ และการเชื่อมต่อภายใน Lab Soft จะมีการเชื่อมต่ออยู่หลายจุดแต่ละจุดก็จะมีหน้าที่ต่างกันดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังการทำงานภายใน Lab Soft

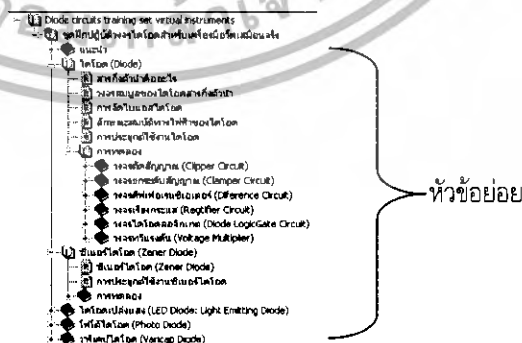
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. L@BSOFT ใช้เก็บข้อมูลทั้งหมดที่มีภายในโปรแกรม Lab Soft และใน L@BSOFT นี้จะมีการเชื่อมส่วนหลักๆ คือ หัวข้อใหญ่ที่แสดงบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft ส่วนหัวข้อย่อยจะมีการเชื่อมต่อในส่วนของ diodes



รูปที่ 3.3 หัวข้อใหญ่บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

2. BooksENU ใช้การเก็บข้อมูลทั้งหมดของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
3. Semiconductors ใช้เก็บข้อมูลส่วนของเนื้อหาและใบงานการทดลองวงจรไดโอดรวมทั้งข้อมูล html ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าไปยังโปรแกรม Lab Soft
4. Diodes ใช้เก็บข้อมูลของใบงานที่ใช้สำหรับทดลองทั้งหมด
5. Imsmanifest เป็นไฟล์ html ซึ่งมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานที่เป็นหัวข้อย่อยที่ไว้บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft



รูปที่ 3.4 หัวข้อย่อยบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. MTI41 ใช้เก็บข้อมูลของเนื้อหาที่ใช้สำหรับศึกษาควบคุมเกี่ยวกับการทดลองในงาน นอกจากนี้แล้วยังมี XML อีกหนึ่งส่วนที่มีหน้าที่ในการควบคุมการแสดงผลของข้อความต่างๆ บนหน้า Internet Explorer คือ ไฟล์ XML ที่เป็น .css จะกำหนดการแสดงผลของตัวอักษรขนาดของตัวอักษรสีของตัวอักษร

3.2.1.1 การสร้างหัวข้อใหญ่เข้าไปในโปรแกรม Lab Soft

การสร้างหัวข้อใหญ่เข้าไปในโปรแกรม Lab Soft ให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ไปที่ Driver C:\Program Files\LUCAS-NULLEAL@BSOFT เลือก LabSoft.config การเข้า LabSoft.config ให้คลิกขวาเลือก Notepad ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยในการแก้ไข
2. เขียน <RegCourse Name="....."/> ต่อจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยในช่องว่าง ให้ใส่ Folder งานใหม่ที่สร้างไว้ใน L@BSOFT
3. เขียน Course ตามรูปที่ 3.5



```
< RegCourse Name="ENU_Semiconductors"/>
<Course Name="ENU_Semiconductors"
Title="LUCAS-N?LLE L@Bsoft Course &quot;Control Techniques 1&quot;"
Group="Diode circuits training set virtual instruments"
Location="C:\Program Files\LUCAS-NULLEAL@BSOFT\Books\ENU\Semiconductors\'
Toolset="00"/>
```

รูปที่ 3.5 การเพิ่มหัวข้อใหญ่ใน Lab Soft

3.2.1.2 การสร้างหัวข้อย่อยเข้าไปในโปรแกรม Lab Soft

เมื่อเข้าไปในโปรแกรม L@BSOFT จากนั้นให้เข้าไปที่ diodes เลือก imsmanifest.xml โดยคลิกขวาเลือก Notepad ในส่วนนี้จะเป็นการสร้างหัวข้อย่อยดังแสดงในรูปที่ 3.4

วิธีการเพิ่มเติมหัวข้อย่อย คือ ให้พิมพ์ identifier ด้านบนของ Code โปรแกรม เพื่อสร้างชื่อให้กับหัวข้อย่อยที่ปรากฏบนโปรแกรม และพิมพ์ identifier ด้านล่างของ Code โปรแกรม เพื่อ Link หน้า HTML ที่จะปรากฏเมื่อคลิกเลือกหัวข้อย่อยนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 การแสดงผลของตัวอักษรขนาดของตัวอักษรสีของตัวอักษรในโปรแกรม Lab Soft

ในการแสดงผลของตัวอักษรขนาดของตัวอักษรสีของตัวอักษร นั้นไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าต่างๆ ลงในหน้า HTML ที่เราสร้างใบงาน เพราะค่าต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ .CSS ซึ่งจะอยู่ใน Folder ของใบงานที่ชื่อ diodes ในการแก้ไขค่าต่างๆ ก็ให้เข้าไปใน diodes แล้วเลือก default.css โดยคลิกขวาเลือก Notepad ก็ สามารถแก้ไขค่าต่างๆ ของตัวอักษรได้

```

default - Notepad
File Edit Format View Help
}
A:active {
  COLOR: orange
}
BODY {
  BACKGROUND: url(../images/pingbook.jpeg) repeat-y
}
H1 {
  FONT: bold 15pt/17pt "Arial"; COLOR: maroon
}
H2 {
  FONT: bold 13pt/15pt "Arial"; COLOR: blue
}
P {
  FONT: 12pt/14pt "Arial"; COLOR: black
}
P.biglink {
  FONT: bold 12pt/12pt "Helvetica, Arial"; COLOR: b
}
P.smalllink {
  FONT: bold 8pt/9pt "Helvetica, Arial"; COLOR: bla
}
TD.title {
  BACKGROUND: #400080; FONT: bold 16pt "Arial"; COL
}
LI {
  FONT: 12pt/14pt "Arial"
}
TD {
  FONT: 12pt/14pt "Arial"
}

```

รูปที่ 3.6 การแก้ไขค่า default.css ด้วย Notepad

3.3 การออกแบบและการสร้างแฟมวงจรถอดลอง

การออกแบบและการสร้างแฟมวงจรถอดลองที่ใช้งานบนโปรแกรม Lab Soft นั้นได้คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน คือ

1. เพื่อให้แฟมวงจรถอดลองสามารถติดต่อสื่อสารระหว่าง ชุดปฏิบัติการ Lab Soft และ เครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. เพื่อให้สามารถวัดค่าแรงดัน กระแส และสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่อยู่ในแฟมวงจรถอดลอง โดยจะใช้อุปกรณ์ในโปรแกรม Lab Soft วัดค่าต่างๆ ที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้จากการวัดนั้นจะถูกส่งผ่านข้อมูลทางชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้าไปยังโปรแกรม ทำให้ทราบค่าต่างๆ ที่ต้องการ
3. เพื่อให้แฟมวงจรถอดลองสามารถทดลองวงจรได้ตามใบงานที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบต้องกำหนดขีดความสามารถของแผงวงจรทดลองให้เหมาะสมกับโครงงานนี้โดย

1. การติดต่อระหว่างชุดปฏิบัติการ Lab Soft กับคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อโดยการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมหรือพอร์ต USB จากคอมพิวเตอร์
2. การเก็บผลการทดลองในใบงานสามารถเก็บผลการทดลองได้โดยไม่ต้องกดปุ่มบันทึก โปรแกรมก็สามารถเก็บผลการทดลองได้ ซึ่งการเก็บผลการทดลองจะเริ่มเก็บผลตั้งแต่การเข้าสู่หน้าโปรแกรม เพราะในการเข้าสู่โปรแกรมแต่ละครั้งจะต้องพิมพ์ชื่อถึงจะเข้าโปรแกรมได้ โดยชื่อที่เราพิมพ์เข้าไปในโปรแกรมนั้นจะทำการเก็บข้อมูลไว้เป็น User และยังสามารถใส่รหัสผ่านในการเข้าไปใช้งาน ซึ่งการเข้าโปรแกรมครั้งต่อไปเพื่อจะดูงานที่ทำไว้หรือต้องการจะทดลองวงจรต่อก็สามารถทำต่อได้เลย
3. ในแผงวงจรทดลองจะมีอุปกรณ์ที่สามารถทดลองได้ตามใบงานที่กำหนดไว้ โดยจะเตรียมอุปกรณ์ไว้และให้ผู้ทดลองได้ต่อวงจรเอง แต่จะกำหนดอุปกรณ์ในการต่อวงจรแต่ละวงจรให้
4. การจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับหม้อแปลง ควรใช้แรงดันที่มาจาก V1 เพราะสามารถขับหม้อแปลง และให้แรงดันที่เหมาะสมได้
5. ตัวความต้านทานและคาปาซิเตอร์ในแผงวงจรทดลองจะมีหลายตัวเพราะ ใบงานจะใช้อุปกรณ์ในการทดลองต่างกัน และถ้าผู้ทดลองไม่ต้องการต่อวงจรตามใบงานที่กำหนดก็สามารถออกแบบวงจรในการทดลองเองได้โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะใช้ในการเรียนการสอน อีกทั้งเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกว่าตรงตามขีดความสามารถที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะสามารถทำการแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนที่จะประกอบเป็นชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำเร็จได้

4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรการทดลอง

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงประกอบด้วย ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริแคปไดโอด แผงวงจรการทดลองจะใช้พอร์ตอนุกรมหรือพอร์ต USB ในการเชื่อมต่อเข้ากับโปรแกรม Lab Soft ผลที่ได้จากการทดลองสามารถบันทึกผลเก็บไว้ได้ในรูปแบบของ multi User สามารถแสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและกราฟได้

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรไดโอด

เป็นผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรรวมซิสเตอ์ระหว่าง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงกับโปรแกรม Multisim ซึ่งผลที่ได้ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก

4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ
วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			\bar{x}
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน	3	5	5	4.33
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน	4	5	5	4.66
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง	4	5	5	4.66
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	5	5	4.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติ
วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5
6. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.66
7. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	3	5	4	4
8. แบบฝึกหัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น	3	5	5	4.33
9. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	4	5	4	4.33
10. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	5	4.66
เฉลี่ยรวม	3.8	5	4.8	4.53

4.2.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติ
วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			\bar{x}
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน	5	5	4	4.66
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	5	5	5	5
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน	5	5	5	5
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	5	4	5	4.66
5. ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับใบงาน	5	5	5	5
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้	5	5	4	4.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติ
วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

7. ชุดทดลองนี้มีความจูงใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้	5	5	4	4.66
8. การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดทดลองมีความเหมาะสม	4	4	5	4.33
9. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ	5	5	5	5
10. ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	5	5	5	5
เฉลี่ยรวม	4.9	4.8	4.7	4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ได้ถูกออกแบบลักษณะการนำเสนอเนื้อหา และใบงานที่เป็นภาษาไทย โดยชุดฝึกปฏิบัตินี้ประกอบด้วย ชุดฝึก เนื้อหา ใบงาน และการ์ดการทดลอง โดยการ์ดที่ใช้ในการประกอบการทดลองมีด้วยกัน 3 การ์ด ซึ่งมีเลขเรียกชื่อดังนี้ 1. การ์ด SO4103-7A_TH, 2. การ์ด SO4103-7B_TH และ 3.การ์ด SO4103-7C_TH เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม Lab Soft

ในการทดลองจะแบ่งการทดลองชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงเป็นหัวข้อการทดลองจากใบงานการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit), วงจรยกระดับ (Clamper Circuit), วงจรตีฟเฟอเรนติเอเตอร์ (Clamper Circuit), วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit), วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode Logic Gate Circuit), วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiple Circuit) วงจรซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Circuit), วงจรไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode Circuit) วงจรโฟโตไดโอด (Photo Diode Circuit) และวงจรวาริแคปไดโอด (Varicap Diode Circuit) ซึ่งรวบรวมเป็นใบงานการทดลองทั้งหมด 32 ใบงาน จากขีดความสามารถของโครงการที่ได้กำหนดเอาไว้เพียง 20 ใบงาน

ในตัวโปรแกรมจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. รายละเอียดการ์ดชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงและการใช้งานเบื้องต้น
2. ทฤษฎีและเนื้อหาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดต่างๆ
3. ใบงานการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง

การนำเสนอทฤษฎีและเนื้อหานั้นจะมีความน่าสนใจเป็นพิเศษในรูปแบบสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมแฟลช (Flash) เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างงานมัลติมีเดียที่นิยมมากที่สุดโปรแกรมหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน (Animation) รวมทั้งสามารถสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอกซ์ชันสคริป (Action Script) ในการควบคุมการทำงานของภาพเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะควบคุมการทำงานของภาพเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง

ในส่วนของการทดลองใช้งานชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงนั้น สามารถแสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลข กราฟ และการทำงานของไดโอด สามารถเก็บผลการทดลองของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ซึ่งผู้สอนสามารถตรวจสอบและประเมินผลการทดลองได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังสามารถที่จะเรียกดูผลของข้อมูลย้อนหลังที่ได้บันทึกการทดลองไว้ และยังสามารถทำการพิมพ์เอกสารออกมากศึกษาเพิ่มเติมได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง เหมาะสำหรับผู้เรียนในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม แผนกช่างไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ และผู้ที่สนใจ เป็นชุดฝึกปฏิบัติที่สามารถเสริมสร้างทักษะที่ดีในการฝึกปฏิบัติได้ในระดับหนึ่งอีกด้วย

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงการพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในการทำงานหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การใช้งานโปรแกรมเฟลช สร้างตัวควบคุมที่ใช้เอกซ์เนสคลิป
วิธีการแก้ไข ทำการศึกษาข้อมูลการสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอกซ์เนสคลิป จากหนังสือโปรแกรมเฟลช และอินเทอร์เน็ต
2. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และใบงานไม่ตรงกับกลุ่มที่ทำการชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์และออปแอมป์
วิธีการแก้ไข เรียกสมาชิกกลุ่มต่างๆ มาพูดคุยหามาตรฐาน และรูปแบบของเนื้อหา และใบงาน
3. ห้องทดลองไม่เพียงพอเนื่องจากกลุ่มที่ทำชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์ใช้ห้องทดลอง
วิธีการแก้ไข เปลี่ยนเวลามาใช้ห้องทดลองในเวลาว่าง
4. การกำหนดขนาดขาลายอุปกรณ์ ในการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ ค่อนข้างไม่ได้ขนาดจริง
วิธีการแก้ไข เลือกซื้อตัวอุปกรณ์มาวัดขนาด และทำการสร้างขาของตัวอุปกรณ์ขึ้นมาใช้งานเอง
5. ปัญหา โปรแกรม Labsoft ไม่รองรับการนำภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน
วิธีการแก้ไข นำซอสโค้ด (Source Code) ของอาจารย์ที่ปรึกษามาศึกษา และทำการแก้ไขคำสั่งให้รองรับภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. สามารถนำชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงไปใช้งานร่วมกับชุดการทดลอง และแผงทดลองอื่นๆได้
2. ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงสามารถเสริมใบงานที่เป็นการทดลองที่ไม่ถูกต้อง เพื่อให้นักศึกษาสามารถวิเคราะห์ และรู้จักการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
3. ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง สามารถพัฒนาเพิ่ม โดยสร้างชุดทดลองตัวอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทันเนลไดโอดไดโอดกำลัง ซอทท์กีไดโอด กันไดโอด และไดโอดเปล่งแสง 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของศูนย์ส่งเสริมการเรียนการสอน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การนำเสนอทฤษฎีและเนื้อหาสามารถเพิ่มขีดความน่าสนใจแก่ผู้เรียน โดยใช้โปรแกรมเฟลชที่ใช้สร้างงานมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน รวมทั้งสามารถสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอคชั่นสคลิป ได้อย่างอิสระ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

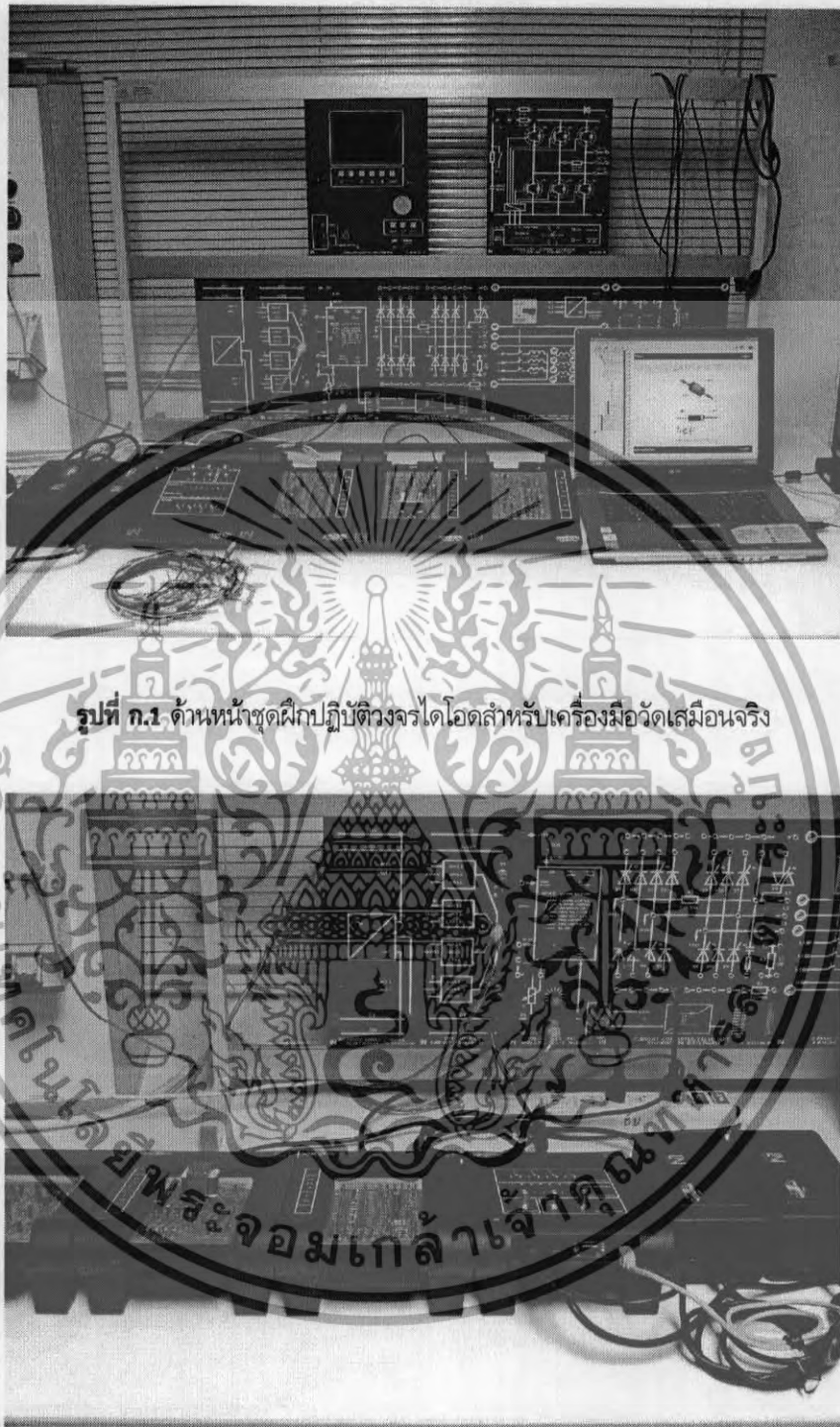
บรรณานุกรม

- กัมพล ทองเรือง. (2544). **การใช้งานโปรแกรม PSpice A/D วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สกายบุ๊คส์.
- บัณฑิต จามรภูมิ. (2544). **การใช้งาน Protel 99**. พิมพ์ครั้งที่ 6. เชียงใหม่: บัณฑิตเพรส.
- บุญชัย งามวงศ์วัฒนา. (2537, 8 กรกฎาคม). สารานุกรมได้อิตฉบับย่อ. ค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2549, จาก http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_p01.asp
- พจนารถ สุพรรณกุล. (2534, พฤศจิกายน). เก็บตกลสเปกอุปกรณ์ สารกึ่งตัวนำ. **วารสาร SEMICON DUCTER**, ม.ป.พ. (112). ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2549, จาก <http://electronics.se-ed.com>
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2540). **ทฤษฎีเซมิคอนดักเตอร์**. นนทบุรี: เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2540). **ใบงานปฏิบัติการทดลองเซมิคอนดักเตอร์**. นนทบุรี: เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ. (บรรณาธิการ). (2548). **วงจรพัลส์และดิจิทัล**. นนทบุรี: เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.
- วิโรจน์ อัครังสิ และคณะ. (2544). **XML Extensible Markup Language**. สยามศิลปะการพิมพ์: เอ. อาร์. อินฟอร์เมชัน แอนด์ พับลิเคชัน.
- สุวรรณไชย สติรพันธุ์. (2534, กรกฎาคม). รู้จักอุปกรณ์ตอน ไดโอด. **วารสาร HOBBY ELECTRONICS**, ม.ป.พ. (04). ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2549, จาก <http://electronics.se-ed.com>
- John Hewes. (2006). **Simple Component and Continuity Tester**. Retrieved June 2, from <http://www.kpsec.freeuk.com/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



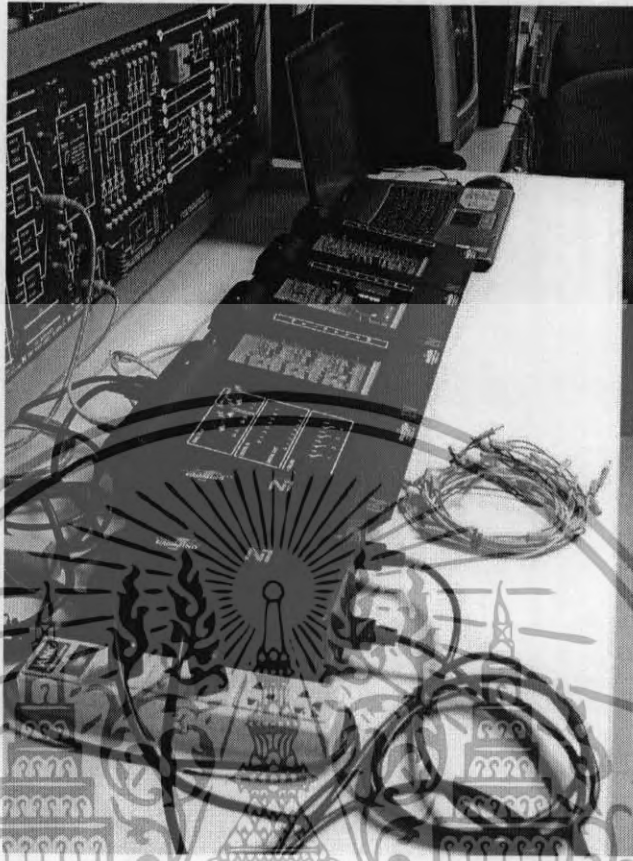
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ด้านหน้าชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

รูปที่ ก.2 ด้านหลังชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ด้านช่างชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

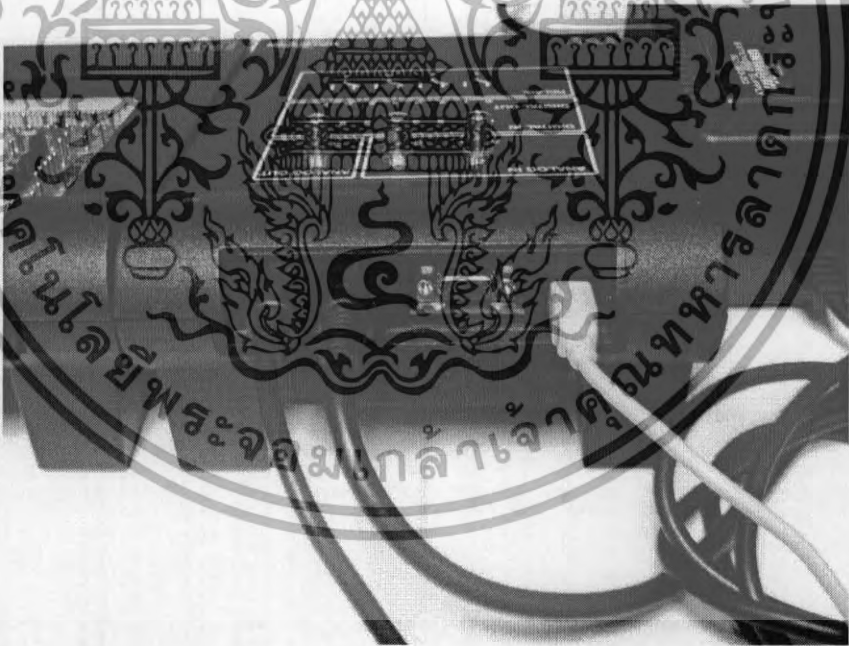


รูปที่ ก.4 การต่อสาย USB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

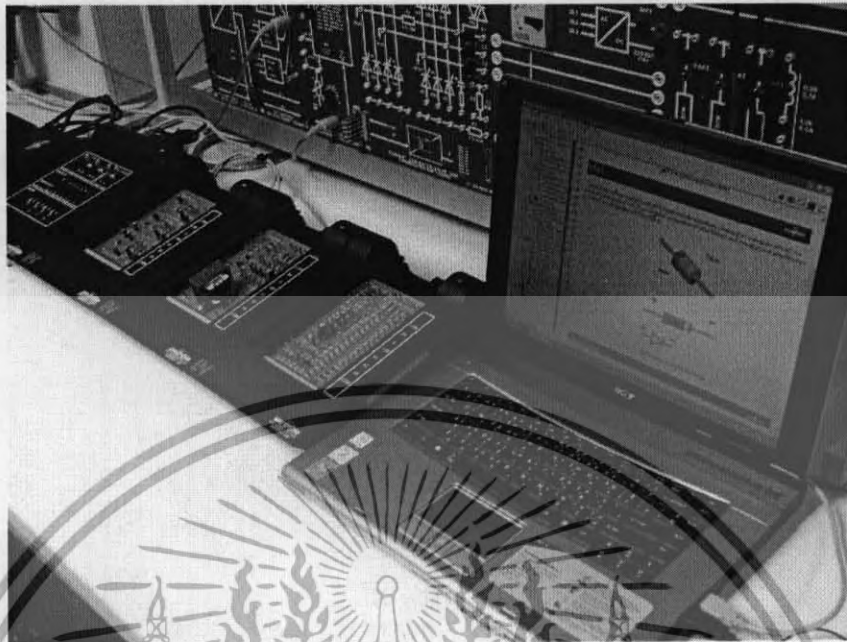


รูปที่ ก.5 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก



รูปที่ ก.6 การต่อสาย USB และการต่อสายแหล่งจ่ายให้กับชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

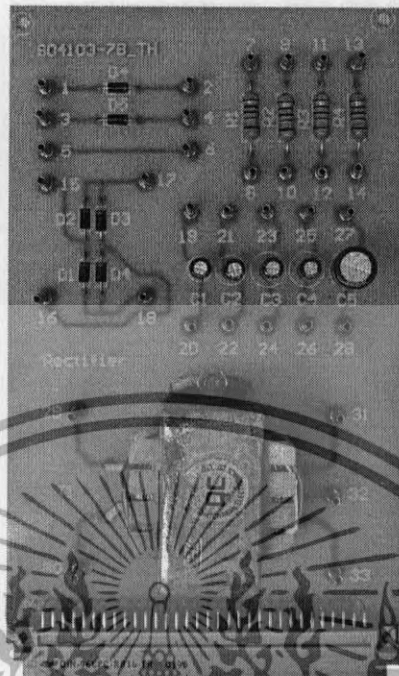


รูปที่ ก.7 จอภาพแสดงผลการทดลองทางคอมพิวเตอร์



รูปที่ ก.8 ลักษณะการติดตั้ง SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 ลักษณะการติดตั้ง SO4103-7B_TH



รูปที่ ก.10 ลักษณะการติดตั้ง SO4103-7C_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.11 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7A_TH

รูปที่ ก.12 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7B_TH

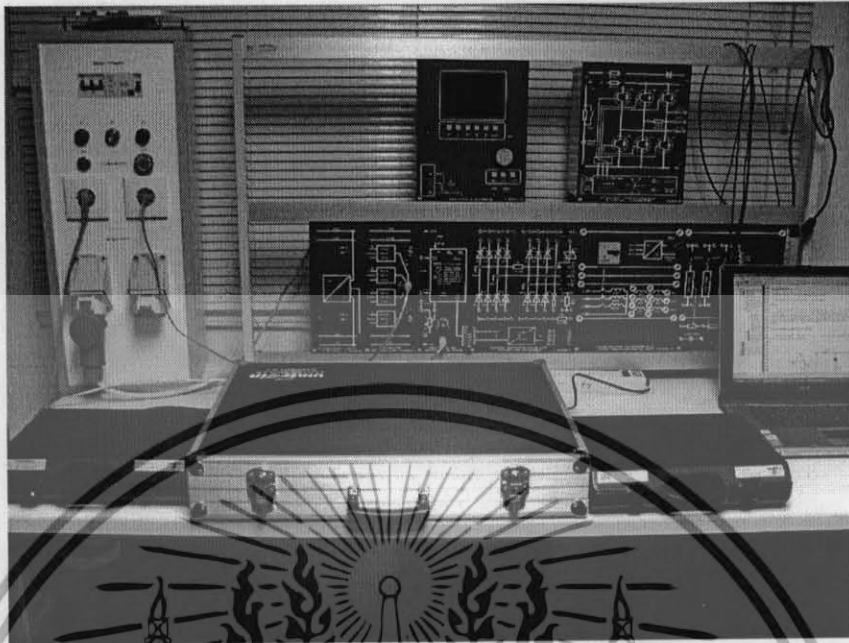
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7C₂TH

รูปที่ ก.14 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



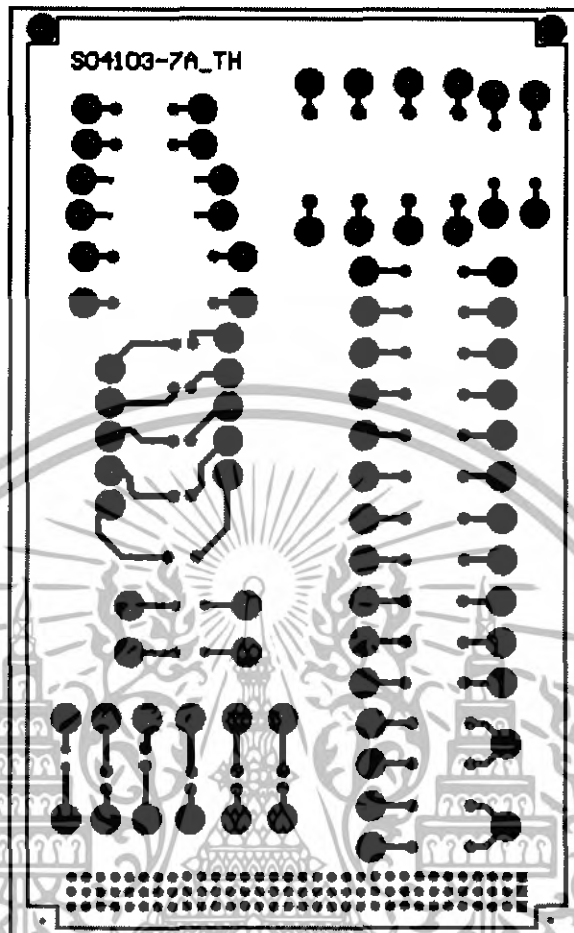
รูปที่ ก.15 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

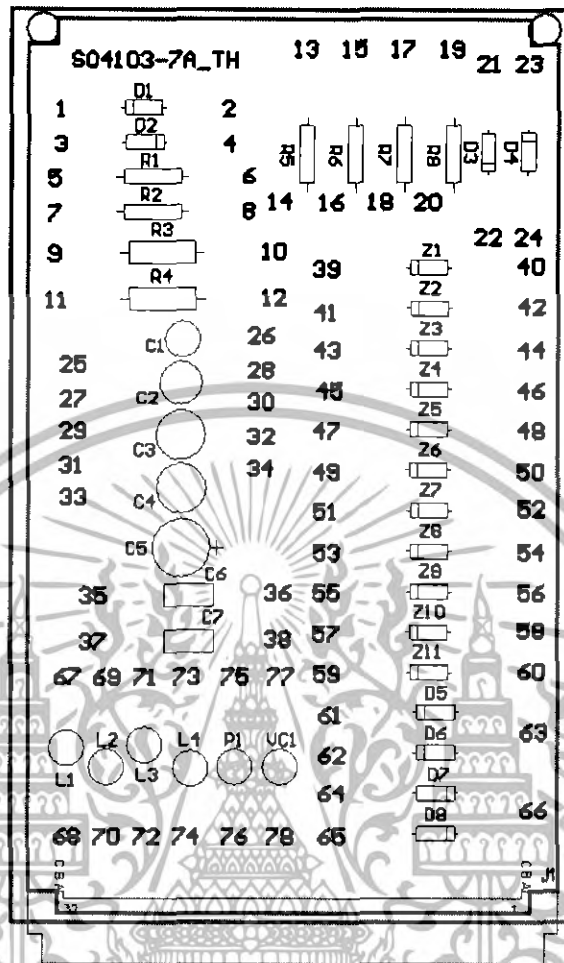


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



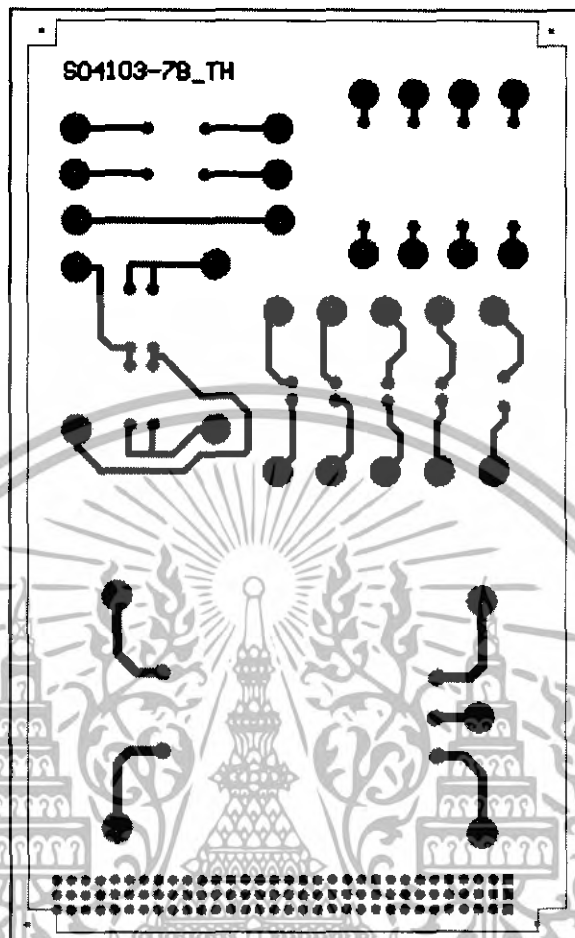
รูปที่ ๓.1 แผงวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



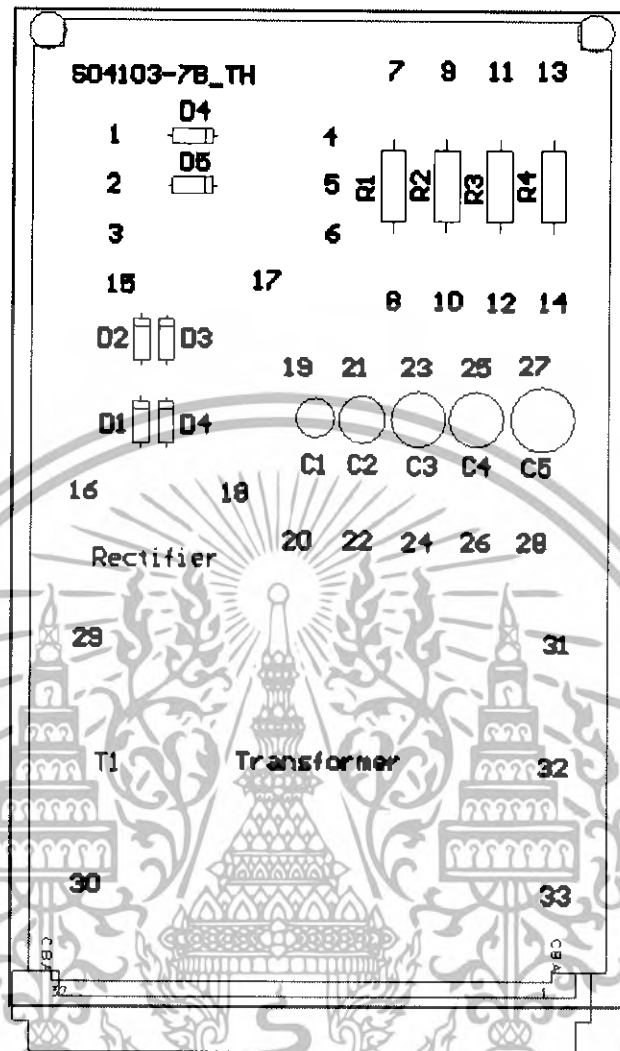
รูปที่ ๒.๒ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
การ์ด SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



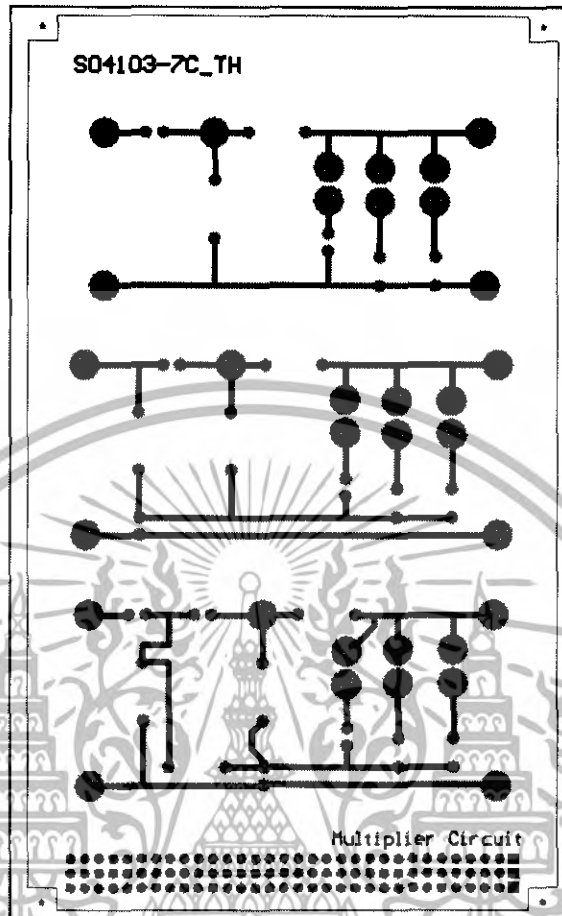
รูปที่ ๓.๓ แผงวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7B_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



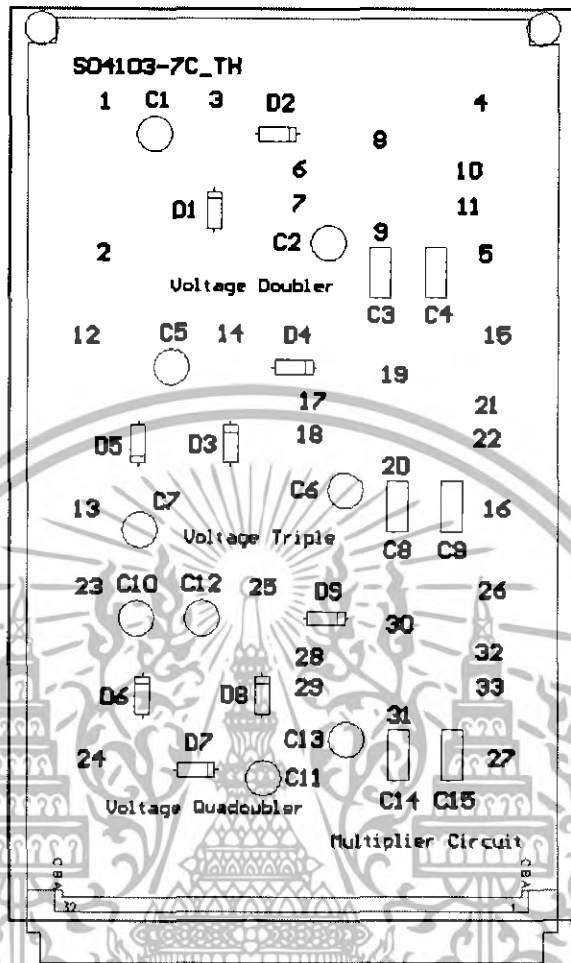
รูปที่ ๓.๔ ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
การ์ด SO4103-7B_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.5 แผงวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7C TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
 ทรานซิสเตอร์ SO4103-7C_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7A_TH

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1 - D8	1N4007	8 ตัว
Z1	1N4728A	1 ตัว
Z2	1N4731A	1 ตัว
Z3	1N4736A	1 ตัว
Z4	1N4737A	1 ตัว
Z5	1N4738A	1 ตัว
Z6	1N4739A	1 ตัว
Z7	1N4740A	1 ตัว
Z8	1N4742A	1 ตัว
Z9	1N4743A	1 ตัว
Z10	1N4744A	1 ตัว
Z11	1N4748A	1 ตัว
L1	LED ORANGE	1 ตัว
L2	LED YELLOW	1 ตัว
L3	LED GREEN	1 ตัว
L4	LED RED	1 ตัว
P1	MTD2001M	1 ตัว
VC1	1SV101	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 μ F 50 V	1 ตัว
C2	1 μ F 16 V	1 ตัว
C3	10 μ F 16 V	1 ตัว
C4	100 μ F 16 V	1 ตัว
C5	10000 μ F 16 V	1 ตัว
C6	103 J 100 V	1 ตัว
C7	104 J 100 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) อุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7A_TH

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1,R2,R7,R8	10 K Ω 1/2W 1%	4 ตัว
R3,R4,R5,R6	100 Ω 1W 1%	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	Connecter 64 pin	1 ตัว
จุดเสียบสายนำสัญญาณเครื่องโทรศัพท์		78 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7B_TH

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
สารกึ่งตัวนำ		
D1-D6	1N4007	6 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 μ F 50 V	1 ตัว
C2	1 μ F 16 V	1 ตัว
C3	10 μ F 16 V	1 ตัว
C4	100 μ F 16 V	1 ตัว
C5	10000 μ F 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R4	10 K Ω 1W 1%	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	Connecter 64 pin	1 ตัว
จุดเสียบสายนำสัญญาณเครื่องโทรศัพท์		33 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7C_TH

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
สารกึ่งตัวนำ		
D1-D9	1N4007	6 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2,C5,C6,C7,C10,C12,C11,C13	100 μ F 25V	9 ตัว
C3,C8,C14	102 J 100 V	3 ตัว
C4,C9,C15	103 J 100 V	3 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	100 Ω 1W 1%	2 ตัว
R3 ,R4	10 K Ω 1W 1%	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220/9-0-9 1A	1 ตัว
J1	Connector 96 pin	1 ตัว
จุดเสียบสายนำสัญญาณเครื่องโทรทัศน์		27 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
รายการรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

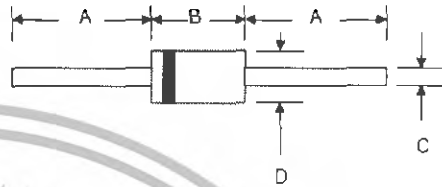


1N4001 – 1N4007

1.0A SILICON RECTIFIER

Features

- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability



Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Weight: 0.35 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number

DO-41		
Dim	Min	Max
A	25.4	—
B	4.06	5.21
C	0.71	0.864
D	2.00	2.72
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T_A=25°C unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N 4001	1N 4002	1N 4003	1N 4004	1N 4005	1N 4006	1N 4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V _{RRM} V _{RRM} V _R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	V _{RRMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @T _A = 75°C	I _O	1.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I _{FSM}	30							A
Forward Voltage @I _F = 1.0A	V _{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @T _A = 25°C At Rated DC Blocking Voltage @T _A = 100°C	I _{RM}	5.0 50							μA
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C _J	15							pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient (Note 1)	R _{θJA}	50							K/W
Operating Temperature Range	T _I	-65 to +125							°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 to +150							°C

*Glass passivated forms are available upon request

- Note: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case
2. Measured at 1.0 MHz and Applied Reverse Voltage of 4.0V D.C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

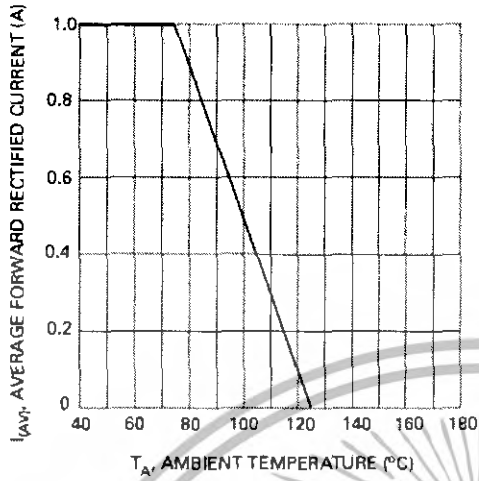


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

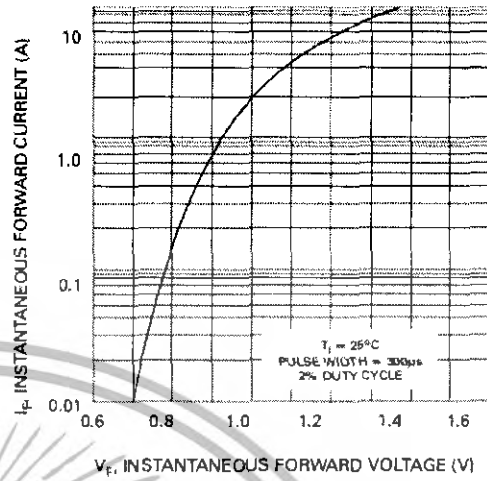


Fig. 2 Typical Forward Characteristics

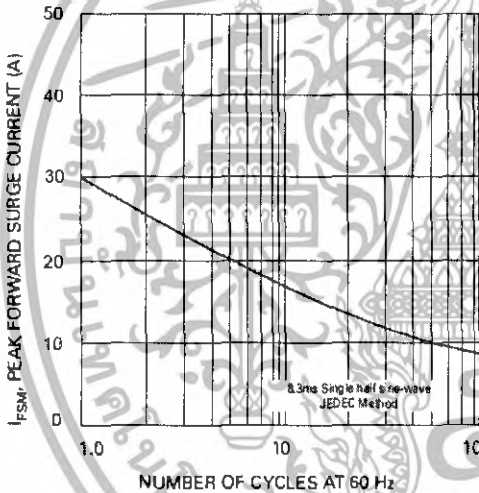


Fig. 3 Max Non-Repetitive Peak Fwd Surge Current

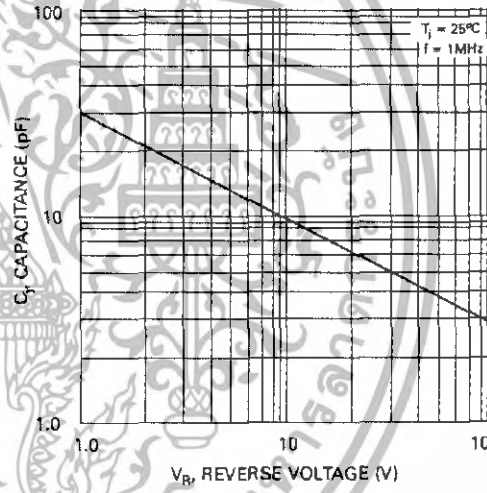


Fig. 4 Typical Junction Capacitance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

January 2005

1N4728A - 1N4764A

Zeners



DO-41 Glass case
COLOR BAND DENOTES CATHODE

Absolute Maximum Ratings * $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation @ $T_L \leq 50^\circ\text{C}$, Lead Length = 3/8"	1.0	W
	Derate above 50°C	6.67	mW/ $^\circ\text{C}$
T_J, T_{STG}	Operating and Storage Temperature Range	-65 to +200	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Device	V_Z (V) @ I_Z (Note 1)			Test Current I_Z (mA)	Max. Zener Impedance			Leakage Current	
	Min.	Typ.	Max.		Z_Z @ I_Z (Ω)	Z_{ZK} @ I_{ZK} (Ω)	I_{ZK} (mA)	I_R (μA)	V_R (V)
1N4728A	3.315	3.3	3.465	76	10	400	1	100	1
1N4729A	3.42	3.6	3.78	69	10	400	1	100	1
1N4730A	3.705	3.9	4.095	64	9	400	1	50	1
1N4731A	4.085	4.3	4.515	58	9	400	1	10	1
1N4732A	4.465	4.7	4.935	53	8	500	1	10	1
1N4733A	4.945	5.1	5.355	49	7	500	1	10	1
1N4734A	5.32	5.6	5.88	45	5	600	1	10	2
1N4735A	5.89	6.2	6.51	41	2	700	1	10	3
1N4736A	6.46	6.8	7.14	37	3.5	700	1	10	4
1N4737A	7.125	7.5	7.875	34	4	700	0.5	10	5
1N4738A	7.79	8.2	8.61	31	4.5	700	0.5	10	6
1N4739A	8.645	9.1	9.565	28	5	700	0.5	10	7
1N4740A	9.5	10	10.5	25	7	700	0.25	10	7.6
1N4741A	10.45	11	11.55	23	8	700	0.25	5	8.4
1N4742A	11.4	12	12.6	21	9	700	0.25	5	9.1
1N4743A	12.35	13	13.65	19	10	700	0.25	5	9.9
1N4744A	14.25	15	15.75	17	14	700	0.25	5	11.4
1N4745A	15.2	16	16.8	15.5	16	700	0.25	5	12.2
1N4746A	17.1	18	18.9	14	20	750	0.25	5	13.7
1N4747A	19	20	21	12.5	22	750	0.25	5	15.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics $T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Device	V_Z (V) @ I_Z (Note 1)			Test Current I_Z (mA)	Max. Zener Impedance			Leakage Current	
	Min.	Typ.	Max.		Z_Z @ I_Z (Ω)	Z_{ZK} @ I_{ZK} (Ω)	I_{ZK} (mA)	I_R (μA)	V_R (V)
1N4748A	20.9	22	23.1	11.5	23	750	0.25	5	16.7
1N4749A	22.8	24	25.2	10.5	25	750	0.25	5	18.2
1N4750A	25.65	27	28.35	9.5	35	750	0.25	5	20.6
1N4751A	28.5	30	31.5	8.5	40	1000	0.25	5	22.8
1N4752A	31.35	33	34.65	7.5	45	1000	0.25	5	25.1
1N4753A	34.2	36	37.8	7	50	1000	0.25	5	27.4
1N4754A	37.05	39	40.95	6.5	60	1000	0.25	5	29.7
1N4755A	40.85	43	45.15	6	70	1500	0.25	5	32.7
1N4756A	44.85	47	49.35	5.5	80	1500	0.25	5	35.8
1N4757A	48.45	51	53.55	5	95	1500	0.25	5	38.8
1N4758A	53.2	56	58.8	4.5	110	2000	0.25	5	42.6
1N4759A	58.9	62	65.1	4	125	2000	0.25	5	47.1
1N4760A	64.6	68	71.4	3.7	150	2000	0.25	5	51.7
1N4761A	71.25	75	78.75	3.3	175	2000	0.25	5	56
1N4762A	77.9	82	86.1	3	200	3000	0.25	5	62.2
1N4763A	86.45	91	95.55	2.8	250	3000	0.25	5	69.2
1N4764A	95	100	105	2.5	350	3000	0.25	5	76

Notes:

1. Zener Voltage (V_Z)The zener voltage is measured with the device junction in the thermal equilibrium at the lead temperature (T_C) at $30^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ and 30" lead length.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Top Mark Information					
Device	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
1N4728A	LOGO	47	28	A	XY
1N4728A	LOGO	47	29	A	XY
1N4730A	LOGO	47	30	A	XY
1N4731A	LOGO	47	31	A	XY
1N4732A	LOGO	47	32	A	XY
1N4733A	LOGO	47	33	A	XY
1N4734A	LOGO	47	34	A	XY
1N4735A	LOGO	47	35	A	XY
1N4736A	LOGO	47	36	A	XY
1N4737A	LOGO	47	37	A	XY
1N4738A	LOGO	47	38	A	XY
1N4739A	LOGO	47	39	A	XY
1N4740A	LOGO	47	40	A	XY
1N4741A	LOGO	47	41	A	XY
1N4742A	LOGO	47	42	A	XY
1N4743A	LOGO	47	43	A	XY
1N4744A	LOGO	47	44	A	XY
1N4745A	LOGO	47	45	A	XY
1N4746A	LOGO	47	46	A	XY
1N4747A	LOGO	47	47	A	XY
1N4748A	LOGO	47	48	A	XY
1N4749A	LOGO	47	49	A	XY
1N4750A	LOGO	47	50	A	XY
1N4751A	LOGO	47	51	A	XY
1N4752A	LOGO	47	52	A	XY
1N4753A	LOGO	47	53	A	XY
1N4754A	LOGO	47	54	A	XY
1N4755A	LOGO	47	55	A	XY
1N4756A	LOGO	47	56	A	XY
1N4757A	LOGO	47	57	A	XY
1N4758A	LOGO	47	58	A	XY
1N4759A	LOGO	47	59	A	XY
1N4760A	LOGO	47	60	A	XY
1N4761A	LOGO	47	61	A	XY
1N4762A	LOGO	47	62	A	XY
1N4763A	LOGO	47	63	A	XY
1N4764A	LOGO	47	64	A	XY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TAIWAN OASIS LED DATA SHEET

PART NO. : TOL-50aHRaTEa

DESCRIPTION

SOURCE MATERIAL ----- GaP
 COLOR ----- Red
 LENS ----- Red Transparent

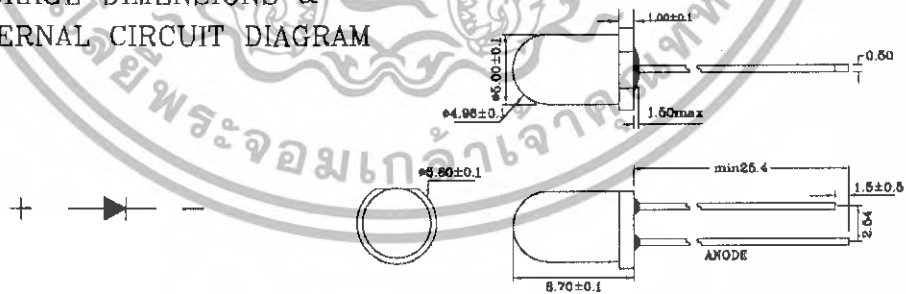
ABSOLUTE MAXIMUM RATING (Ta=25°C)

PULSE CURRENT (1/10 DUTY CYCLE, 0.1ms PULSE WIDTH) ----- 100mA
 REVERSE VOLTAGE ----- 5.0V
 CONTINUOUS FORWARD CURRENT ----- 25mA
 RECOMMEND OPERATING CURRENT ----- 15mA
 OPERATING TEMPERATURE ----- -25°C TO 85°C
 STORAGE TEMPERATURE ----- -30°C TO 100°C
 LEAD SOLDERING TEMPERATURE ----- 280°C FOR 3 SECONDS
 (2mm from body)

CHARACTERISTICS (Ta=25°C)

PARAMETER	CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
POWER DISSIPATION		Pd			75	mW
PEAK EMISSION WAVELENGTH	If=20mA	λ_p		700		nm
SPECTRUM HALF WIDTH	If=20mA	$\Delta\lambda$		100		nm
FORWARD VOLTAGE	If=20mA	Vf		2.25	2.50	V
REVERSE CURRENT	Vr=5V	Ir			10	μ A
LUMINOUS INTENSITY	If=20mA	Iv	15	30		mcd
FULL VIEWING ANGLE	If=20mA	$2\theta_{1/2}$		15		deg.

PACKAGE DIMENSIONS & INTERNAL CIRCUIT DIAGRAM



DATE	01/12/00'	SCALE	2.5:1	TOLERANCE	± 0.25 ANGLE $\pm 5'$	DRAWN	华明亮	CHECKED	
UNIT	M/M	SHEET NO.	1/1	DRAWING NO.	S-50aHRaTEa-A	CUSTOMER		APPROVED	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

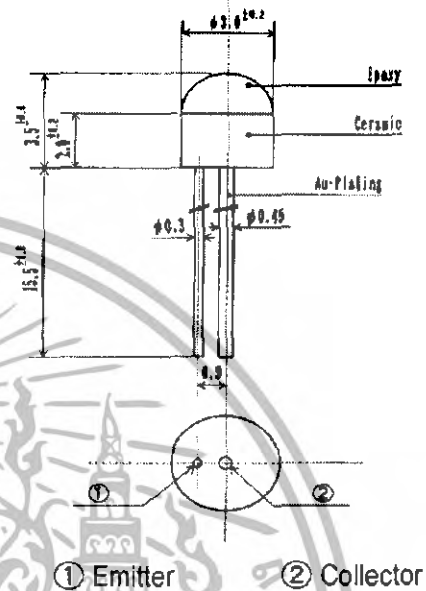
MTD2001M

Features

High Reliability
Low Dark Current
Compact Package

Applications

Optical Switches
Optical Sensors
Optical Detectors



Maximum Ratings (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Max.	Test Condition	Unit
Reverse Voltage	V _r	20	-	V
Power Dissipation	P _D	70.00	-	mW
Operating Temperature	T _{opr}	-20~+85	-	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-30~+100	-	°C
Junction Temperature	T _j	100	-	°C
Soldering Temperature	T _{sol}	260	for 5 sec. max	°C

Opto-Electrical Characteristics (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Open Circuit Voltage	V _{oc}	E _e =5mW/cm ²	35	-	-	V
Light Current	I _L	V _r =10V, E _e =5mW/cm ²	-	20.00	-	μA
Dark Current	I _o	V _r =10V	-	-	5	nA
Spectral Sensitivity	λ	-	-	400 ~ 1100	-	μA
Peak Sensitivity Wavelength	λ _p	-	-	950	-	V
Beam Angle	θ	-	-	± 65°	-	deg.
Junction Capacitance	C _j	1 MHz, V=0V	-	80	-	pF

* Color Temperature = 2870°K Standard Tungsten Lamp

Company Headquarters
3 Northway Lane North
Latham, New York 12110
Toll Free: 800.984.5337
Fax: 518.785.4725

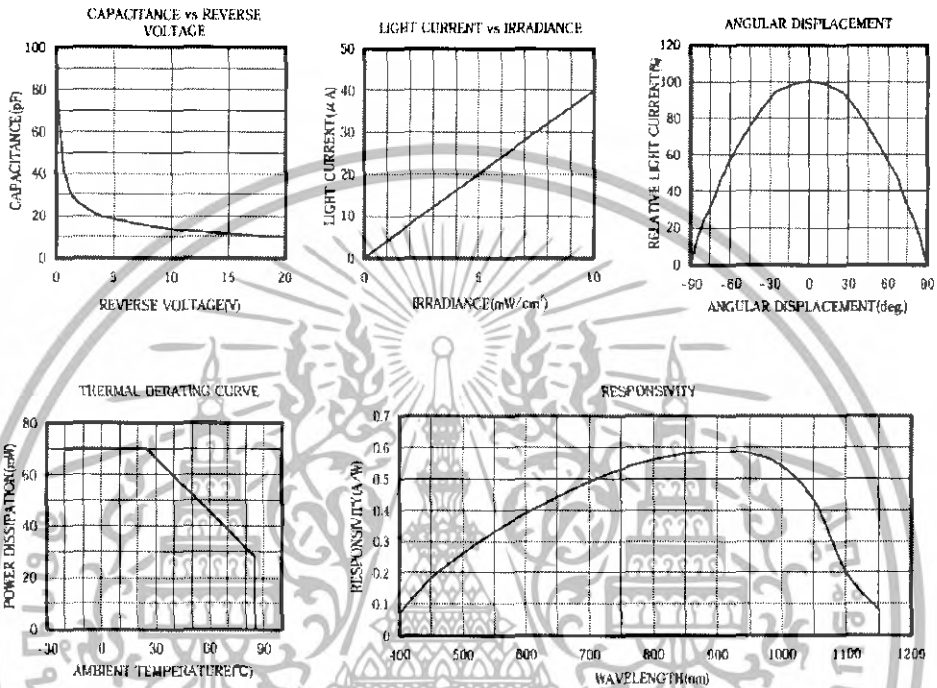


Web: www.marktechopto.com | Email: info@marktechopto.com

West Coast Sales Office
950 South Coast Drive, Suite 265
Costa Mesa, California 92626
Toll Free: 800.984.5337
Fax: 714.850.9314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MTD2001M Graphs



Company Headquarters
3 Northway Lane North
Latham, New York 12110
Toll Free: 800.984.5337
Fax: 518.785.4725


Web: www.marktechoptb.com | Email: info@marktechoptb.com

West Coast Sales Office
950 South Coast Drive, Suite 265
Costa Mesa, California 92626
Toll Free: 800.984.5337
Fax: 714.850.9314

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

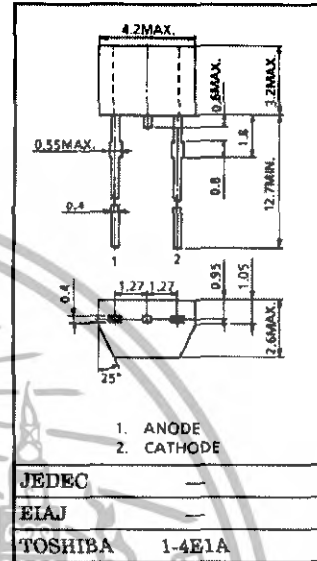
TOSHIBA VARIABLE CAPACITANCE DIODE SILICON EPITAXIAL PLANAR TYPE

1SV101

FM TUNER APPLICATIONS

- High Capacitance Ratio : $C_{3V}/C_{9V} = 2.0 \sim 2.7$
- Low Series Resistance : $r_s = 0.3 \Omega$ (Typ.)
- Small Package.
- Low Tuning Voltage Range : 3 V-9 V

Unit in mm



Weight : 0.9 g

MAXIMUM RATINGS ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Reverse Voltage	V_R	15	V
Junction Temperature	T_j	125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55~125	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Reverse Voltage	V_R	$I_R = 10 \mu\text{A}$	15	—	—	V
Reverse Current	I_R	$V_R = 15 \text{ V}$	—	—	10	nA
Capacitance	C_{3V}	$V_R = 3 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$	28	—	32	pF
Capacitance	C_{9V}	$V_R = 9 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$	12	—	14	pF
Capacitance Ratio	C_{3V}/C_{9V}	—	2.0	—	2.7	—
Series Resistance	r_s	$C = 80 \text{ pF}, f = 50 \text{ MHz}$	—	0.3	0.5	Ω

(Note) : Units are compounded in one package and are matched to 3%.

$$\frac{C(\text{Max.}) - C(\text{Min.})}{C(\text{Min.})} \leq 0.03 \quad (V_R = 3 \text{ V-9 V})$$

and capacitance is classified as Table 1.

000707EAAZ

- TOSHIBA is continually working to improve the quality and reliability of its products. Nevertheless, semiconductor devices in general can malfunction or fail due to their inherent electrical sensitivity and vulnerability to physical stress. It is the responsibility of the buyer, when utilizing TOSHIBA products, to comply with the standards of safety in making a safe design for the entire system, and to avoid situations in which a malfunction or failure of such TOSHIBA products could cause loss of human life, bodily injury or damage to property. In developing your designs, please ensure that TOSHIBA products are used within specified operating ranges as set forth in the most recent TOSHIBA products specifications. Also, please keep in mind the precautions and conditions set forth in the "Handling Guide for Semiconductor Devices," or "TOSHIBA Semiconductor Reliability Handbook" etc..
- The TOSHIBA products listed in this document are intended for usage in general electronics applications (computer, personal equipment, office equipment, measuring equipment, industrial robotics, domestic appliances, etc.). These TOSHIBA products are neither intended nor warranted for usage in equipment that requires extraordinarily high quality and/or reliability or a malfunction or failure of which may cause loss of human life or bodily injury ("Unintended Usage"). Unintended Usage include atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, transportation instruments, traffic signal instruments, combustion control instruments, medical instruments, all types of safety devices, etc. Unintended Usage of TOSHIBA products listed in this document shall be made at the customer's own risk.
- The information contained herein is presented only as a guide for the applications of our products. No responsibility is assumed by TOSHIBA CORPORATION for any infringements of intellectual property or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any intellectual property or other rights of TOSHIBA CORPORATION or others.
- The information contained herein is subject to change without notice.

2001-01-16 1/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOSHIBA**1SV101**

Table 1 : Address classification of capacitance
TEST CONDITION : f = 1 MHz, Ta = 25°C

Unit : pF

No.	C _{3V}	C _{5V}	C _{7V}	C _{9V}
1	28.20~29.04	20.50~21.11	15.65~16.11	12.066~12.427
2	28.85~29.71	20.97~21.59	16.01~16.49	12.343~12.713
3	29.51~30.39	21.44~22.08	16.38~16.87	12.627~13.005
4	30.19~31.09	21.94~22.59	16.76~17.26	12.917~13.304
5	30.89~31.81	22.45~23.12	17.15~17.66	13.214~13.610
6		22.97~23.65	17.54~18.06	13.518~13.923
7		23.49~24.19	17.94~18.47	

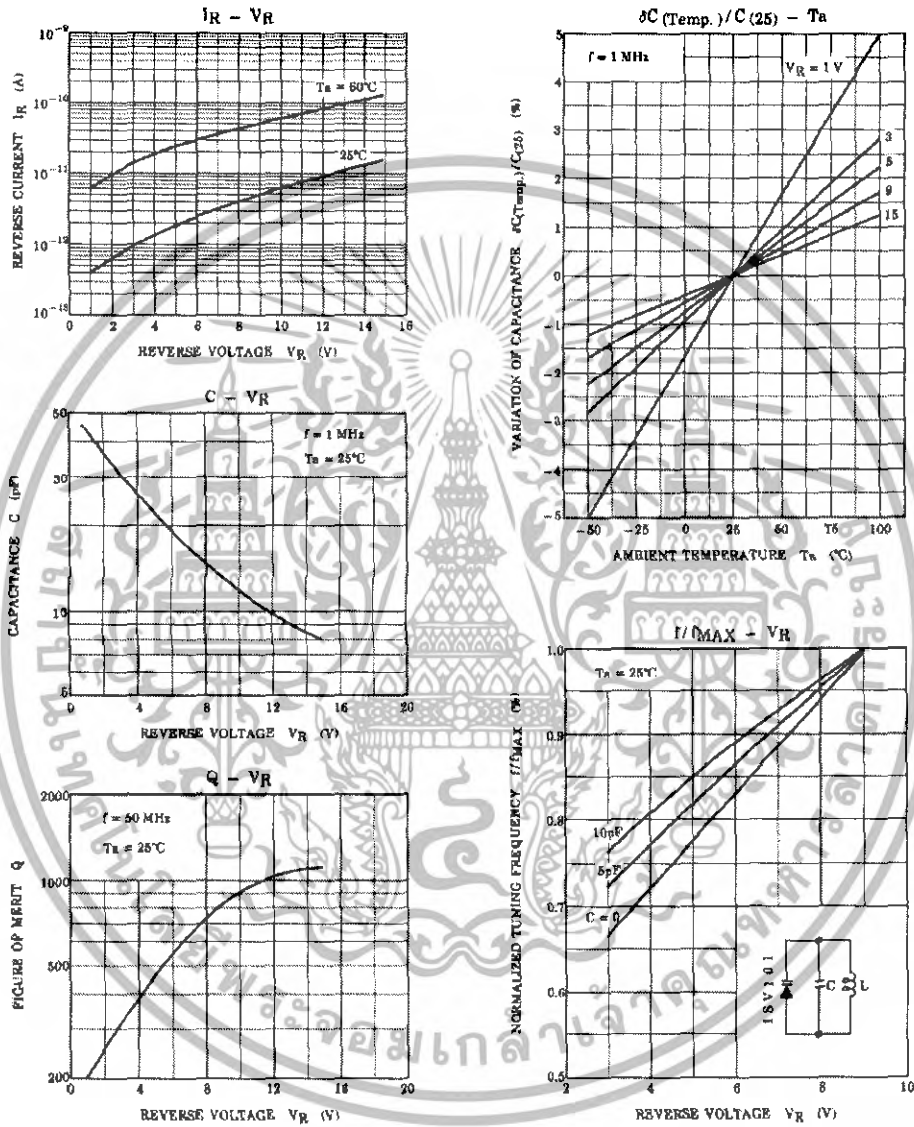
- (1) The capacitance value of address classification is shown with confidence to at least $\pm 0.5\%$ accuracy.
- (2) The address is specified in the compounded package (or label).

Example 4 - 3 - 2 - 1
 (C_{3V}) (C_{5V}) (C_{7V}) (C_{9V})



2001-01-16 2/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



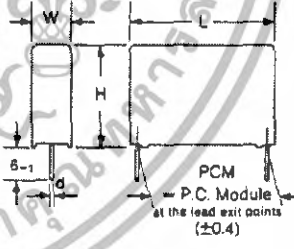
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIMA MKS 4

General Data

Capacitance	63 VDC/40 VAC*				100 VDC/63 VAC*				160 VDC/100 VAC*				250 VDC/160 VAC*				400 VDC/200 VAC*			
	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**
0.01 µF					4	9	10	7.5					4	9	13	10	4	9	13	10
0.015 .					4	9	10	7.5					4	9	13	10	4	9	13	10
0.022 .					4	9	10	7.5					4	9	13	10	4	9	13	10
0.033 .					4	9	10	7.5					4	9	13	10	4	9.5	13	10
0.047 .					4	9	10	7.5					4	9	13	10	5	11	18	15
0.068 .					4	9	10	7.5					4	9	13	10	5	11	18	15
0.1 µF					4	9	10	7.5*	4	9	13	10*	4	9.5	13	10*	6	12.5	18	15
.					4	9	13	10*					5	11	18	15*				
0.15 .					4	9	10	7.5*	4	9.5	13	10*	5	11	18	15	7	14	18	15
.					4	9	13	10*												
0.22 .	4	9	10	7.5*	4	9.5	13	10*	5	11	13	10*	5	11	18	15	6	15	26.5	22.5
.	4	9.5	13	10*																
0.33 .	4.5	9.5	10.3	7.5*	5	11	18	15	5	11	18	15*	8	12.5	18	15	7	16.5	26.5	22.5
.	4	9.5	13	10*																
0.47 .	5	10.5	10.3	7.5*	5	11	18	15	8	12.5	18	15*	7	16.5	26.5	22.5	8.5	18.5	26.5	22.5
.	4	9.5	13	10*																
0.68 .	5.7	12.5	10.3	7.5*	6	12.5	18	15	7	14	18	15*	7	16.5	26.5	22.5	11	21	31.5	27.5
.	5	11	13	10*																
1.0 µF	5	11	13	10*	7	14	18	15	7	16.5	26.5	22.5*	8.5	18.5	26.5	22.5	11	21	31.5	27.5
.	6	12.5	18	15*																
1.5 .	7	14	18	15	7	16.5	26.5	22.5	7	16.5	26.5	22.5*	9	19	31.5	27.5	13	24	31.5	27.5*
.	8	15	18	15	8.5	18.5	26.5	22.5	10.5	19	26.5	22.5*	11.5	21.5	31.5	27.5	17	34.5	31.5	27.5*
2.2 .	8	15	18	15	8.5	18.5	26.5	22.5	10.5	19	26.5	22.5*	11.5	21.5	31.5	27.5	17	34.5	31.5	27.5*
.	7	16.5	26.5	22.5	10.5	19	26.5	22.5*	11	21	26.5	22.5*	15	24	31.5	27.5*				
3.3 .	7	16.5	26.5	22.5	10.5	19	26.5	22.5*	11	21	26.5	22.5*	15	24	31.5	27.5*				
.	4	9.5	13	10*																
4.7 .	8.5	18.5	26.5	22.5	11	21	31.5	27.5*	13	24	31.5	27.5*	17	29	31.5	27.5*				
.	10.5	19	26.5	22.5*	13	24	31.5	27.5*												
6.8 .	10.5	19	26.5	22.5*	13	24	31.5	27.5*												
.	5	11	13	10*																
10 µF	11	21	31.5	27.5*	15	26	31.5	27.5*												
.	13	24	31.5	27.5*	17	34.5	31.5	27.5*												
15 .	13	24	31.5	27.5*	17	34.5	31.5	27.5*												
.	15	26	31.5	27.5*																
22 .	15	26	31.5	27.5*																

Capacitance	630 VDC/220 VAC*				1000 VDC/250 VAC*				1500 VDC/250 VAC*			
	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**	W	H	L	PCM**
3300 pF									5	11	18	15*
4700 .									5	11	18	15*
6800 .									6	12.5	18	15*
0.01 µF	4	9	13	10*	5	11	18	15*	6	12.5	18	15*
0.015 .	4	9	13	10*	5	11	18	15*	8	15	18	15*
0.022 .	5	11	13	10*	8	12.5	18	15*	7	16.5	26.5	22.5*
0.033 .	5	11	18	15*	8	15	18	15*	8.5	18.5	26.5	22.5*
0.047 .	6	12.5	18	15*	6	15	26.5	22.5*	8.5	18.5	26.5	22.5*
0.068 .	7	14	18	15*	7	18.5	26.5	22.5*	11	21	28.5	22.5*
0.1 µF	8	15	18	15**	8.5	18.5	26.5	22.5*	11	21	31.5	27.5*
.	7	16.5	26.5	22.5*								
0.15 .	7	16.5	26.5	22.5*	11	21	26.5	22.5*	15	28	31.5	27.5*
0.22 .	8.5	18.5	26.5	22.5*	11	21	31.5	27.5*	17	29	31.5	27.5*
0.33 .	10.5	19	26.5	22.5*	13	24	31.5	27.5*				
.	9	19	31.5	27.5*								
0.47 .	11	21	31.5	27.5*	17	29	31.5	27.5*				
0.68 .	13	24	31.5	27.5*	20	39.5	31.5	27.5*				
1.0 .	15	26	31.5	27.5*								



d = 0.7 φ if PCM 7.5 and 10
 d = 0.8 φ if PCM 15 ... 27.5
 d = 1.0 φ if PCM 27.5 and body > 15 X 26 X 31.5

Dims. in mm.

Taped version see page 10.

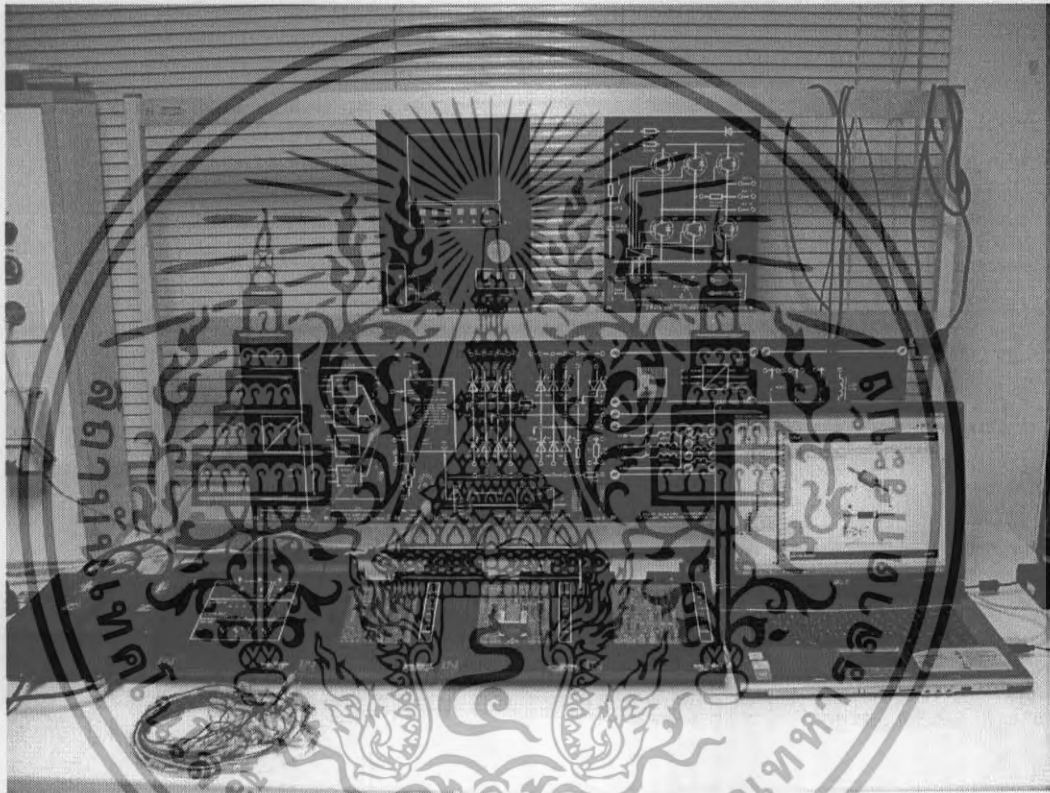
Rights reserved to amend design date without prior notification.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้
ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ควรศึกษาทำความเข้าใจการใช้งานเบื้องต้นจากคู่มือให้เข้าใจก่อน เพื่อที่จะได้ลงมือปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายของชุดฝึก

2. ส่วนประกอบของชุดฝึก

2.1 ส่วนควบคุม และการเชื่อมต่อสำหรับการทดลอง (Interface' control elements and connections)



รูปที่ จ.1 ส่วนควบคุม

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ชุดรีเลย์ (Relay Field)

สำหรับการทดลองที่ต้องการใช้สวิตช์ควบคุม ประกอบด้วยรีเลย์ทั้งหมด 8 ตัว ซึ่ง 4 ตัวแรกจะต่อเข้าร่องเสียบสายขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับการต่อวงจร

2. ดิจิตอลเอาต์พุต D0 ถึง D7 (Digital Outputs D0 to D7)

ดิจิตอลเอาต์พุตประกอบด้วย 16 ชุด โดย 8 ชุดแรกจะต่อเข้าร่องเสียบสายขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับการต่อวงจร ส่วนกราวด์ของดิจิตอลเอาต์พุตจะถูกต่อเข้ากับชุดทดลองเรียบร้อยแล้ว

3. ดิจิตอลอินพุต (Digital inputs D0 to D7)

ดิจิตอลอินพุตประกอบด้วย 16 ชุด โดย 8 ชุดแรกจะต่อกับร่องเสียบสายขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับการต่อวงจร ส่วนกราวด์ของดิจิตอลอินพุตจะถูกต่อเข้ากับชุดทดลองเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อนุลอก อินพุต (Analog inputs)

อนุลอกอินพุต A และ B สามารถต่อด้วยหัว BNC หรือสามารถเลือกต่อจากจุด A+ และ A- หรือ B+ และ B- ด้วยร่องเสียบสายขนาด 2 มิลลิเมตร ถูกใช้ให้เป็นส่วนที่ใช้วัดสัญญาณ หรือแรงดัน

5. อนุลอก เอาต์พุต (Analog Outputs)

โดยทั่วไปสิ่งที่นำออกมาจากอนุลอกเอาต์พุตจะมีความเร็วสูง สามารถต่อได้จากหัว BNC หรือต่อจากจุด S และ GND ด้วยร่องเสียบขนาด 2 มิลลิเมตร ถูกใช้ให้เป็นตัวเครื่องกำเนิดสัญญาณจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์

6. พอร์ตเชื่อมต่อ 96 ขา (96 PIN VG terminal)

เป็นพอร์ตที่เชื่อมต่อระหว่างบอร์ดควบคุม กับบอร์ดสำหรับผู้ทดลอง ซึ่งรายละเอียดของขาสามารถดูเพิ่มเติมในหัวข้อรายละเอียดของ Pin configuration of VG terminal

7. ไฟแสดงสถานะ (Status display)

เป็นหลอดแอลอีดี จะติดสว่างเมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟหลักเข้ากับชุดฝึก



รูปที่ ๑.๒ จุดเชื่อมต่อต่างๆ

จากรูปที่ ๑.๒ มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

8. จุดเชื่อมต่อแหล่งจ่าย (Connecting the add-on power supply unit)

เป็นจุดต่อแหล่งจ่ายไฟหมายเลข SO4203-2D ซึ่งเป็นจุดต่อแหล่งจ่ายแรงดันที่ให้กับ V1, V2, และ V3 เท่านั้น

9. จุดเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก (Connecting the main power supply unit)

เป็นจุดต่อแหล่งจ่ายไฟหลักหมายเลข SO4203-2A เป็นจุดจ่ายแรงดันให้กับส่วนควบคุมของชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จุดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม (RS232)

สำหรับการปฏิบัติงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ คุณต้องเชื่อมต่อจุดนี้เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์แต่อย่างไรก็ตามแนะนำให้ใช้พอร์ต USB เนื่องจากมีความเร็วสูงกว่าในการส่งถ่ายข้อมูล

ตารางที่ จ.1 รายละเอียดของตำแหน่งขาพอร์ตอนุกรม (RS232)

ตำแหน่งของขา	รายละเอียด
2	RxD
3	TxD
5	GND

11. จุดเชื่อมต่อพอร์ตยูเอสบี (USB)

สำหรับการปฏิบัติงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ คุณต้องเชื่อมต่อจุดนี้เข้ากับพอร์ต USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 ตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง และการเชื่อมต่อ (Experimenter' control elements and connections)



รูปที่ จ.3 ตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ๑.3 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. จุดวางการ์ดทดลอง (Breadboard seating)

เป็นช่องว่างสำหรับวางการ์ดทดลองของชุดทดลอง

2. ที่บรรจุการ์ดทดลอง (Guide for UniTr@in-I experiment cards)

ใช้สำหรับยึดการ์ดทดลองให้แน่นจนรู้สึกว่ายึดกันได้ดีสนิท และพร้อมสำหรับการทดลองไปงาน

3. จุดวาง (Recess)

เป็นพื้นที่สำหรับใช้วางมัลติมิเตอร์ (ในชุดฝึกปฏิบัติที่เราไม่ได้ใช้มัลติมิเตอร์จากภายนอก)

4. พอร์ตเชื่อมต่อ 96 ขา (96-pin VG terminal)

เป็นจุดที่ใช้ต่อการ์ดทดลองเข้ากับชุดฝึก

5. พอร์ตเชื่อมต่อ 96 ขา (96-pin VG terminal)

เป็นพอร์ตที่เชื่อมต่อระหว่างบอร์ดควบคุม กับบอร์ดสำหรับผู้ทดลอง และใช้สำหรับการเชื่อมต่อการทำงานแบบชุดทดลองต่อชุดทดลองในรูปแบบอนุกรม

6. พอร์ตเชื่อมต่อ 96 ขา (96-pin VG terminal)

สำหรับการเชื่อมต่อการทำงานแบบชุดทดลองต่อชุดทดลองเพิ่มในรูปแบบอนุกรม

7. แรงดันเอาต์พุต (Voltage outputs)

แรงดันเอาต์พุตปรับค่าได้ ประกอบด้วย 3 จุดคือ V1, V2, และ V3 จะมีจุดกราวด์ต่อร่วมกัน ถูกใช้ให้เป็นแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) อาทิ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง DC Power Supply แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 3-Phase Power Supply และแหล่งจ่ายไฟสามเฟส Advanced 3-Phase Supply

8. แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ (Fixed-voltage outputs)

เป็นแหล่งจ่ายไฟที่กำหนดได้แก่ +15V, +5V และ -15V

9. ส่วนติดต่ออินฟราเรด (Infrared interface)

10. ไฟแสดงสถานะ (Status display)

เป็นหลอดแอลอีดี จะติดสว่างเมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟหลักเข้ากับชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๔ จุดเชื่อมต่อหัว E11

11. จุดเชื่อมต่อสำหรับแหล่งจ่ายแรงดันมาตรฐาน (Connection for standard power supply unit)

ตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลองสามารถปฏิบัติงานได้โดยไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟจากส่วนควบคุม ซึ่งถ้าหากจะต่อแหล่งจ่ายแรงดันมาตรฐาน จะต้องต่อเข้ากับหัวต่อ E11 ที่ด้านข้าง หลังจากนั้นแรงดันคงที่ +15, +5, GND, -15 จะถูกต่อใช้งานทันที

2.3 แหล่งจ่ายไฟให้กับ (Interface' control elements and connections)



รูปที่ ๑.๕ จุดเชื่อมต่อหัว E11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. SO4203-2A Interface

เป็นแหล่งจ่ายไฟแรงดันที่ป้อนให้กับส่วนควบคุมของชุดฝึก ต่อเข้ากับจุดเชื่อมต่อแหล่งจ่ายหลักที่กล่าวมาข้างต้น

2. SO4203-2D Experimenter

เป็นแหล่งจ่ายไฟแรงดันที่ป้อนให้กับ V1, V2, และ V3 เท่านั้น ต่อเข้ากับจุดเชื่อมต่อแหล่งจ่าย

3. การ์ดสำหรับการทดลอง

3.1 การ์ด SO4103-7A_TH



รูปที่ 3.6 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7A_TH

Eurocard SO4103-7A_TH เป็นการ์ดทดลองของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ซึ่งใช้ประกอบการทดลอง จากหัวข้อใบงานการทดลองวงจรดังต่อไปนี้ วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit), วงจรยกระดับสัญญาณ (Clamper Circuit), วงจรดิฟเฟอเรนเชียล (Differentiator Circuit), วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode Logic Gate Circuit), วงจรซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Circuit), วงจรไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode Circuit), วงจรโฟโต้ไดโอด (Photo Diode Circuit) และวงจรวาริแคปไดโอด (Varicap Diode Circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการใช้งาน และควบคุม

สามารถใช้งานร่วมกับ 'Interface' control elements and connections

สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัด Measuring Devices ดังนี้ Voltmeter A, Voltmeter B, Amperemeter A, Amperemeter B และ Power Meter

สามารถใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน +15V, +5V และ -15V จาก breadboard (SO4203-2C).

สามารถใช้งานร่วมกับ Voltage Sources ดังนี้ Function Generator และ DC Source

สามารถใช้งานร่วมกับ Relays

3.2 การ์ดสำหรับการทดลอง SO4103-7B_TH



รูปที่ 3.7 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7B_TH

Eurocard SO4103-7B_TH ใช้ในการทดลองชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ในใบงานการทดลองวงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) ได้แก่ วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier Circuit), วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง (Full wave Rectifier with Center tap), วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier Circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

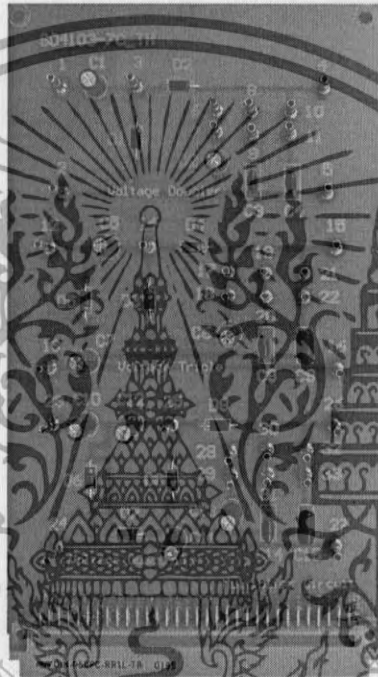
ความสามารถในการใช้งาน และควบคุม

สามารถใช้งานร่วมกับ 'Interface' control elements and connections

สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัด Measuring Devices ดังนี้ Voltmeter A, Voltmeter B, Amperemeter A, Amperemeter B และ Power Meter

สามารถใช้งานร่วมกับ Power Supply ดังนี้ 3-Phase Power Supply

3.3 การ์ดสำหรับการทดลอง SO4103-7C_TH



รูปที่ ๑.8 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7C_TH

Eurocard SO4103-7C_TH ใช้ในการทดลองชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ในใบงานการทดลองวงจรพีแรงดัน 2, 3 และ 4 เทา

ความสามารถในการใช้งาน และควบคุม

สามารถใช้งานร่วมกับ 'Interface' control elements and connections

สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัด Measuring Devices ดังนี้ Voltmeter A, Voltmeter B, Amperemeter A, Amperemeter B และ Power Meter

สามารถใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน +15V, +5V และ -15V จาก breadboard (SO4203-2C).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้งานร่วมกับ Voltage Sources ดังนี้ Function Generator และ DC Source

4. การติดตั้งและใช้งาน

1. ประกอบชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงที่จุดเชื่อมต่อ connecting the USB โดยผ่านสายสัญญาณ USB เช้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ ๑.๑ การต่อสาย USB เข้ากับชุดฝึก

2. ประกอบ Connecting the main power supply unit โดยเลือกใช้ power supply unit รุ่น (SO4203-2A), (SO4203-2D) และต่อไฟ 220VAC 50Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.10 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก



รูปที่ ๑.11 การต่อสายจากแหล่งจ่ายเข้ากับชุดควบคุม

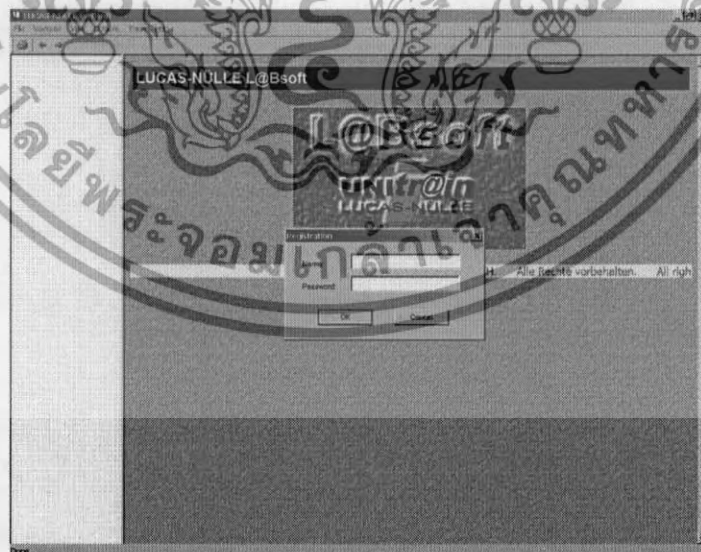
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำการ์ดการทดลอง เสียบเข้ากับบอร์ด Breadboard (SO4203-2C)



รูปที่ ๑.12 การนำการ์ดเสียบลงตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง

4. เปิดโปรแกรม Labsoft.EXE



รูปที่ ๑.13 หน้าต่างโปรแกรม Labsoft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการต่อวงจรตามใบงาน
6. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ตามใบงาน
7. ทำการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Labsoft
8. ทำการวัดสัญญาณอินพุต และเอาต์พุต พร้อมบันทึกผลการทดลอง

5. การใช้งานโปรแกรม L@Bsoft เพื่อทดลองใบงาน

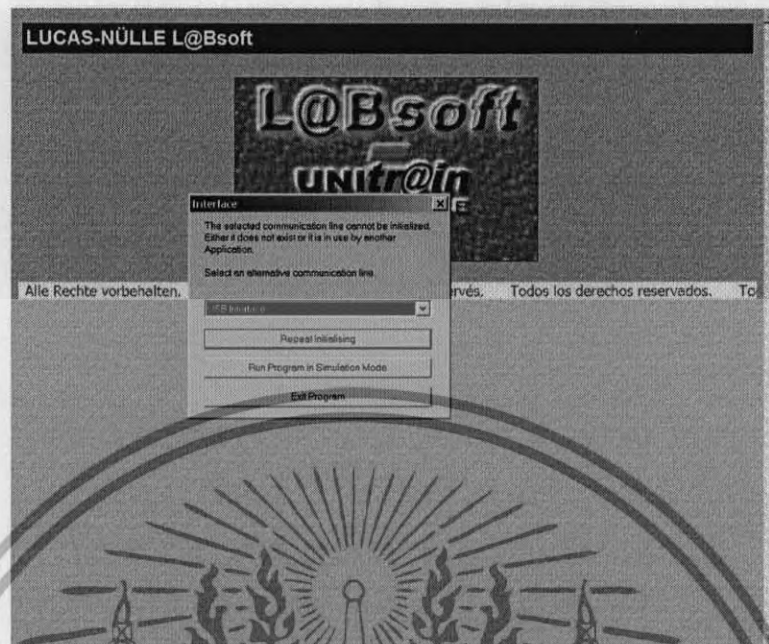
1. เลือก Start - All Program - UniTr@in - L@Bsoft จะปรากฏหน้าต่าง LUCASS-NULLE L@Bsoft จะปรากฏหน้าต่างให้กรอกชื่อนักศึกษา หรือกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน พร้อมด้วย Password ดังรูปที่ จ.14



รูปที่ จ.14 หน้าต่างให้กรอกชื่อ และรหัสของโปรแกรม Labsoft

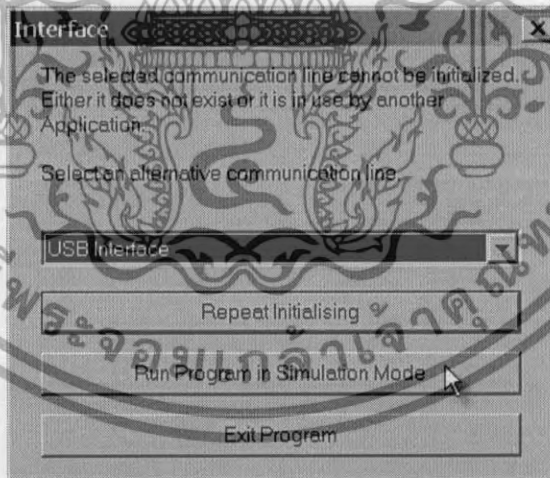
2. เมื่อกรอกชื่อนักศึกษา หรือกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน พร้อมด้วย Password เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม Ok จะปรากฏหน้าต่าง Interface ดังรูปที่ จ.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.15 ปรากฏหน้าต่าง Interface

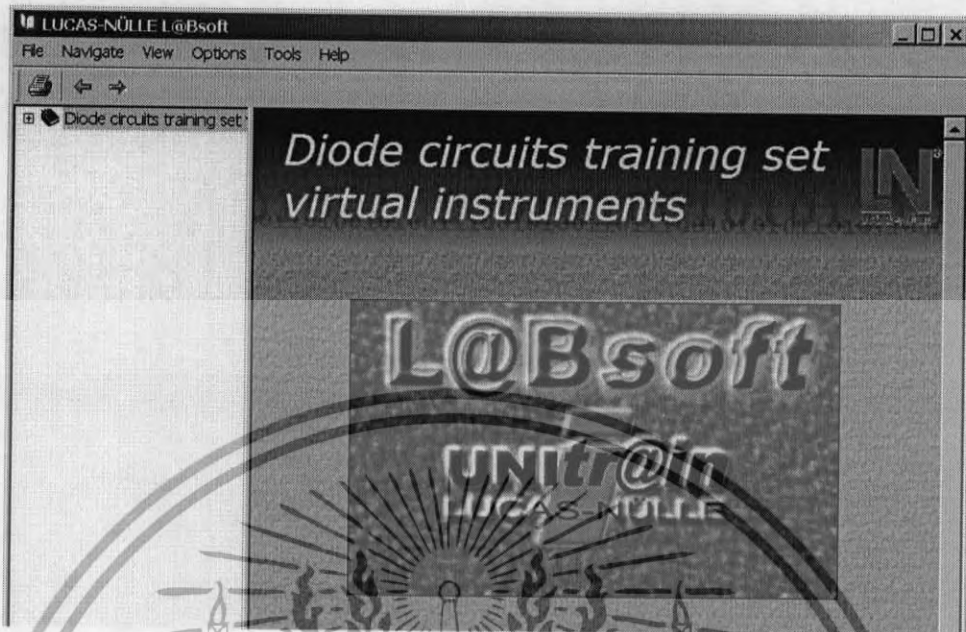
3. ให้เลือกจุดเชื่อมต่อแบบ USB Interface ดังรูปที่ จ.16



รูปที่ จ.16 การเลือกพอร์ตเชื่อมต่อ

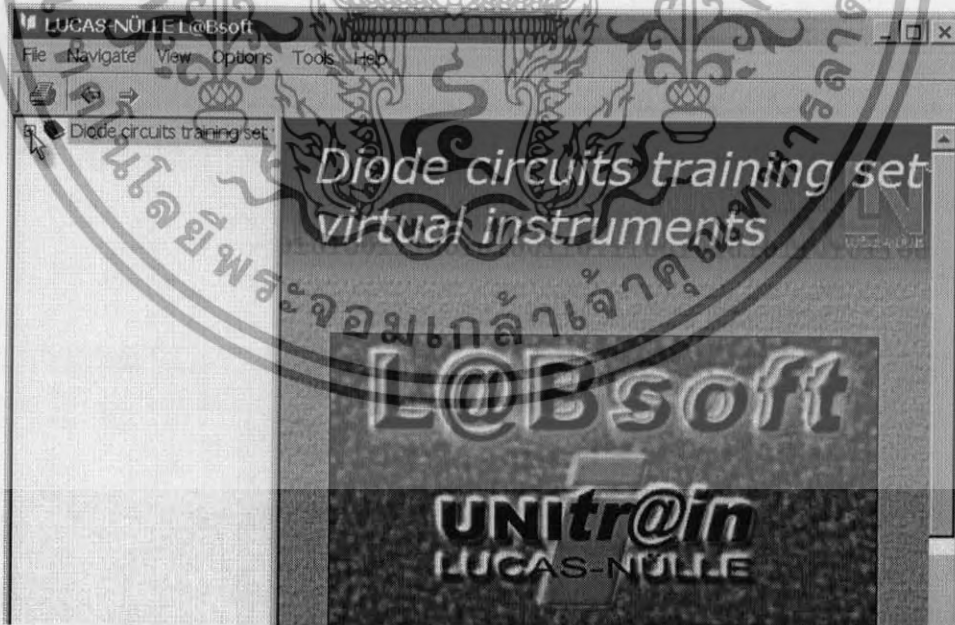
4. จากนั้นให้กดปุ่ม Run Program in Simulation Mode จะเข้าสู่การทดลอง Diode circuits training set virtual instruments ดังรูปที่ จ.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.17 เข้าสู่การทดลอง Diode circuits training set virtual instruments

5. เลื่อนเมาส์คลิกที่เครื่องหมายวงกลมหน้ารูปหนังสือ Diode circuits training set virtual instruments ดังรูปที่ ๑.18



รูปที่ ๑.18 เริ่มต้นใช้งานชุดฝึก

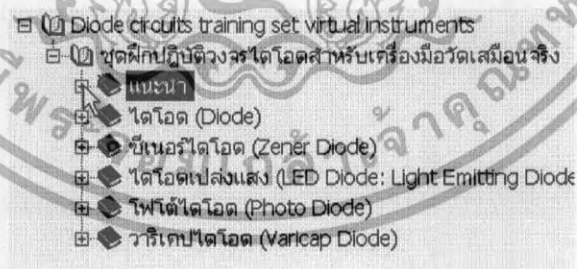
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จะปรากฏหน้าต่างเมนูย่อยของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ซึ่งในเมนูย่อยจะประกอบด้วย 6 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แนะนำ, ส่วนที่ 2 ไดโอด, ส่วนที่ 3 ซีเนอร์ไดโอด, ส่วนที่ 4 ไดโอดเปล่งแสง, ส่วนที่ 5 โฟโต้ไดโอด และส่วนที่ 6 วาริแคปไดโอด ดังแสดงในรูปที่ จ.19



รูปที่ จ.19 เมนูย่อยของชุดฝึก

7. เลื่อนเมาส์คลิกที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือของเมนูแนะนำ ดังรูปที่ จ.20



รูปที่ จ.20 การเลือกเมนูแนะนำ

8. จะปรากฏหน้าต่างเมนูย่อยของแนะนำ ดังรูปที่ จ.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓ Diode circuits training set virtual instruments

๓-๑ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

๓-๑-๑ แนะนำ

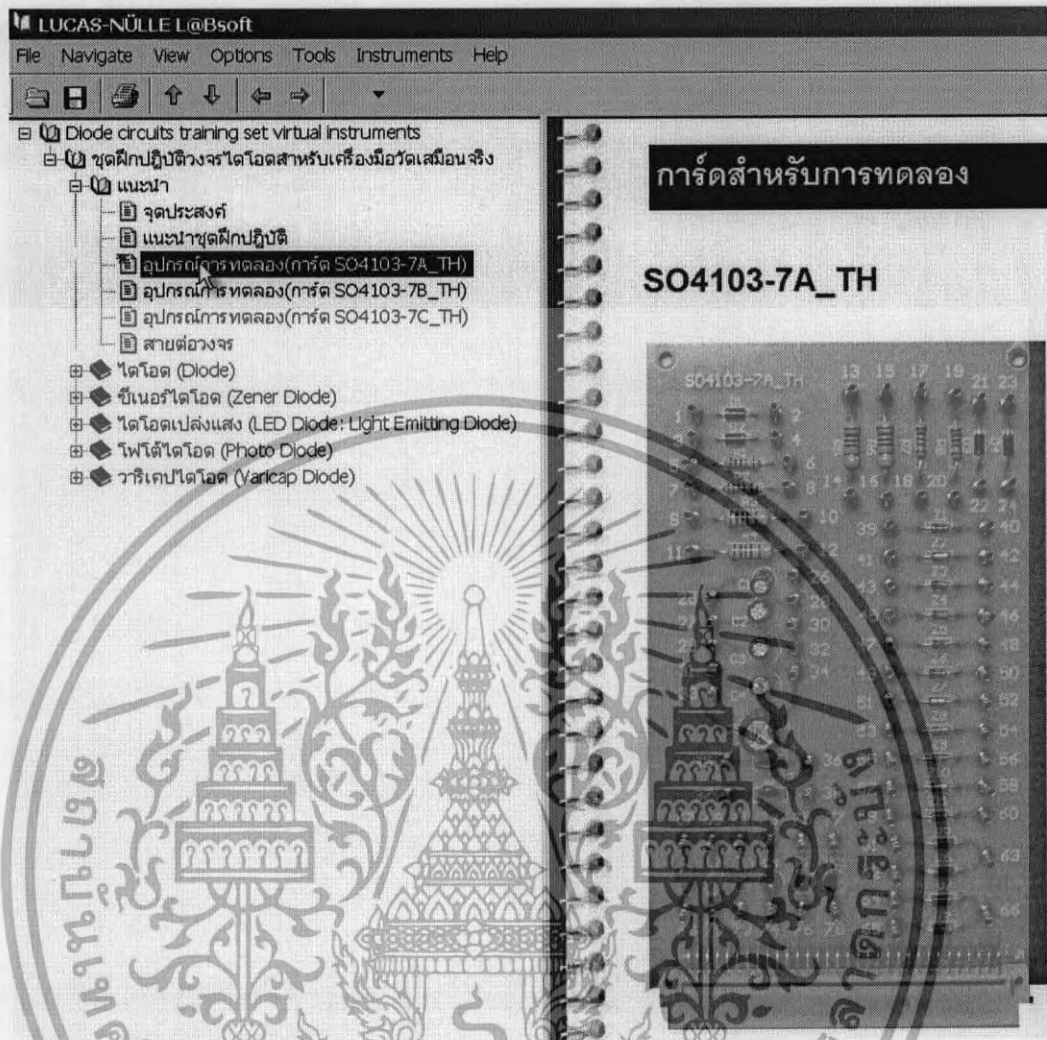
- ๓-๑-๑-๑ จุดประสงค์
- ๓-๑-๑-๒ แนะนำชุดฝึกปฏิบัติ
- ๓-๑-๑-๓ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)
- ๓-๑-๑-๔ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)
- ๓-๑-๑-๕ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7C_TH)
- ๓-๑-๑-๖ สายต่อวงจร
- ๓-๑-๑-๗ ไดโอด (Diode)
- ๓-๑-๑-๘ ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
- ๓-๑-๑-๙ ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
- ๓-๑-๑-๑๐ โฟโตไดโอด (Photo Diode)
- ๓-๑-๑-๑๑ วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ จ.21 เมนูย่อยของแนะนำ

9. ให้ลองเลื่อนเมาส์คลิกเลือกเมนู อุปกรณ์การทดลอง (การ์ด SO4103-7A_TH) จะปรากฏการ์ดชุดฝึก และรายละเอียดของการ์ด ดังรูป จ.22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๒๒ การ์ดชุดฝึก และรายละเอียดของการ์ด

10. เมื่ออ่านค่าแนะนำทั้งหมดแล้ว ให้ทำการศึกษาเนื้อหาสารกึ่งตัวนำ โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายวงหน้ารูปหนังสือของไดโอด ในที่จะขอศึกษาเนื้อหาของไดโอดเท่านั้น ดังรูปที่ ๑.๒๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Diode circuits training set virtual instruments
 - ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - หน้า
 - จุดประสงค์
 - วัตถุประสงค์ฝึกปฏิบัติ
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7C_TH)
 - สายต่อวงจร
 - ไดโอด (Diode)
 - ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - โฟโตรีโอด (Photo Diode)
 - วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ ๑.23 การเลือกเนื้อหาของไดโอด

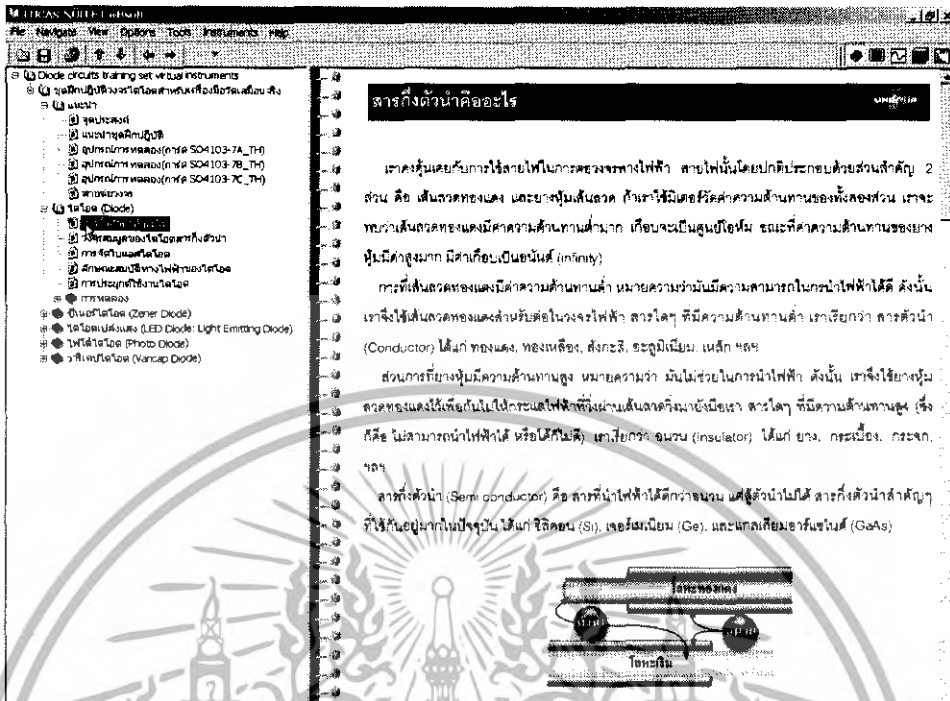
11. จากนั้นให้คลิกเครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือของไดโอด จะปรากฏเมนูย่อยของเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย สารกึ่งตัวนำคืออะไร, วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ, การจัดไบแอสไดโอด, ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด, การประยุกต์ใช้งาน ดังรูปที่ ๑.24

- Diode circuits training set virtual instruments
 - ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - หน้า
 - จุดประสงค์
 - วัตถุประสงค์ฝึกปฏิบัติ
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)
 - อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7C_TH)
 - สายต่อวงจร
 - ไดโอด (Diode)
 - สารกึ่งตัวนำคืออะไร
 - วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ
 - การจัดไบแอสไดโอด
 - ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
 - การประยุกต์ใช้งานไดโอด
 - การทดลอง
 - ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - โฟโตรีโอด (Photo Diode)
 - วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ ๑.24 เมนูย่อยของเนื้อหาของไดโอด

12. ให้ลองคลิกเนื้อหา จะปรากฏเนื้อหาของไดโอด ดังรูปที่ ๑.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.25 ตัวอย่างของเนื้อหาของไดโอด

13. เมื่อศึกษาเนื้อหาไดโอดเบื้องต้นแล้ว ให้ทดลองปฏิบัติชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยการเลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายบวกรูปหน้าหนังสือการทดลอง ดังรูปที่ ๑.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ๒ (๒) Diode circuits training set virtual instruments
 - ๒ (๒) ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - ๒ (๒) แนะนำ
 - ๒ จุดประสงค์
 - ๒ แนะนำชุดฝึกปฏิบัติ
 - ๒ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7A_TH)
 - ๒ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7B_TH)
 - ๒ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7C_TH)
 - ๒ สายต่อวงจร
 - ๒ (๒) ไดโอด (Diode)
 - ๒ สารกึ่งตัวนำคืออะไร
 - ๒ วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ
 - ๒ การวัดไบแอสไดโอด
 - ๒ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
 - ๒ การประยุกต์ใช้งานไดโอด
 - ๒ การทดลอง
 - ๒ (๒) زينเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ๒ (๒) ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - ๒ (๒) โฟโตไดโอด (Photo Diode)
 - ๒ (๒) วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ จ.26 การเลือกการทดลองไดโอด

14. จะปรากฏเมนูย่อยของการทดลอง จัดเป็นหัวข้อของวงจรการทดลอง ดังรูปที่ จ.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ๒) Diode circuits training set virtual instruments
 - ๒) ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - ๒) แนวทาง
 - ๒) จุดประสงค์
 - ๒) วัตถุประสงค์ฝึกปฏิบัติ
 - ๒) อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7A_TH)
 - ๒) อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7B_TH)
 - ๒) อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7C_TH)
 - ๒) สายต่อวงจร
 - ๒) ไดโอด (Diode)
 - ๒) สารกึ่งตัวนำคืออะไร
 - ๒) วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ
 - ๒) การจัดไบแอสไดโอด
 - ๒) ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
 - ๒) การประยุกต์ใช้งานไดโอด
 - ๒) การทดลอง
 - ๒) วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit)
 - ๒) วงจรกดระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)
 - ๒) วงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมพลิฟายเออร์ (Diference Circuit)
 - ๒) วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit)
 - ๒) วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode Logic Gate Circuit)
 - ๒) วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)
 - ๒) ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ๒) ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - ๒) โฟโตไดโอด (Photo Diode)
 - ๒) วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ ๑.๒๗ เมนูย่อยของการทดลองวงจรไดโอด

15. เลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือวงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit) ดังรูปที่

จ.๒๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ☐ ๒๒ Diode circuits training set virtual instruments
 - ☐ ๒๓ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - ☐ ๒๔ แนะนำ
 - ☐ จุดประสงค์
 - ☐ แนะนำชุดฝึกปฏิบัติ
 - ☐ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7A_TH)
 - ☐ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7B_TH)
 - ☐ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4 103-7C_TH)
 - ☐ สายต่อวงจร
 - ☐ ๒๕ ไดโอด (Diode)
 - ☐ สารกึ่งตัวนำคืออะไร
 - ☐ วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ
 - ☐ การวัดไบแอสไดโอด
 - ☐ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
 - ☐ การประยุกต์ใช้งานไดโอด
 - ☐ ๒๖ การทดลอง
 - ☐ วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit)
 - ☐ วงจรกดระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)
 - ☐ วงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมพลิฟายเออร์ (Difference Circuit)
 - ☐ วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit)
 - ☐ วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode Logic Gate Circuit)
 - ☐ วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)
 - ☐ ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ☐ ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - ☐ โฟโตไดโอด (Photo Diode)
 - ☐ วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ ๑.28 การเลือกหัวข้อการทดลอง

16. ให้ลองคลิกการทดลองวงจรตัดสัญญาณ จะปรากฏเมนูย่อยของการทดลองวงจรตัดสัญญาณ โดยเรียงลำดับการทดลองจากใบงานที่ 1 ถึง 8 ดังรูปที่ ๑.29

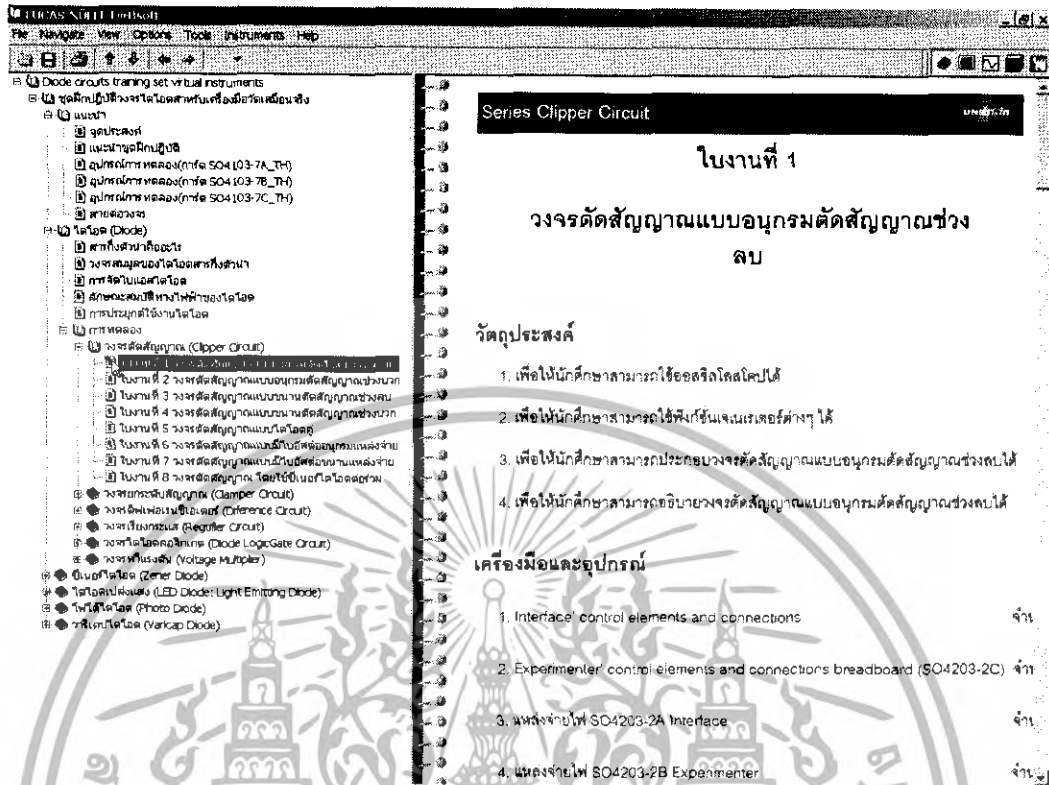
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ๒ Diode circuits training set virtual instruments
 - ๒-๑ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 - ๒-๑-๑ แนวนา
 - ๒-๑-๑-๑ จุดประสงค์
 - ๒-๑-๑-๒ แนวนาชุดฝึกปฏิบัติ
 - ๒-๑-๑-๓ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)
 - ๒-๑-๑-๔ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)
 - ๒-๑-๑-๕ อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7C_TH)
 - ๒-๑-๑-๖ สายต่อวงจร
 - ๒-๑-๒ ไดโอด (Diode)
 - ๒-๑-๒-๑ สารกึ่งตัวนำคืออะไร
 - ๒-๑-๒-๒ วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ
 - ๒-๑-๒-๓ การวัดไบแอสไดโอด
 - ๒-๑-๒-๔ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด
 - ๒-๑-๒-๕ การประยุกต์ใช้งานไดโอด
 - ๒-๑-๓ การทดลอง
 - ๒-๑-๓-๑ วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit)
 - ๒-๑-๓-๑-๑ ใงานที่ 1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ
 - ๒-๑-๓-๑-๒ ใงานที่ 2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวก
 - ๒-๑-๓-๑-๓ ใงานที่ 3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบ
 - ๒-๑-๓-๑-๔ ใงานที่ 4 วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก
 - ๒-๑-๓-๑-๕ ใงานที่ 5 วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่
 - ๒-๑-๓-๑-๖ ใงานที่ 6 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสต่ออนุกรมแหล่งจ่าย
 - ๒-๑-๓-๑-๗ ใงานที่ 7 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสต่อขนานแหล่งจ่าย
 - ๒-๑-๓-๑-๘ ใงานที่ 8 วงจรตัดสัญญาณ โดยใช้ไบอัสไดโอดต่อร่วม
 - ๒-๑-๓-๒ วงจรระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)
 - ๒-๑-๓-๓ วงจรดิฟเฟอเรนเชียล (Diference Circuit)
 - ๒-๑-๓-๔ วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit)
 - ๒-๑-๓-๕ วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode LogicGate Circuit)
 - ๒-๑-๓-๖ วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)
 - ๒-๑-๓-๗ ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)
 - ๒-๑-๓-๘ ไดโอดเปล่งแสง (LED Diode: Light Emitting Diode)
 - ๒-๑-๓-๙ โฟโตไดโอด (Photo Diode)
 - ๒-๑-๓-๑๐ วาริแคปไดโอด (Varicap Diode)

รูปที่ ๑.29 เมื่อย่อยของใงานวงจรตัดสัญญาณ

17. ให้ลองคลิกใงานที่ 1 จะปรากฏใงานที่ 1 เรื่องวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ ดังรูปที่ ๑.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

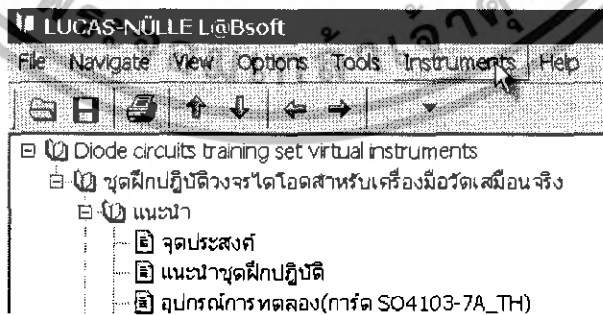


รูปที่ จ.30 ตัวอย่างใบงาน

20. ให้ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนการทดลอง จนเสร็จสิ้น

ในส่วนการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

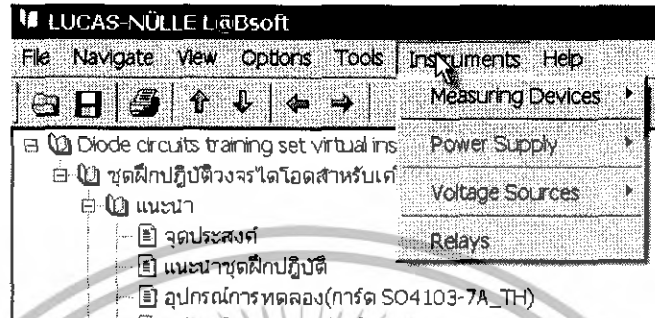
21. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments ดังรูปที่ จ.31



รูปที่ จ.31 เมนูบาร์ของ Instruments

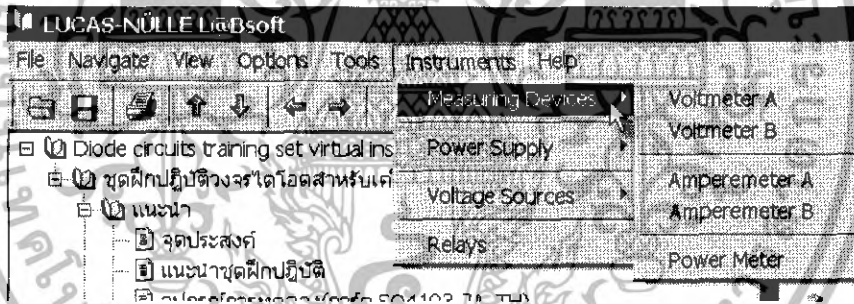
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. จะปรากฏเมนูย่อยของ Instruments ซึ่งประกอบด้วย Measuring Devices, Power Supply, Voltage Sources และ Relay ดังรูปที่ จ.32



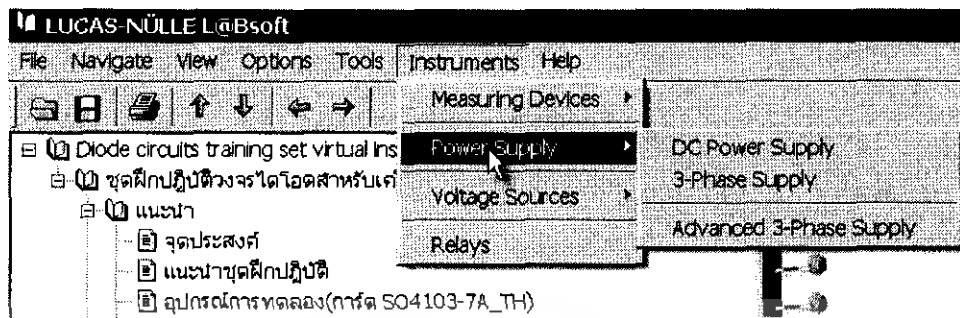
รูปที่ จ.32 การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จาก Instruments

23. ให้คลิกเมนู Measuring Devices จะปรากฏเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ซึ่งในชุดฝึกนี้จะใช้ Voltmeter A และ Voltmeter B เท่านั้น ดังรูปที่ จ.33



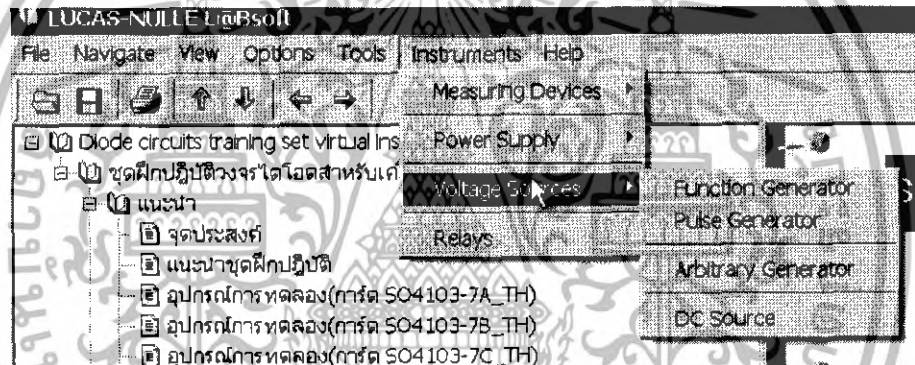
รูปที่ จ.33 รายการอุปกรณ์ของ Measuring Devices ทั้งหมด

24. ทดลองคลิกเมนู Power Supply จะปรากฏแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงและกระแสสลับ ดังรูปที่ จ.



รูปที่ จ.34 รายการอุปกรณ์ของ Power Supply ทั้งหมด

25. ทดลองคลิกเมนู Voltage Sources จะปรากฏเครื่องกำเนิดสัญญาณต่าง ดังรูปที่ จ.35 ในชุดฝึกนี้จะใช้ Function Generator และ DC Source เท่านั้น ดังรูปที่ จ.35



รูปที่ จ.35 รายการอุปกรณ์ของ Voltage Sources ทั้งหมด

6. การดูแลรักษา และข้อควรระวัง

6.1 การดูแลรักษา

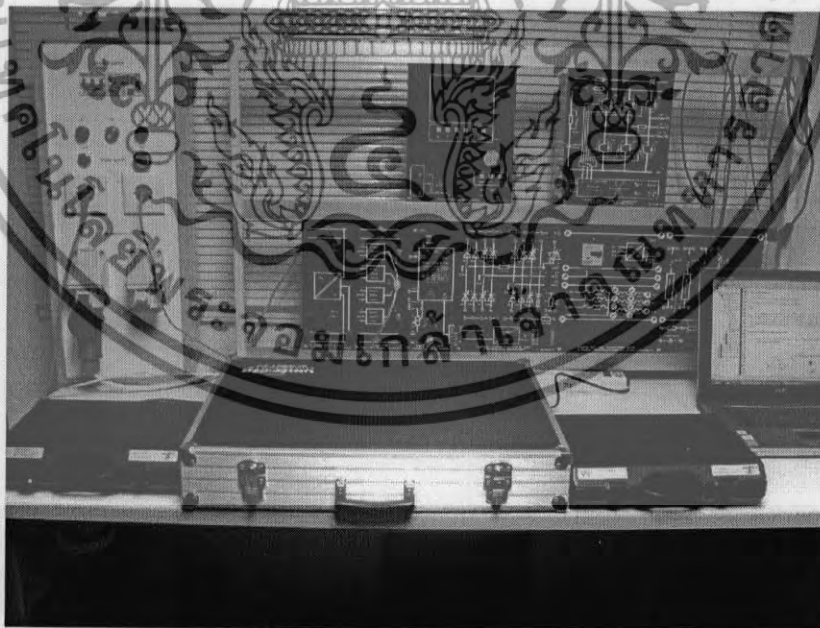
1. เช็ดทำความสะอาดตัวชุดฝึกด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำลายเพราะจะทำให้ชุดเป็นรอยเสียหาย
2. ควรมีการบำรุงรักษาสภาพของชุดฝึกเป็นระยะๆ เพื่อให้มีการใช้งานชุดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ควรจัดเก็บชุดฝึกไว้ในกล่องให้เรียบร้อย ดังรูปที่ จ.36 และ จ.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๓๖ การจัดเก็บชุดฝึกไว้ในกล่อง

4. ปิดฝากล่องให้มิดชิด และจัดวางชุดฝึกให้เรียบร้อยอย่าปล่อยให้ขวางทางเท้า



รูปที่ ๑.๓๗ การจัดวางชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อควรระวัง

1. ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของชุดฝึกก่อนการใช้งาน
2. ควรวางตัวชุดฝึกไว้บนโต๊ะการทดลอง
3. ควรวางตัวชุดฝึกใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อสะดวกในการทดลอง
4. การเคลื่อนย้ายชุดฝึกควรมีความระมัดระวัง อย่าให้มีการกระแทก เพื่อป้องกันความเสียหาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นแบบฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในการติดต่อชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

```
<? Xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<Config Version="100" UserPath="C:\Program Files\LUCAS-
NULL\L@BSOFT\Users\"
  BooksPath="C:\Program Files\LUCAS-NULLE\L@BSOFT\"
  Firmware="225">
  <Groups>
    <Group Name="ALL"
      Description="Vordefinierte Gruppe f?r nicht
registrierte Benutzer"
      TestMode="0">
    <RegCourses>
      <RegCourse Name="ENU_Semiconductors"/>
    </RegCourses>
    <RegTests/>
  </Group>
</Groups>
<Users></Users>
<Courses>
<Course Name="ENU_Semiconductors"
Title="LUCAS-N?LLE L@bsoft Course &quot;Control Techniques
1&quot;"
Group="Diode circuits training set virtual instruments"
Location="C:\Program Files\LUCAS-
NULL\L@BSOFT\BooksENU\Semiconductors\" Toolset="00"/>
</Courses>
</Config>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสต้นแบบของ Imsmanifest

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<manifest identifier="MANIFEST1">
<organizations>
<organization identifier="TOC1">
<title>ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง(Diode circuits training set virtual
instruments)t</title>
<item identifier="S">
<title>ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="S00" identifierref="">
<title>แนะนำ</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="แนะนำ" identifierref="จุดประสงค์">
<title>จุดประสงค์</title>
</item>
<item identifier="แนะนำ" identifierref="แนะนำชุดปฏิบัติ">
<title>แนะนำชุดฝึกปฏิบัติ</title>
</item>
<item identifier="การทดลอง" identifierref="การทดลอง_01">
<title>อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)</title>
</item>
<item identifier="การทดลอง" identifierref="การทดลอง_02">
<title>อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)</title>
</item>
<item identifier="การทดลอง" identifierref="การทดลอง_03">
<title>อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7C_TH)</title>
</item>
<item identifier="สายต่อวงจร" identifierref="สายต่อวงจร_04">
<title>สายต่อวงจร</title>
</item>
<item identifier="เครื่องพิมพ์" identifierref="เครื่องพิมพ์_01">
<title>การตั้งค่าเครื่องพิมพ์</title>
</item>
<item identifier="คู่มือการใช้งานเบื้องต้น" identifierref="การใช้งานโปรแกรม_01">
<title>วิดีโอตัวอย่างการใช้โปรแกรม Labsoft</title>
</item>
<item identifier="คู่มือการใช้งานเบื้องต้น" identifierref="เครื่องมือ_01">
<title>วิดีโอตัวอย่างการเลือกใช้เครื่องมือในโปรแกรม Labsoft</title>
</item>
</item>
<item identifier="S4">
<title>ไดโอด (Diode) </title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_01">
<title>สารกึ่งตัวนำคืออะไร</title>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_02">
<title>วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ</title>
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_03">
<title>การจัดไบโอสไดโอด</title>
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_04">
<title>ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด</title>
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_05">
<title>การประยุกต์ใช้งานไดโอด</title>
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="">
<title>ภาพทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_01">
<title>ใบงานที่ 1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_02">
<title>ใบงานที่ 2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวก</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_03">
<title>ใบงานที่ 3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบ</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_04">
<title>ใบงานที่ 4 วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_05">
<title>ใบงานที่ 5 วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_06">
<title>ใบงานที่ 6 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสต่ออนุกรมแหล่งจ่าย</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_07">
<title>ใบงานที่ 7 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสต่อขนานแหล่งจ่าย</title>
</item>
<item identifier="วงจรตัดสัญญาณ" identifierref="วงจรตัดสัญญาณ_08">
<title>ใบงานที่ 8 วงจรตัดสัญญาณ โดยใช้ซีเนอร์ไดโอดต่อร่วม</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรมาระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<item identifier="วงจรระดับสัญญาณ' identifierref="วงจรระดับสัญญาณ_01">
<title>ไมงานที่ 9 วงจรระดับสัญญาณ แบบยกระดับสัญญาณด้านบวก</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรดิฟเฟอเรนเชียล (Diference Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรดิฟเฟอเรนเชียล' identifierref="วงจรดิฟเฟอเรนเชียล_01">
<title>ไมงานที่ 10 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลสัญญาณด้านบวก</title>
</item>
<item identifier="วงจรดิฟเฟอเรนเชียล' identifierref="วงจรดิฟเฟอเรนเชียล_02">
<title>ไมงานที่ 11 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลสัญญาณด้านลบ</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรเรียงกระแส (Regtifier Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส' identifierref="วงจรเรียงกระแส_01">
<title>ไมงานที่ 12 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Haft Wave Rectifier Circuit)</title>
</item>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส' identifierref="วงจรเรียงกระแส_02">
<title>ไมงานที่ 13 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full wave Rectifier Circuit)</title>
</item>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส' identifierref="วงจรเรียงกระแส_03">
<title>ไมงานที่ 14 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier Circiut)</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode LogicGate Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต' identifierref="AND GATE">
<title>ไมงานที่ 15 แอนด์เกต (AND GATE) </title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต' identifierref="OR GATE">
<title>ไมงานที่ 16 ออร์เกต (OR GATE) </title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต' identifierref="NOT GATE">
<title>ไมงานที่ 17 นอตเกต (NOT GATE) </title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต' identifierref="NAND GATE">
<title>ไมงานที่ 18 แนนด์เกต (NAND GATE)</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต' identifierref="NOR GATE">
<title>ไมงานที่ 19 นอร์เกต (NOR GATE)</title>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<title>วงจรมวลคูณแรงดัน (Voltage Multiplier)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_01">
<title>ไมงานที่ 20 วงจรมวลคูณแรงดัน 2 เท่า (Voltage Double)</title>
</item>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_02">
<title>ไมงานที่ 21 วงจรมวลคูณแรงดัน 3 เท่า (Voltage Triple)</title>
</item>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_03">
<title>ไมงานที่ 22 วงจรมวลคูณแรงดัน 4 เท่า (Voltage Quadruple)</title>
</item>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="ZN">
<title>ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="ซีเนอร์ไดโอด" identifierref="ซีเนอร์ไดโอด_01">
<title>ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)</title>
</item>
<item identifier="ซีเนอร์ไดโอด" identifierref="ซีเนอร์ไดโอด_02">
<title>การประยุกต์ใช้งานซีเนอร์ไดโอด</title>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>การทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_01">
<title>ไมงานที่ 23 การหาคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดแต่ละเบอร์</title>
</item>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_02">
<title>ไมงานที่ 24 วงจรมวลคูณแรงดันที่คงที่โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด</title>
</item>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_03">
<title>ไมงานที่ 25 วงจรมวลคูณแรงดันอ้างอิงหลายระดับ</title>
</item>
<item identifier="วงจรมวลคูณแรงดัน" identifierref="วงจรมวลคูณแรงดัน_04">
<title>ไมงานที่ 26 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด</title>
</item>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>ไดโอดเปล่งแสง (LED : Light Emitting Diode)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="ไดโอดเปล่งแสง" identifierref="ไดโอดเปล่งแสง_01">
<title>ไดโอดเปล่งแสงคืออะไร</title>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

</item>
<item identifier="ไดโอดเปล่งแสง" identifierref="ไดโอดเปล่งแสง_02">
<title>การเลือกใช้ไดโอดเปล่งแสง</title>
</item>
<item identifier="ไดโอดเปล่งแสง" identifierref="ไดโอดเปล่งแสง_03">
<title>การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาต่อใช้งานร่วมกัน</title>
</item>
<item identifier="ไดโอดเปล่งแสง" identifierref="ไดโอดเปล่งแสง_04">
<title>การประยุกต์ใช้งาน</title>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>การทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง" identifierref="วงจรไดโอดเปล่งแสง_01">
<title>ใบงานที่ 27 การต่อใช้งานไดโอดเปล่งแสงแต่ละสี</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง" identifierref="วงจรไดโอดเปล่งแสง_02">
<title>ใบงานที่ 28 การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาต่อใช้งานร่วมกัน</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง" identifierref="วงจรไดโอดเปล่งแสง_03">
<title>ใบงานที่ 29 วงจรรับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกัน</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง" identifierref="วงจรไดโอดเปล่งแสง_04">
<title>ใบงานที่ 30 การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กันอย่างไม่ต้อง</title>
</item>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="50">
<title>ไฟไดโอด (Photo Diode) </title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="ไฟไดโอด" identifierref="ไฟไดโอด_01">
<title>ไฟไดโอด (Photo Diode) </title>
</item>
<item identifier="ไฟไดโอด" identifierref="ไฟไดโอด_02">
<title>การต่อใช้งานไฟไดโอด </title>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>การทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรไฟไดโอด" identifierref="วงจรไฟไดโอด_01">
<title>ใบงานที่ 31 </title>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="50">
<title>วาริแคปไดโอด (Varicap Diode) </title>
<metadata>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วาริเคปไดโอด" identifierref="วาริเคปไดโอด_01">
<title>วาริเคปไดโอด (Varicap Diode)</title>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>การทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วาริเคปไดโอด" identifierref="วงจรวาริเคปไดโอด_01">
<title>ใบงานที่ 32 </title>
</item>
</item>
</item>
</item>
</organization>
</organizations>
<resources>
เนื้อหา
<resource identifier="จุดประสงค์" href="Diodes\Diode circuits training_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="เนื้อหาชุดปฏิบัติ" href="Diodes\Diode circuits training_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="การทดลอง_01" href="Diodes\SO4103-7A_TH.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="การทดลอง_02" href="Diodes\SO4103-7B_TH.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="การทดลอง_03" href="Diodes\SO4103-7C_TH.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="สายต่อวงจร_04" href="Diodes\Circuit Line.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="เครื่องพิมพ์_01" href="Diodes\Printer Setup.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="การใช้งานโปรแกรม_01" href="Diodes\Present Labsoft\Present Labsoft.html" type="webcontent" />
<resource identifier="เครื่องมือ_01" href="Diodes\Tool\Tool.html" type="webcontent" />
เนื้อหา
<resource identifier="ไดโอด_01" href="Diodes\Diodes_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_02" href="Diodes\Diodes_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_03" href="Diodes\Diodes_03.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_04" href="Diodes\Diodes_04.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_05" href="Diodes\Diodes_05.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)" href="Diodes\Zener Diode_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="ซีเนอร์ไดโอด_02" href="Diodes\Zener Diode_02.htm" type="webcontent" />

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<resource identifier="ซีเนอร์ไดโอด_03" href="Dioeds\Zener Diode_03.htm"
type="webcontent" />
ไดโอดเปล่งแสง (Light-Emitting Diode:LED) "
<resource identifier="ไดโอดเปล่งแสง_01" href="Dioeds\LED_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอดเปล่งแสง_02" href="Dioeds\LED_02.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอดเปล่งแสง_03" href="Dioeds\LED_03.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอดเปล่งแสง_04" href="Dioeds\LED_04.htm"
type="webcontent" />
โฟโอดีได( Photo Diode) "
<resource identifier="โฟโอดีได_01" href="Dioeds\Photo Diode_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="โฟโอดีได_02" href="Dioeds\Photo Diode_02.htm"
type="webcontent" />
วาริคาปไดโอด (Varicap Diode) "
<resource identifier="วาริคาปไดโอด_01" href="Dioeds\Varicap Diode.htm"
type="webcontent" />
โหมงน
วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit) "
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_01" href="Dioeds\Series Clipper
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_02" href="Dioeds\Series Clipper
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_03" href="Dioeds\Parallel Clipper
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_04" href="Dioeds\Parallel Clipper
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_05" href="Dioeds\Dual Clipper
Circuit.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_06" href="Dioeds\Series Bias Diode.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_07" href="Dioeds\Pallarel Bias Diode.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรตัดสัญญาณ_08" href="Dioeds\Zener Cliper
Circuit.htm" type="webcontent" />
วงจรมกรดับสัญญาณ (Clamper Circuit) "
<resource identifier="วงจรมกรดับสัญญาณ_01" href="Dioeds\Clamper Circuit_01.htm"
type="webcontent" />
วงจรมกรดิเฟเรนซียูเตอร์ (Diference Circui) "
<resource identifier="วงจรมกรดิเฟเรนซียูเตอร์_01" href="Dioeds\Diference
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรมกรดิเฟเรนซียูเตอร์_02" href="Dioeds\Diference
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
วงจรมกรกระแส (Rectifier Circuit) "
<resource identifier="วงจรมกรกระแส_01" href="Dioeds\Half Wave Rectifier.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรมกรกระแส_02" href="Dioeds\Full wave Rectifier.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรมกรกระแส_03" href="Dioeds\Bridge Rectifier
Circuit.htm" type="webcontent" />

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

"วงจรไดโอดลอจิก (Diode Logic Circuit) "
<resource identifier="AND GATE" href="Dioeds\Logic_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="OR GATE" href="Dioeds\Logic_02.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="NOT GATE" href="Dioeds\Logic_03.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="NAND GATE" href="Dioeds\Logic_04.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="NOR GATE" href="Dioeds\Logic_05.htm"
type="webcontent" />
"วงจรถูทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)"
<resource identifier="วงจรถูทวีแรงดัน_01" href="Dioeds\Voltage Double.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูทวีแรงดัน_02" href="Dioeds\Voltage Triple.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูทวีแรงดัน_03" href="Dioeds\Voltage Quadruple.htm"
type="webcontent" />
"ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Circuit) "
<resource identifier="วงจรถูซีเนอร์ไดโอด_01" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูซีเนอร์ไดโอด_02" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูซีเนอร์ไดโอด_03" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_03.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูซีเนอร์ไดโอด_04" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_04.htm" type="webcontent" />
"ไดโอดเปล่งแสง (Light Diode) "
<resource identifier="วงจรถูไดโอดเปล่งแสง_01" href="Dioeds\LED Circuit_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูไดโอดเปล่งแสง_02" href="Dioeds\LED Circuit_02.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูไดโอดเปล่งแสง_03" href="Dioeds\LED Circuit_03.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรถูไดโอดเปล่งแสง_04" href="Dioeds\LED Circuit_04.htm"
type="webcontent" />
"โฟโตไดโอด (Photo Diode) "
<resource identifier="วงจรถูโฟโตไดโอด_01" href="Dioeds\Photo Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
"วาริแคปไดโอด (Varicap Diode) "
<resource identifier="วงจรถูวาริแคปไดโอด_01" href="Dioeds\Varicap Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
</resources>
</manifest>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
รายงานผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 กฤตภาส ไชยธรรมะ V สงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน			✓			
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน	✓					
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง	✓					
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	✓					
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย		✓				
6. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับภาพรวมไปท้ายบท	✓					
7. กระบวนการในใบงานกำหนดลักษณะการตอบสนองของผู้ทดลอง						
8. เนื้อหาที่คิดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งพฤติกรรมการตั้งรับ						
9. ใบงานการทดลองมีลักษณะน่าสนใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
10. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ
 (.....)
 ผู้ประเมิน

- | | | |
|---|---------|---------------------|
| 5 | พจนดถึง | มีคุณภาพสูงมาก |
| 4 | พจนดถึง | มีคุณภาพดี |
| 3 | พจนดถึง | มีคุณภาพปานกลาง |
| 2 | พจนดถึง | มีคุณภาพพอใช้ |
| 1 | พจนดถึง | มีคุณภาพควรปรับปรุง |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพโรงเรียน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสักรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 ภาควิชาวิศวกรรม V / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	6	4	3	2	1	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน	<input checked="" type="checkbox"/>					
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน	<input checked="" type="checkbox"/>					
3. ทฤษฎีเบื้องต้นเนื้อหาครอบคลุมสำหรับภาควิชาทดลอง	<input checked="" type="checkbox"/>					
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	<input checked="" type="checkbox"/>					
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	<input checked="" type="checkbox"/>					
6. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	<input checked="" type="checkbox"/>					
7. กระบวนการในใบงานภาควิชาทดลองจะดูแตกต่างจากของผู้อื่น	<input checked="" type="checkbox"/>					
8. เนื้อหาที่คิดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น	<input checked="" type="checkbox"/>					
9. ใบงานภาควิชาทดลองมีลักษณะดูน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	<input checked="" type="checkbox"/>					
10. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานภาควิชาทดลองไปใช้งานได้จริง	<input checked="" type="checkbox"/>					

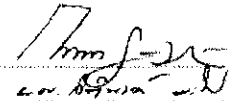
ความคิดเห็นและข้อแนะนำเพิ่มเติม

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ 
 ผู้ประเมิน

- | | | |
|---|---------|---------------------|
| 5 | หมายเห็ | มีคุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายเห็ | มีคุณภาพดี |
| 3 | หมายเห็ | มีคุณภาพปานกลาง |
| 2 | หมายเห็ | มีคุณภาพพอใช้ |
| 1 | หมายเห็ | มีคุณภาพควาปรับปรุง |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติกิจกรรมไดโอดสำหรับเครื่องมิกัดเสมือนจริง
 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน	✓					
2 ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน	✓					
3 ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับบททดสอบ	✓					
4 ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	✓					
5 คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	✓					
6 เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	✓					
7 กระบวนการในใบงานควรทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง		✓				
8 เนื้อหาที่จัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น	✓					
9 ใบงานควรทดสอบมีลักษณะมุ่งใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้		✓				
10 สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานมาทดลองนำไปใช้งานได้จริง	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					รั้งคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน	✓					
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยในการใช้งาน	✓					
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความทนทานยาวต่อการใช้งาน	✓					
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการเรียนรู้	✓					
5. ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับนิสิต	✓					
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้	✓					
7. ชุดทดลองนี้มีความน่าสนใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้	✓					
8. การที่นิสิตต้องนำหน่วยอุปกรณ์ต่างกับแบบวัดค่าจริงมีความเหมาะสม	✓					
9. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทางวงจรไดโอดชนิดต่างๆ	✓					
10. ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ 
 (.....)
 ผู้ประเมิน

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไฟโตไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเหมือนจริง
 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1 ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการเรียน	✓					
2 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	✓					
3 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความทนทานต่อการใช้งาน	✓					
4 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	✓					
5 ชุดทดลองมีความเหมาะสมกับโรงเรียน	✓					
6 ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้	✓					
7 ชุดทดลองนี้มีความสนใจและนำสนใจของนักเรียนกับการเรียนรู้	✓					
8 การทำงานตามแนวทางอุปกรณ์ที่ทางโรงเรียนจัดทดลองมีความเหมาะสม	✓					
9 ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ	✓					
10 ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอนะเพิ่มเติม

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ วิจิตร ตรีเพชร
๒๕๑๐ วิจิตร ตรีเพชร
 ผู้เขียน

๕	หมายถึง	มีคุณงามความดี
๔	หมายถึง	มีคุณภาพดี
๓	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
๒	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
๑	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

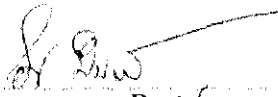
หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 ภาควิชาวิศวกรรมภายใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน		✓				
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	✓					
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนต่อการใช้งาน	✓	✓				
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	✓					
5. ชุดทดลองมีความเหมาะสมกับใบงาน	✓					
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นที่สะดวกต่อการเรียนรู้		✓				
7. ชุดทดลองมีความน่าสนใจและสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้		✓				
8. การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ทำงานบนชุดทดลองมีความเหมาะสม	✓					
9. ชุดทดลองที่ออกแบบนั้นสามารถทำให้อุปกรณ์เข้าใจหลักการทางของไดโอดชนิดต่างๆ	✓					
10. ชุดทดลองในสามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ดร.รังสรรค์ วัฒนศิริกุล / ภาควิชาวิศวกรรมภายใน
 โทร. ๐๒-๕๖๒๖๖๖๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ 
 (เชษฐาภรณ์ สิงห์)
 ผู้ประเมิน

- | | | |
|---|---------|-----------------------|
| 5 | หมายถึง | มีคุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายถึง | มีคุณภาพดี |
| 3 | หมายถึง | มีคุณภาพปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีคุณภาพพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | มีคุณภาพควรมีปรับปรุง |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาทฤษฎีวิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/๑๖๖

วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอบเขตเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพคณาจารย์เพื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ วาศรี

ด้วยภาควิชาทฤษฎีวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศึกษารณแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการการสร้างคุณภาพเพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพคณาจารย์เพื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงการ “ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดดังนี้

1. นายปริญญา	โอชาหงส์	รหัสประจำตัว 48035503
2. นายศรศักดิ์	ธรรมวงษ์ษา	รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอาทิตย์	เจ๊ะสเม	รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ วาศรี)
หัวหน้าภาควิชาทฤษฎีวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศช 0524.04(5) 1111 วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอร้องเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติพงศ์ มะโน

ดีวงภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์ขอร้องเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงการ “ชุดฝึกปฏิบัติวงจร ไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาต้นแบบการจัดทำดังนี้

- | | | |
|----------------|-----------|-----------------------|
| 1. นายปรีชา | โอชาหงษ์ | รหัสประจำตัว 48035501 |
| 2. นายตรศักดิ์ | ธรรมาภรณ์ | รหัสประจำตัว 48035522 |
| 3. นายอาทิตย์ | เจ๊ะสมม | รหัสประจำตัว 48035530 |

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราชวี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาวรรณ โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5) ๖๖๖ วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอดเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพคณาจารย์เพื่อการเรียนการสอน

เรียน อาจารย์อัมพล ทองระอา

คณบดีภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาวรรณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดตั้งโครงการการส่งมอบการส่งมอบการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพคณาจารย์เพื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงการ “ชุดฝึกปฏิบัติวงจรโล โอดีสี่ ทรีนเคเรตมีโอวัลเซม็อนเจริง” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

- | | | |
|----------------|-------------|-----------------------|
| 1. นายปรีชญ์ | โอชาพงศ์ | รหัสประจำตัว 48035503 |
| 2. นายสรศักดิ์ | อรรณ วงษ์ษา | รหัสประจำตัว 48035522 |
| 3. นายอาทิตย์ | เจ๊ะสมณ | รหัสประจำตัว 48035530 |

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณ นาย โอภาสมีคำ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ รุณศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศบ 0524.04(5)ฯ/...

วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเพื่อนำเรียนการสอน

เรียน รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤกษ์ทิพย์

ด้วยภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการการร่วมบูรณาการเพื่อการพัฒนาของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์ขออนุญาตเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเพื่อนำเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงานวิจัย “ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาเป็นภาระจัดทำดังนี้

1. นายปรีชา	ไอชานนท์	รหัสประจำตัว 48035503
2. นายศักดิ์	ธรรมวงษา	รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอภิลักษณ์	เจ๊ะตม	รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ รัตติ)
หัวหน้าภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/ 2-14

วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขงเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพต่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริรัตน์ เพ็ชรวิมแรงศรี

ช่วยภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คณะเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ศธอ. ที่ขอมาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างมาก จึงมีความประสงค์เชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพต่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงการเรื่อง "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรโคโตนสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดป็นดังนี้

- | | | |
|-----------------|-----------|------------------------|
| 1. นายปรัชญา | ไอชาหงษ์ | รหัสประจำตัว 480135503 |
| 2. นายตรีศักดิ์ | สรนวงษ์ษา | รหัสประจำตัว 480135522 |
| 3. นายอาทิตย์ | เจ๊ะสนม | รหัสประจำตัว 480135530 |

ซึ่งเรียนมอบให้โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและของอนุคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราชวิ)
หัวหน้าภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาการศึกษาศาสตร์ศึกษาวรรณ โทร. 3703, 6076

ที่ ศษ 0524.04(5)/๑๙๙

วันที่ 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอยื่นเรื่องเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเพื่อการเรียนการสอน

เรียน ศร.ณรงค์ พิมสาร

ด้วยภาควิชาการศึกษาศาสตร์ศึกษาวรรณ คณะกรรศาสตร์ศึกษาศาสตร์ สอศ. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการการศึกษาวรรณเพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์ขออนุญาตเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเพื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงการเรื่อง “ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดต้านแรงดันรีโวลต์แบบอินเวอร์ต” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาศึกษาวรรณอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาชั้นปีดำเนินการจัดทำดังนี้

- | | | |
|----------------|------------|-----------------------|
| 1. นายปรัชญา | โอชาพงศ์ | รหัสประจำตัว 48035503 |
| 2. นายสรศักดิ์ | ธรรนวงษ์พา | รหัสประจำตัว 48035522 |
| 3. นายอาทิตย์ | เษะตมม | รหัสประจำตัว 48035530 |

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาการศึกษาศาสตร์ศึกษาวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ
ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1

วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

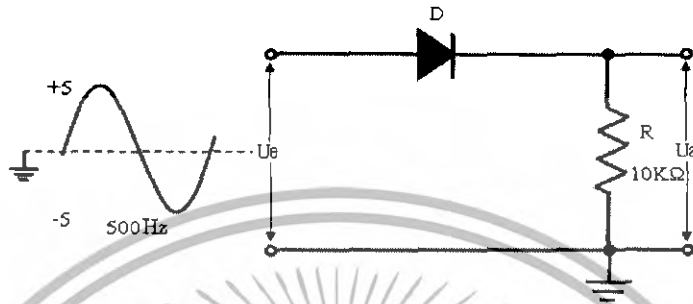
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณหรือวงจรลิมิตเตอร์ เป็นวงจรที่รูปคลื่นสัญญาณไฟสลับที่ส่งเข้ามา วงจรตัดสัญญาณเบื้องต้นนิยมใช้ไดโอด แบ่งลักษณะการจัดไดโอดในวงจรตัดสัญญาณได้เป็นไดโอดต่ออนุกรม และไดโอดต่อขนาน วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดอนุกรมประกอบด้วย ไดโอดต่ออันดับกับตัวต้านทาน R มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R เป็นเอาต์พุตของวงจร หลักการของวงจรคือ การใช้ไดโอดทำหน้าที่เป็นสวิตช์เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรงไดโอดทำงานคล้ายกับสวิตช์ปิด (On) และเมื่อไดโอดได้รับไบอัสกลับไดโอดทำงานคล้ายสวิตช์เปิด (Off)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นตอนการทดลอง


1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1




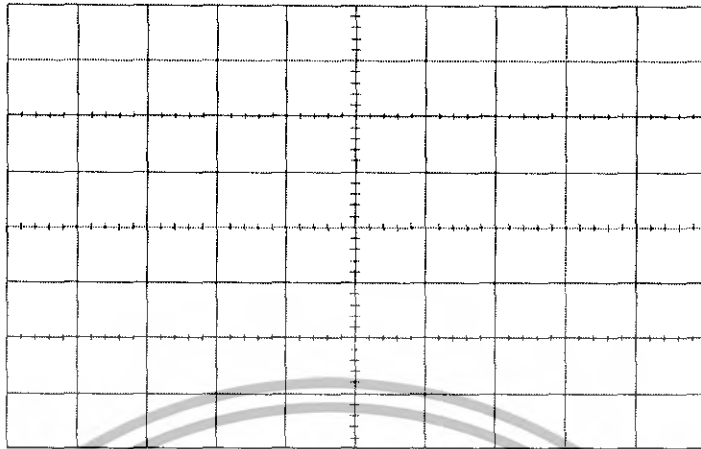
รูปที่ 1.1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. สังเกตที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

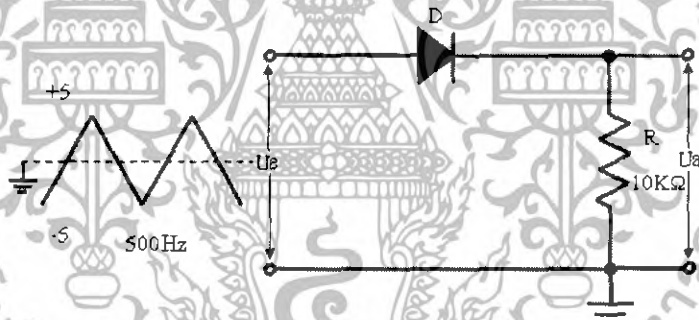
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขยายหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 1.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 1.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

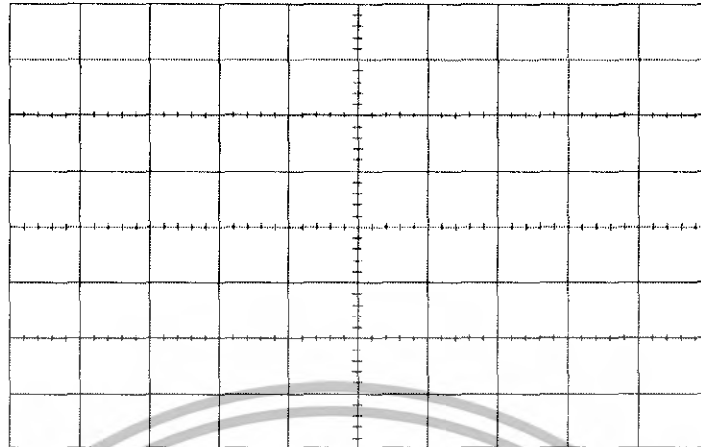
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

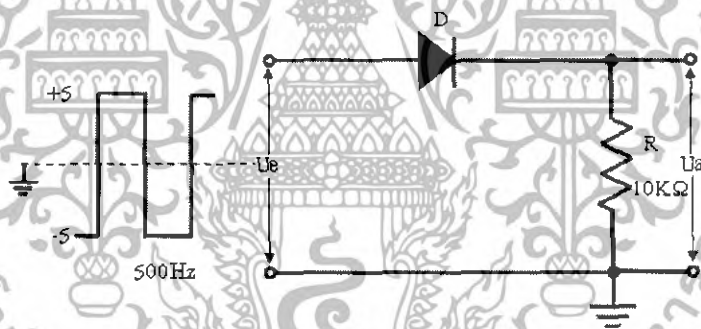
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

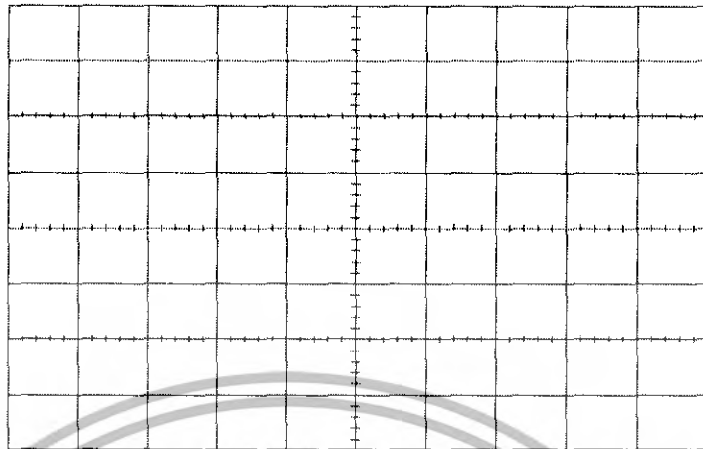
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดทำงานคล้ายกับสวิตช์เปิด หรือสวิตช์ปิด
2. จงอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ
3. ปุ่ม Time/div ใน Oscilloscope ทำหน้าที่อะไร
4. ปุ่ม Volt/div ใน Oscilloscope ทำหน้าที่อะไร
5. ถ้าต้องการแรงดัน U_e ให้มีขนาด 5Vp-p ควรปรับ Function Generator ที่ Amplitude เท่าไร
6. ปุ่ม Start/Stop measurement ใน Oscilloscope ทำหน้าที่อะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวก

วัตถุประสงค์

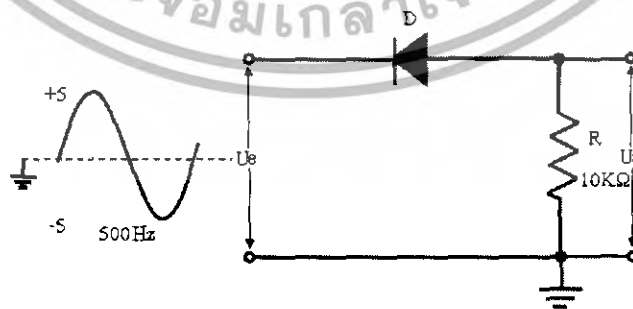
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวกได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของงานวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

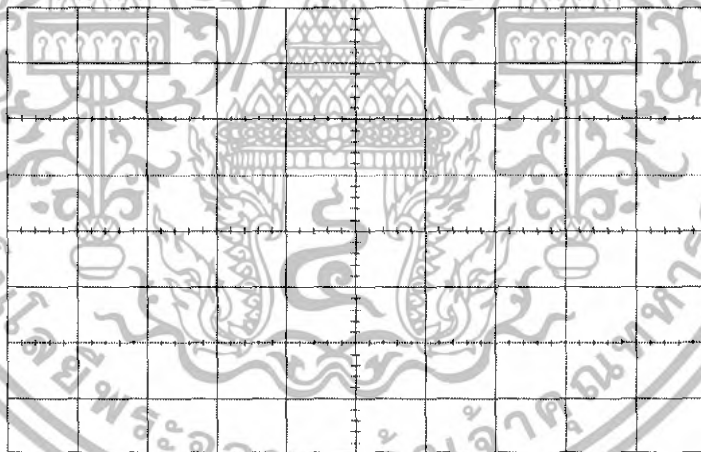
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. สังเกตที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

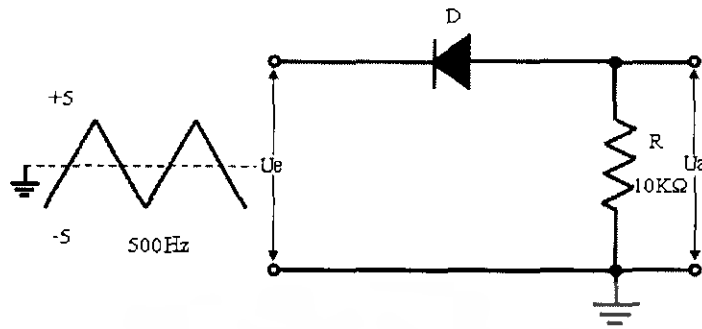
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 2.1. โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 2.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



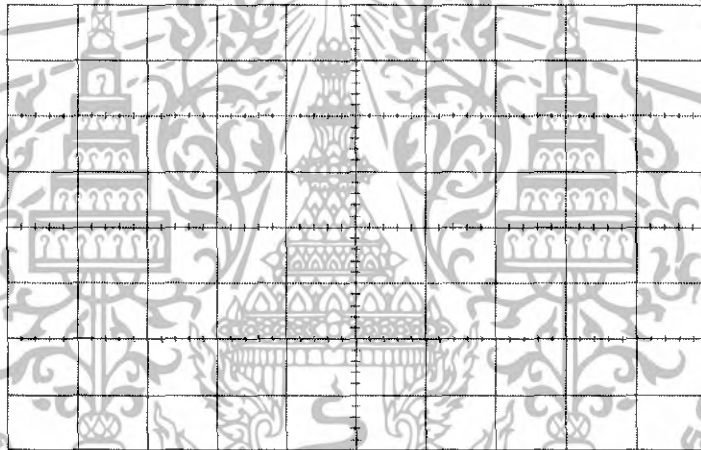
กราฟที่ 2.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

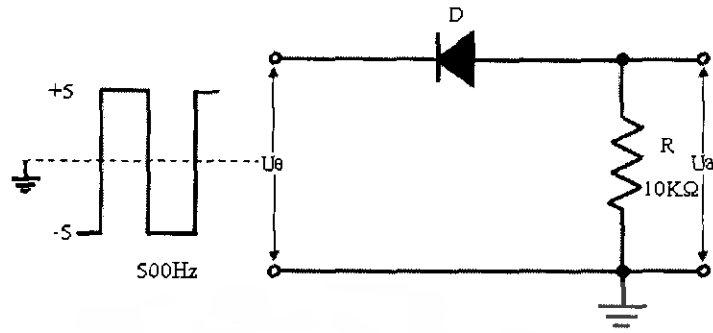
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

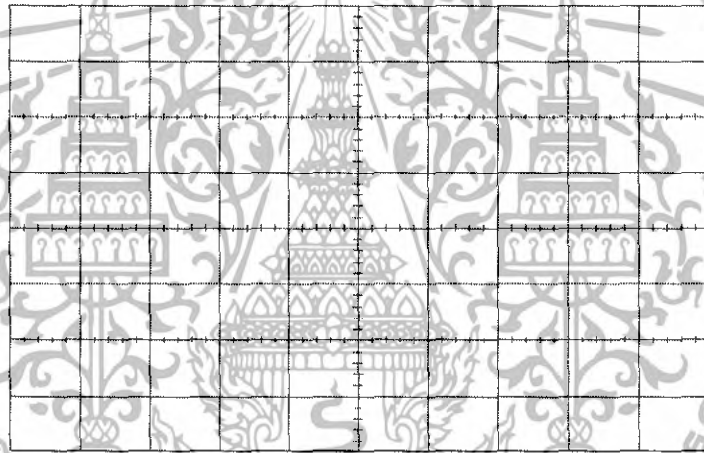
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 2.3



กราฟที่ 2.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.3 มีส่วนไหนเหมือนกัน และส่วนไหนแตกต่างกัน
2. จงอธิบายการทำงานของจรตดสัญญาณแบบอนุกรมตดสัญญาณช่วงบวก
3. ปุ่ม SINE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร
4. ปุ่ม TRIANGLE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร
5. ปุ่ม RECTANGLE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3

วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

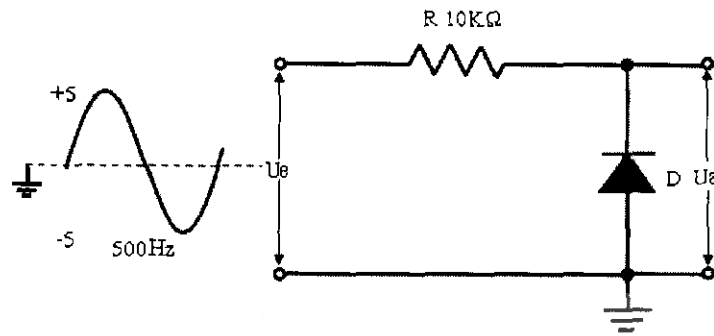
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณหรือวงจรลิมิตเตอร์ เป็นวงจรตัดรูปคลื่นสัญญาณไฟสลับที่ส่งเข้ามา วงจรตัดสัญญาณเบื้องต้นนิยมใช้ไดโอด แบ่งลักษณะการจัดไดโอดในวงจรตัดสัญญาณได้เป็นไดโอดต่ออนุกรม และไดโอดต่อขนาน วงจรจัดสัญญาณแบบขนาน ลักษณะของวงจร ไดโอดจะต่อขนานกับขั้วสัญญาณเอาต์พุต โดยมีตัวต้านทาน R ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านไดโอดมิให้เกินค่าสูงสุด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



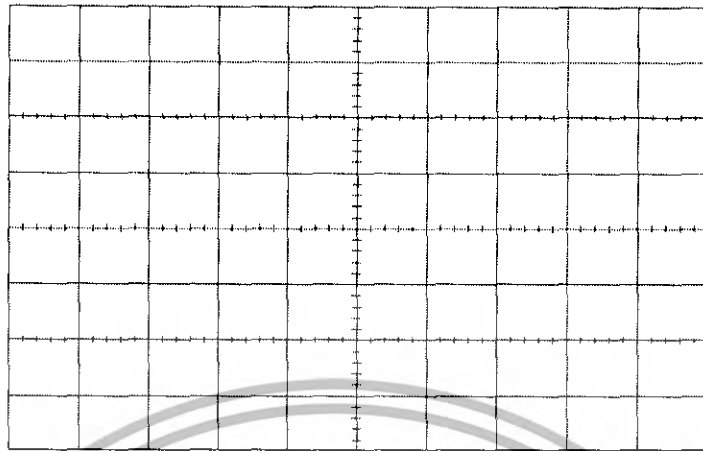
รูปที่ 3.1 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $\pm, -5\text{Vp-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทุลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1ms จากนั้นสังเกตที่ทุลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

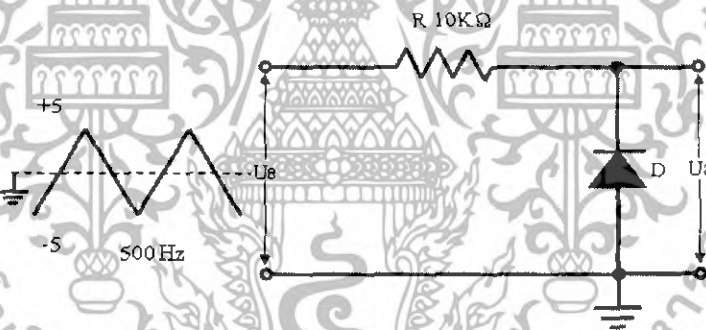
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทุลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นไปที่รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 3.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 3.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



ภาพที่ 3.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

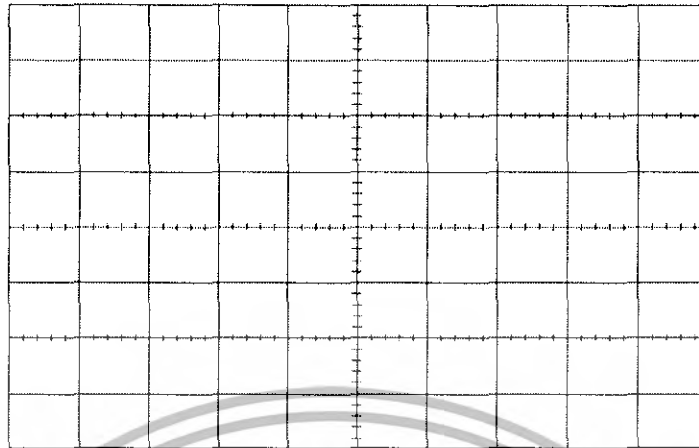
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

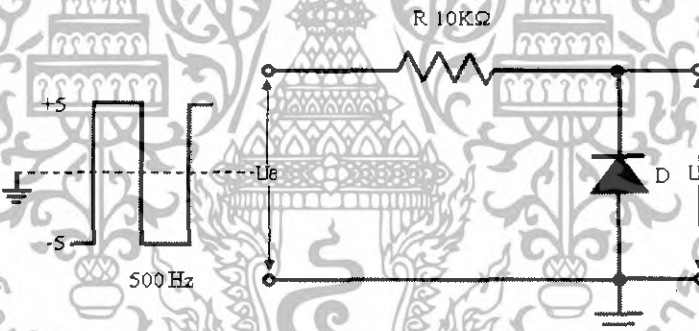
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

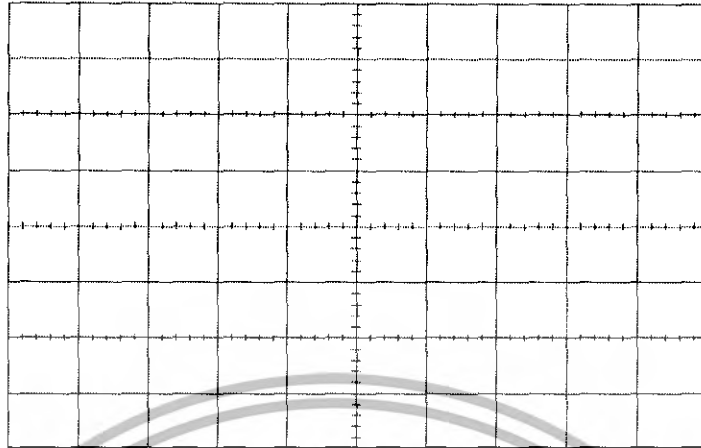
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3.3 สัญญาณอินพุต (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สภาวะการจ่ายไบอัสให้ตัวไดโอดมี 2 สภาวะคือ
2. วงจรตัดสัญญาณมีชื่อเรียกอีกชื่ออะไร
3. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบ
4. ปุ่ม POWER ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร
5. เพราะเหตุใด Channel B จึงต้องปรับตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ Ua
6. ปุ่ม Start/Stop measurement ใน Oscilloscope ทำหน้าที่อะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก

วัตถุประสงค์

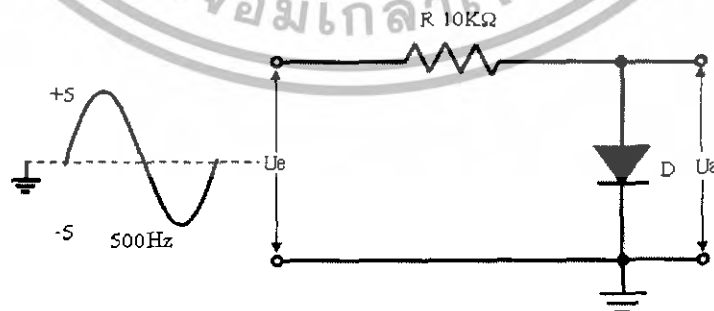
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวกได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

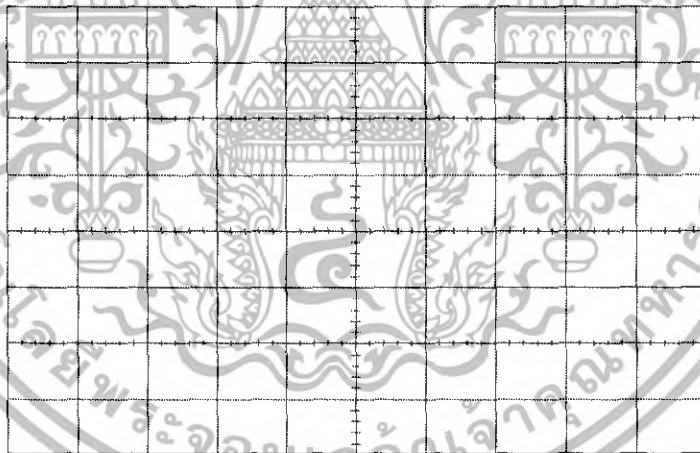
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

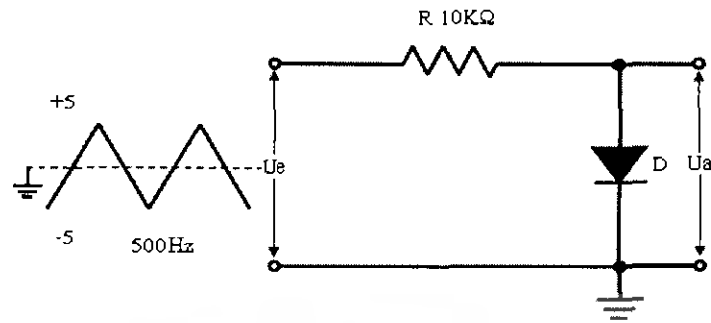
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 4.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



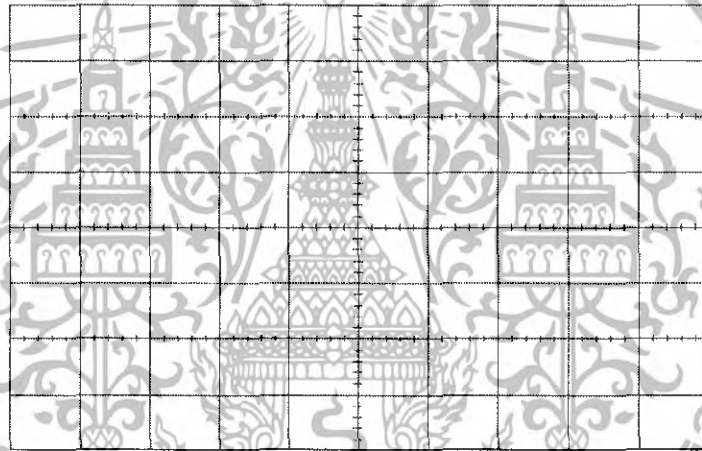
กราฟที่ 4.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

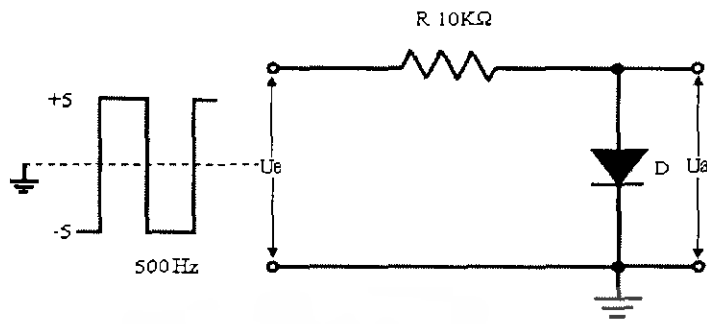
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.2



กราฟที่ 4.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

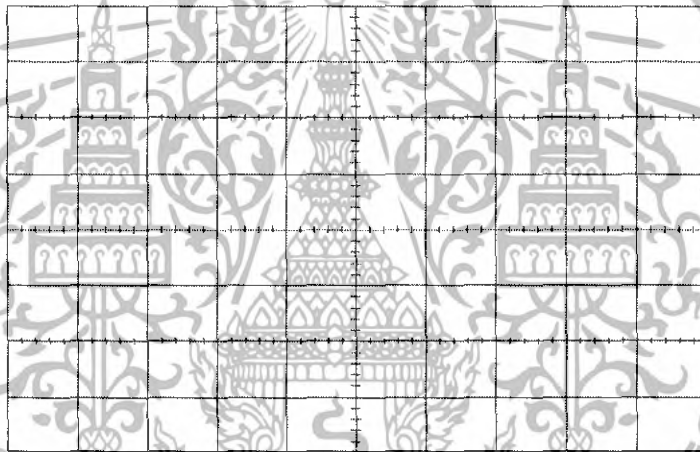
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร ตามรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.3



กราฟที่ 4.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเปรียบเทียบการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมกับวงจรตัดสัญญาณแบบขนาน
2. จงอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก
3. ถ้าต้องการเลือก Function Generator มาใช้งานในโปรแกรม Labsoft จะเลือกจากเมนูใด อธิบายเป็นขั้นตอน
4. ปุ่ม 1:1 ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร
5. ปุ่ม 1:10 ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร
6. เพราะเหตุใด Channel A จึงต้องปรับตำแหน่ง AC เพื่อวัดสัญญาณ Ue



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้โวลต์มิเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. Volt meter ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

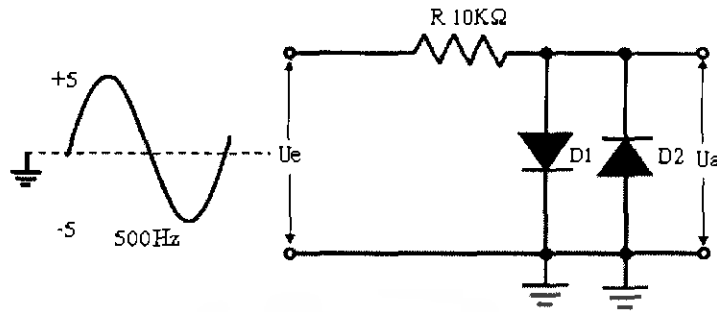
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ (Dual Diode Clipper) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดสัญญาณอินพุตทั้งด้านบวกและด้านลบ วงจรประกอบด้วยวงจรตัดสัญญาณแบบไบอัส 2 วงจรต่อขนานกัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



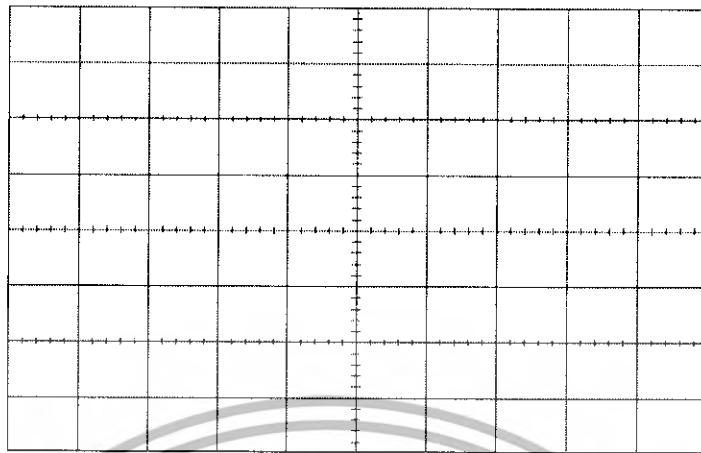
รูปที่ 5.1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 5.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 5.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 5.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ที่เมนูบาร์ให้เมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC วัดแรงดันตกคร่อมไดโอด D1 และ D2 บันทึกลงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 บันทึกการทดลองที่ได้จากการวัดแรงดันตกคร่อมไดโอด D1 และ D2

อุปกรณ์ที่วัด	แรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ไดโอด D1	
ไดโอด D2	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อไดโอด D1 ขาดเอาที่หลุดที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร
2. เมื่อไดโอด D2 ขาดเอาที่หลุดที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร
3. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรแบบไดโอดคู่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6

วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมมีไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสอนุกรมได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสอนุกรมได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. แหล่งจ่ายไฟ 3 FOLD DC SUPPLY ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

เป็นวงจรตัดสัญญาณช่วงลบแบบอันดับ ถ้าไม่มีเบตเตอร์จ่ายไบอัสให้ไดโอด จะทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสนั้นเอง โดยตัดสัญญาณครึ่งบวกออกเหลือเฉพาะครึ่งลบออกเอาต์พุต ถ้าจ่ายเบตเตอร์เป็นไบอัสตรงให้ไดโอด จะทำให้ไดโอดนำกระแสของสัญญาณอินพุตบวกระดับหนึ่งเท่าของแรงดันของเบตเตอร์ ส่วนสัญญาณช่วงลบจะถูกส่งออกเอาต์พุตทั้งหมด ถ้าจ่ายเบตเตอร์ไบอัสกลับให้ไดโอด จะทำให้ไดโอดไม่นำกระแสในครึ่งบวกของสัญญาณอินพุต และไม่นำกระแสในครึ่งลบบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับแรงดันของเบตเตอร์

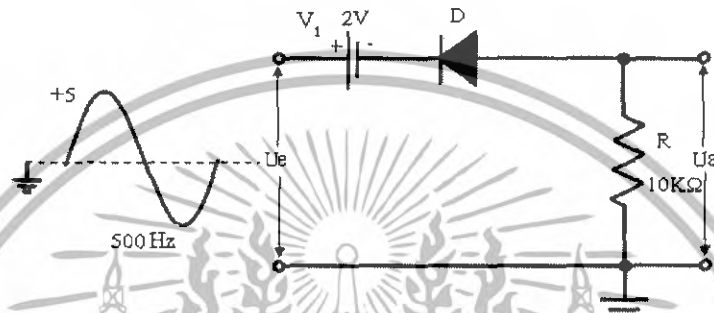
ส่วนวงจรตัดสัญญาณช่วงลบแบบอันดับ ถ้าไม่มีเบตเตอร์จ่ายไบอัสให้ไดโอด จะทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสนั้นเอง โดยตัดสัญญาณครึ่งลบออกเหลือเฉพาะครึ่งบวกออกเอาต์พุต ถ้าจ่ายเบตเตอร์เป็นไบอัสกลับให้ไดโอด จะทำให้ไดโอดไม่นำกระแสของสัญญาณอินพุต และไม่นำกระแสในครึ่งบวกบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับระดับแรงดันเบตเตอร์ ถ้าจ่ายเบตเตอร์เป็นไบอัสตรงให้ไดโอด จะทำให้ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำกระแสในครึ่งบวกของสัญญาณอินพุตทั้งหมด และนำกระแสในครึ่งลบบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับแรงดันของแบตเตอรี่



ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 6.1




รูปที่ 6.1 วงจรตัดสัญญาณเมื่ออินพุตสัญญาณครึ่งบวก

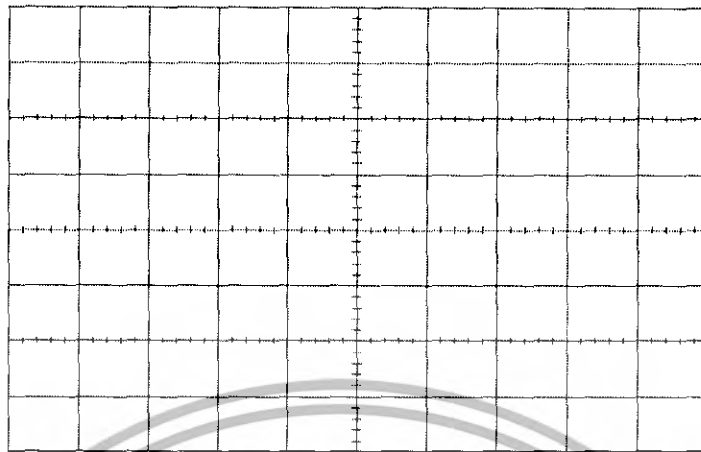
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

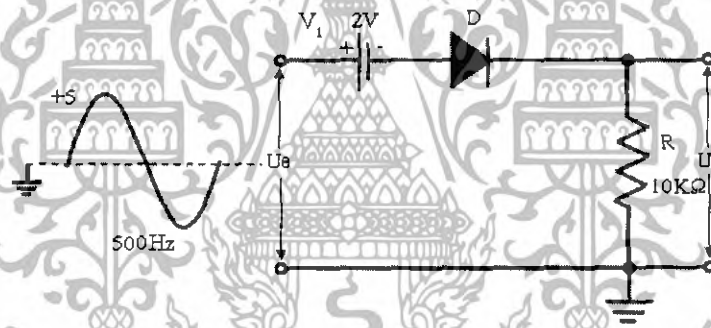
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 6.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 6.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

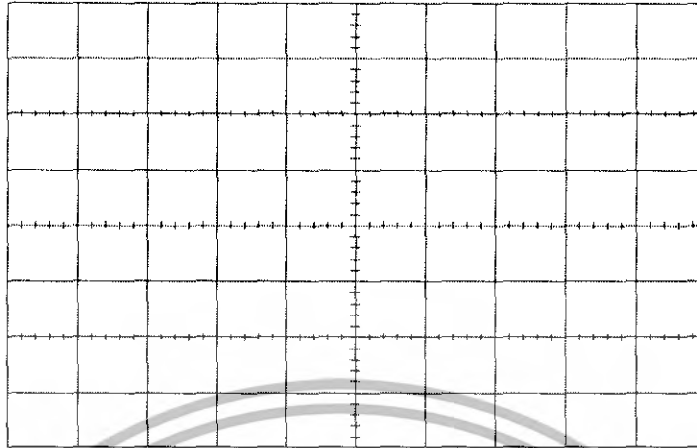
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 6.2 โดยทำการกลับขั้วไดโอด



รูปที่ 6.2 วงจรตัดสัญญาณเมื่ออินพุตสัญญาณช่วงลบ

7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.2 ลัฏญานอินพุท (Ue) และลัฏญานเอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูปที่ 6.1 ถ้า V1 ลัดวงจรลัฏญานที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร
2. จากรูปที่ 6.2 ถ้า V1 ลัดวงจรเสมือนกับวงจรใด
3. จงบอกข้อดีในการต่อไบอัสให้กับวงจรลัดลัฏญาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7

วงจรตัดสัญญาณแบบขนานมีไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. แหล่งจ่ายไฟ 3 FOLD DC SUPPLY ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

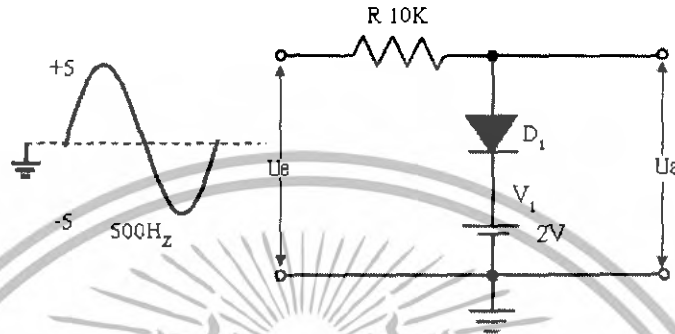
ทฤษฎีเบื้องต้น

สัญญาณอินพุตของวงจรตัดสัญญาณที่ผ่านมาจะถูกตัดสัญญาณที่แรงดัน 0 โวลต์ ถ้าต้องการให้สัญญาณอินพุตถูกตัดสัญญาณที่แรงดันที่ต้องการ สามารถทำได้โดยการต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงขนาดที่เราต้องการ เข้ากับวงจร และเรียกวงจรนี้ว่าวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส วงจรจะตัดสัญญาณอินพุตทางด้านบวก ที่มีขนาดมากกว่าแรงดันไบอัส ส่วนสัญญาณอินพุตที่มีขนาดน้อยกว่าแรงดันไบอัส จะทำให้ไดโอดได้รับไบอัสตรงไดโอดทำงานเป็นสวิตช์ปิด สัญญาณเอาต์พุตมีค่าเท่ากับแรงดันไบอัส และถ้าสัญญาณอินพุตมีแรงดันเป็นลบ จะทำให้ไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดทำงานเป็นสวิตช์เปิด สัญญาณเอาต์พุตที่ได้มีค่าเท่ากับแหล่งจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นตอนการทดลอง


1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 7.1 โดยต่อแหล่งจ่าย 3 FOLD DC SUPPLY ปรับตำแหน่ง V_1 ขนาดแรงดัน 2V ต่อขนานกับเครื่องกำเนิดสัญญาณดังรูปที่ 7.1




รูปที่ 7.1 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส 2 โวลต์

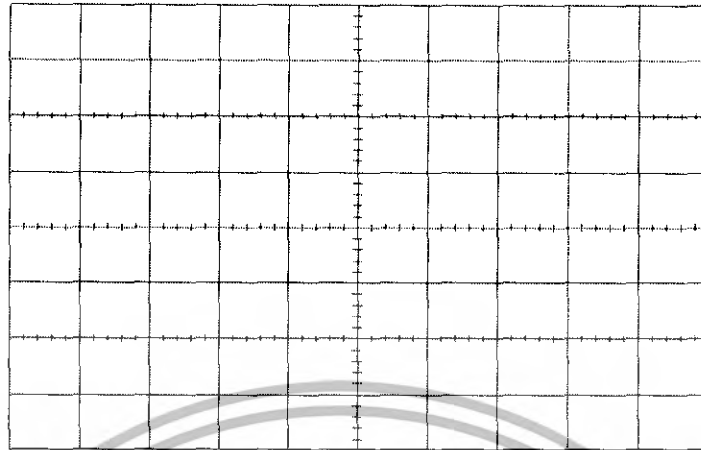
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5Vp-p$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

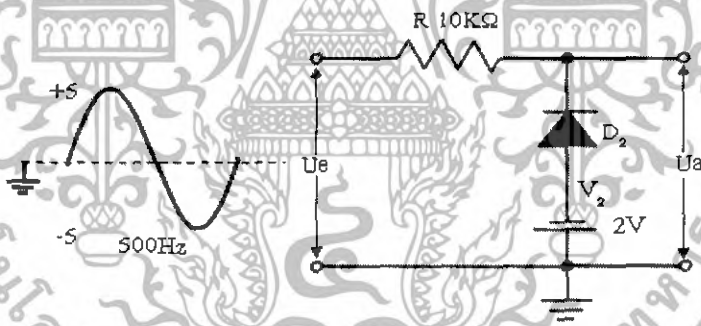
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 7.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

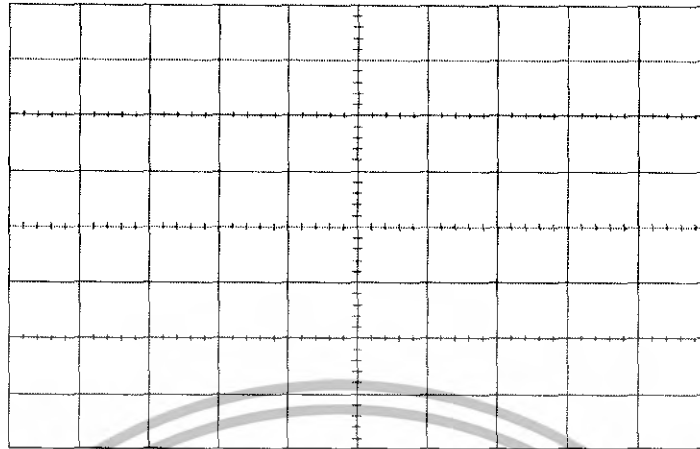
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 7.2 ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) รูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+ , - 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ $500Hz$ เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร และต่อแหล่งจ่าย 3 FOLD DC SUPPLY ปรับตำแหน่ง V_2 ขนาดแรงดัน $2V$ ต่อขนานกับเครื่องกำเนิดสัญญาณดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส 2 โวลต์

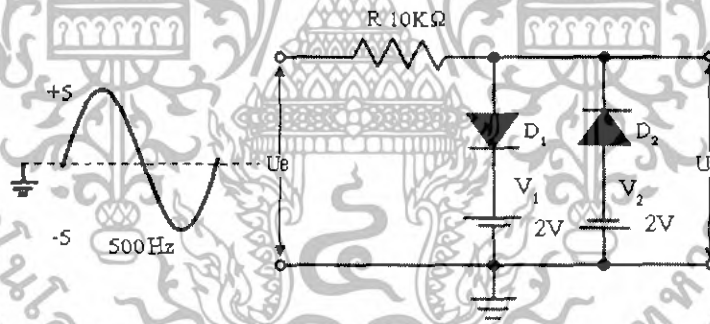
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

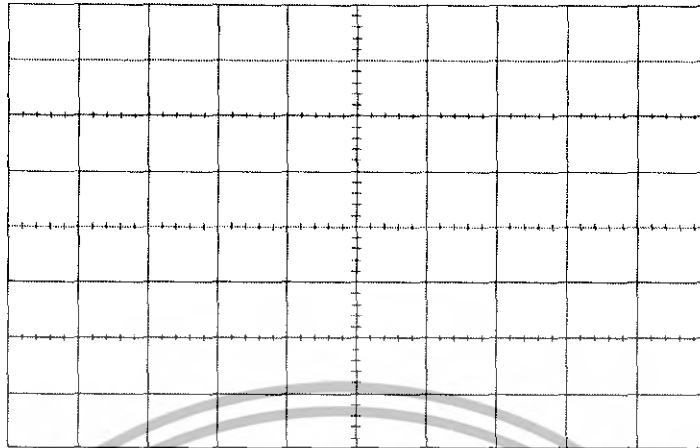
8. ประกอบวงจรตามรูปที่ 7.3 ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) รูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+ , - 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ $500Hz$ เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุตให้วงจร และต่อแหล่งจ่าย 3 FOLD DC SUPPLY ปรับตำแหน่ง V_1, V_2 ขนาดแรงดัน $2V$ ต่อขนานกับเครื่องกำเนิดสัญญาณดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส 2 แหล่งจ่าย 2V

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การต่อแบตเตอรี่ V1 ในรูปวงจรที่ 7.1 มีผลอย่างไรต่อวงจร
2. จากรูปวงจรที่ 7.1 จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร
3. จากรูปวงจรที่ 7.2 จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8

วงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัสได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัสได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

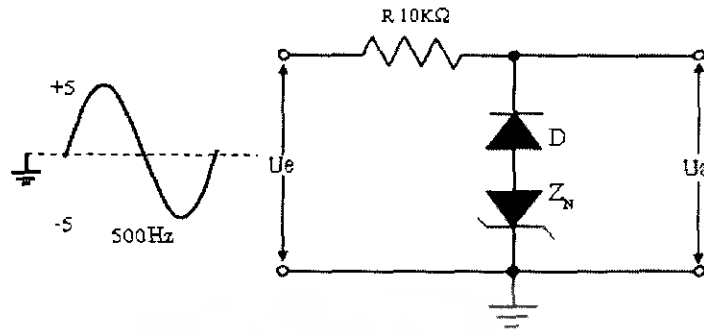
ทฤษฎีเบื้องต้น

การประยุกต์อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำซีเนอร์ไดโอด สามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่างเช่น วงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit) วงจรรักษาแรงดันให้คงที่ (Voltage Regulator Circuit) และเนื่องจากซีเนอร์ไดโอดมีคุณสมบัติรักษาแรงดันคงที่เมื่อได้รับไบอัสกลับ ในทางอุดมคติซีเนอร์ไดโอดจึงมีวงจรเทียบเท่าหรือวงจรสมมูลเป็นแบตเตอรี่ที่มีขนาดแรงดันไฟตรงเท่ากับแรงดันซีเนอร์ไดโอด VZ (Zener Voltage) โดยมีขั้วบวกของ VZ อยู่ที่ขาแคโทดและขั้วลบอยู่ที่ขาแอนโนดโดยเฉพาะในวงจรรักษาแรงดันให้คงที่ ในการต่อใช้งานทุกครั้งจะต้องมีความต้านทานต่ออนุกรมเสมอ เพื่อป้องกันกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอด (I_Z) เกินค่าพิกัดซึ่งจะทำให้ชำรุดได้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



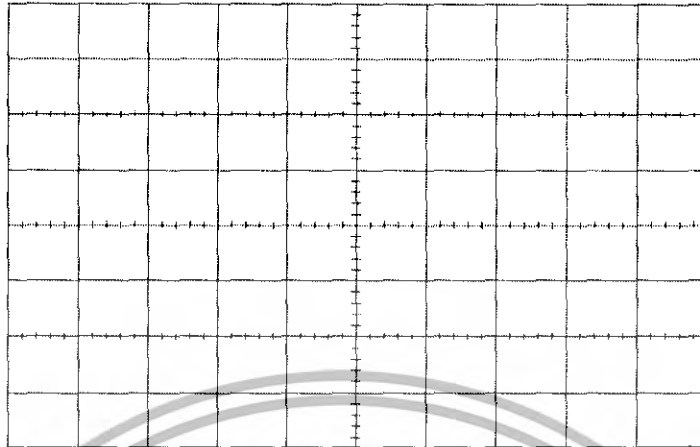
รูปที่ 8.1 วงจรตัดสัญญาณช่วงลบ

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

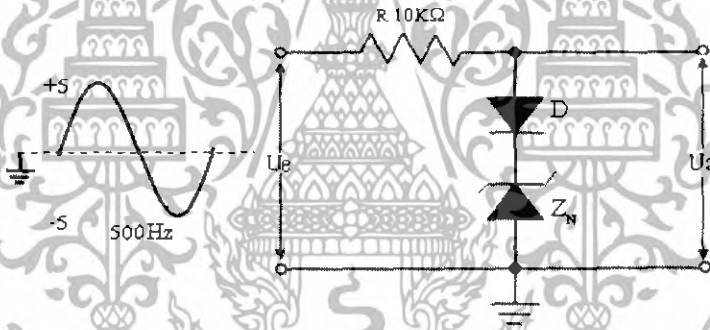
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 8.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 8.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 8.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

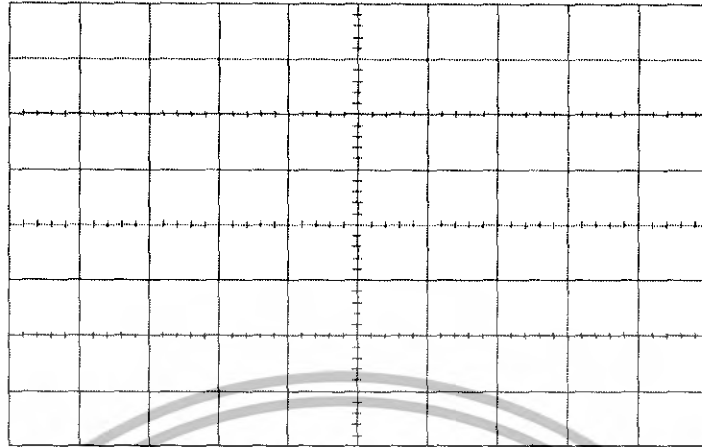
6. ทำการกลับขั้วไดโอด และซีเนอร์ไดโอด ดังรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 วงจรตัดสัญญาณช่วงบวก

7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 8.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 8.2 สัญลักษณ์อินพุท (Ue) และสัญลักษณ์เอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ซีเนอร์ไดโอดทำหน้าที่อะไรในวงจร
2. ถ้าหากกลับขั้วซีเนอร์ไดโอดจะมีผลอย่างไรต่อวงจร
3. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9

วงจรระดับสัญญาณ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรระดับสัญญาณได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรระดับสัญญาณได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

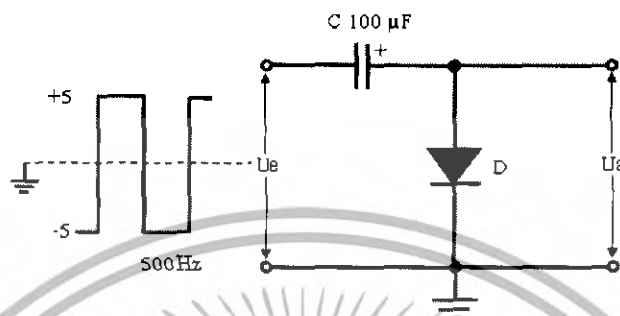
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรระดับสัญญาณโดยจะให้สัญญาณเอาต์พุตที่มีลักษณะเหมือนสัญญาณอินพุตทุกประการ แต่ระดับแรงดันสูงสุดหรือต่ำสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะถูกยกระดับอยู่ที่ระดับแรงดันอ้างอิงที่ศูนย์โวลต์ กล่าวคือค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับค่าแรงดันจากยอดถึงยอด (Peak To Peak) ของสัญญาณอินพุต ดังนั้นถ้าลักษณะของสัญญาณอินพุตมีสิ่งทั้งช่วงบวกและช่วงลบอย่างสมมาตรกัน โดยมีจุดอ้างอิงหรือศูนย์กลางการสวิงที่ระดับศูนย์โวลต์ ค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะมีค่าเป็น 2 เท่าของแรงดันสัญญาณอินพุต โดยคิดจากระดับอ้างอิงศูนย์โวลต์ และทางปฏิบัติค่าแรงดันเอาต์พุตจะต่ำกว่าทางอุดมคติที่กล่าวมาเล็กน้อย เนื่องจากมีแรงดันตกคร่อมไดโอดอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งเท่ากับแรงดันขณะได้รับการไบแอสตรงของไดโอด (ประมาณ 600 มิลลิโวลต์ สำหรับไดโอดชนิดซิลิกอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 9.1




รูปที่ 9.1 วงจรยกระดับสัญญาณแบบแรงดันลบ

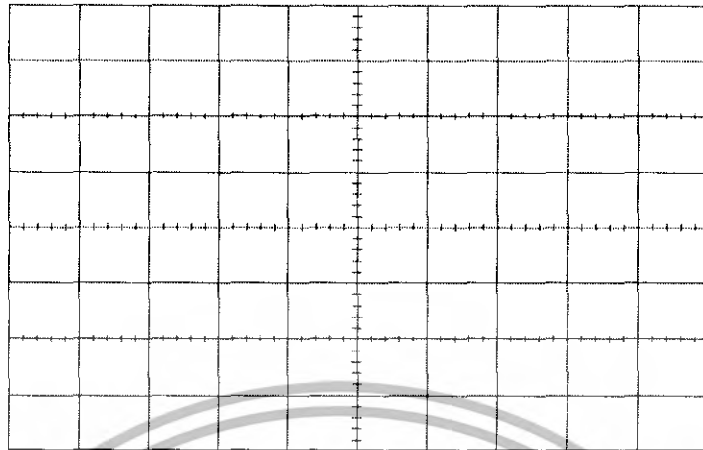
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ Ua แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

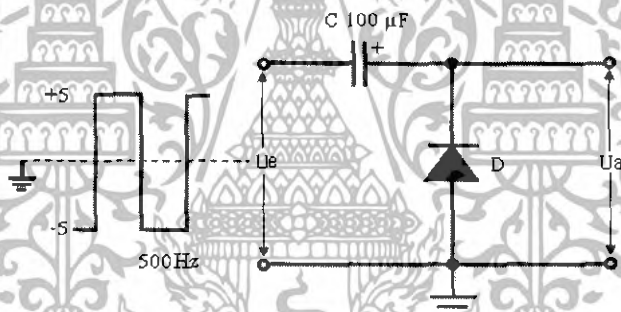
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 9.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 9.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 9.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 9.2 โดยทำการกลับขั้วไดโอด



รูปที่ 9.2 วงจรยกระดับสัญญาณแบบแรงดันบวก

7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9.2 สัญลักษณ์อินพุท (Ue) และสัญลักษณ์เอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรที่ 9.1 เป็นวงจรยกระดับแรงดันทางด้านซิกได
2. จากวงจรที่ 9.1 ถ้ากลับขั้วไดโอดจะมีผลอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10

วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวกได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

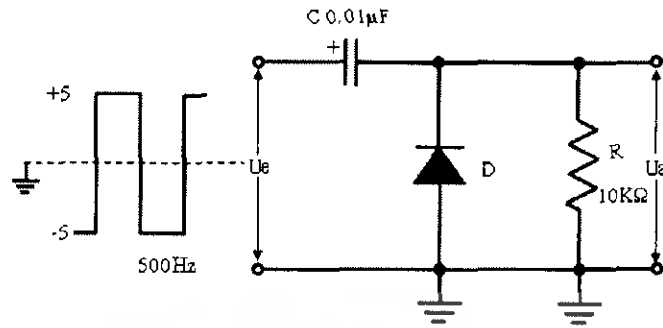
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจร RC ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนขอบขาขึ้นและขอบขาลงสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสไปค์บางส่วนออก และได้สัญญาณเอาต์พุตซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการตีเทกซ์ขอบขาขึ้น หรือขอบขาลงของสัญญาณสี่เหลี่ยมหรือสัญญาณพัลส์ และโดยทั่วไปมีชื่อเรียกว่า วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 10.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



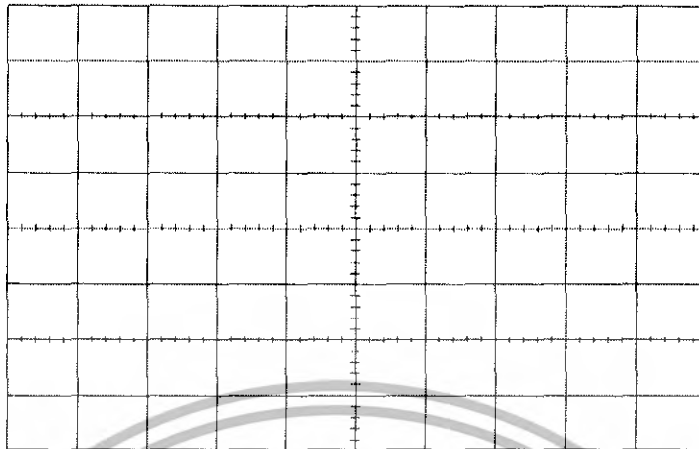
รูปที่ 10.1 วงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+ , - 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

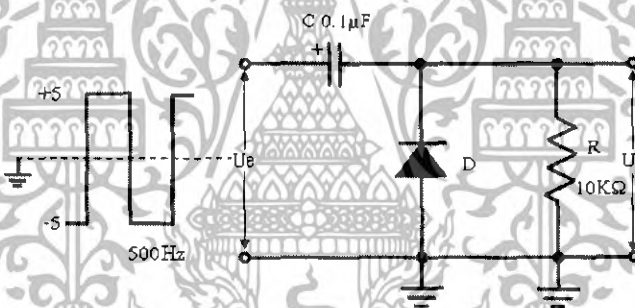
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 10.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 10.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

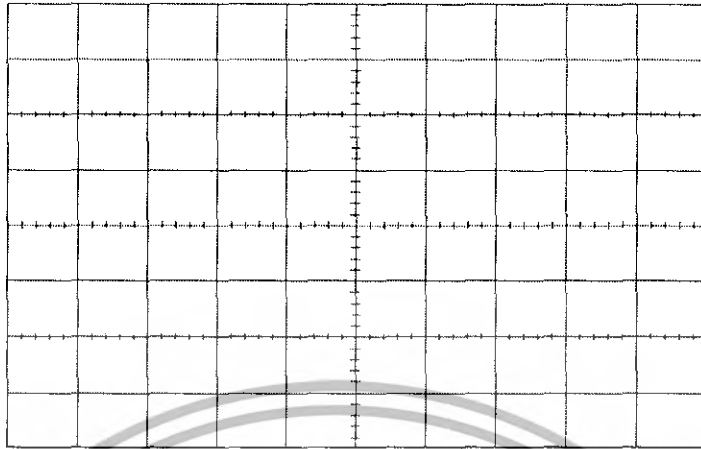
6. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $0.1\mu\text{F}$ ดังรูปวงจรที่ 10.2



รูปที่ 10.2 วงจรไดโอดคิฟเฟอร์เรตเตอร์ โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $0.1\mu\text{F}$

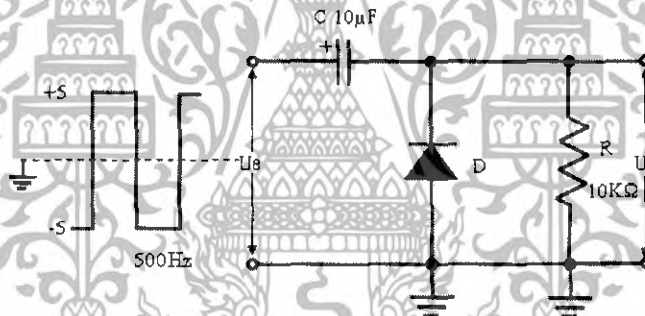
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 10.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

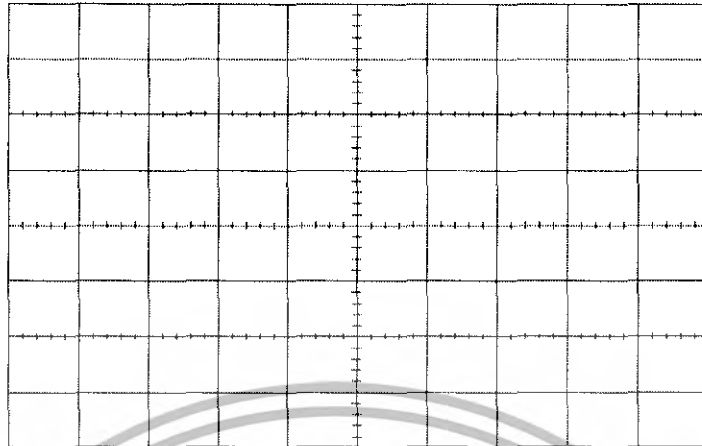
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$ ดังรูปวงจรที่ 10.3



รูปที่ 10.3 วงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่า C เป็น $10\mu\text{F}$

9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 10.3 สัญลักษณ์อินพุท (Ue) และสัญลักษณ์เอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. วงจรดีเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนขอบขาขึ้นและขอบขาลงสัญญาณอินพุตแบบใด
2. วงจรดีเฟอเรนติเอเตอร์จัดวงจรใช้งานเหมือนวงจรรองความถี่ต่ำผ่าน หรือความถี่สูงผ่าน
3. จากการทดลองวงจรใดคือวงจรดีเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 11

วงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบ

วัตถุประสงค์

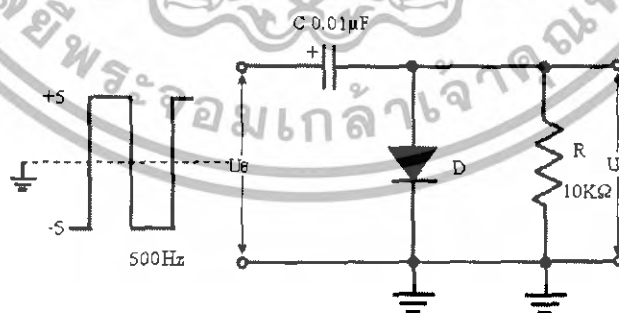
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 11.1



รูปที่ 11.1 วงจรไดโอดตีฟเฟอเรนติเอเตอร์

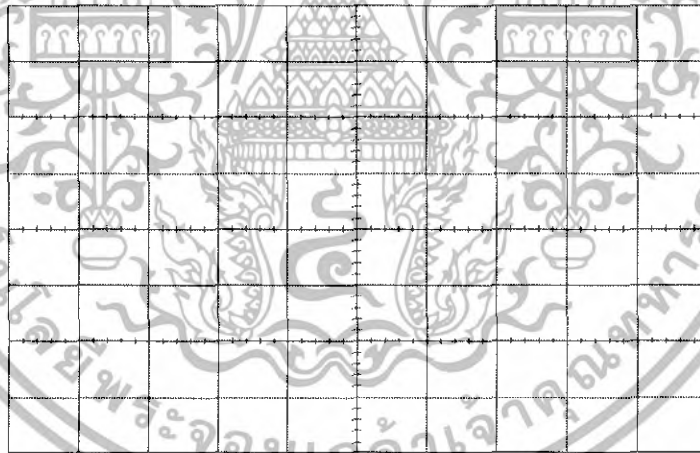
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

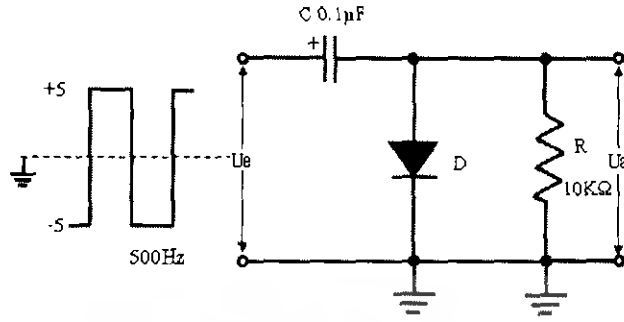
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 11.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 11.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

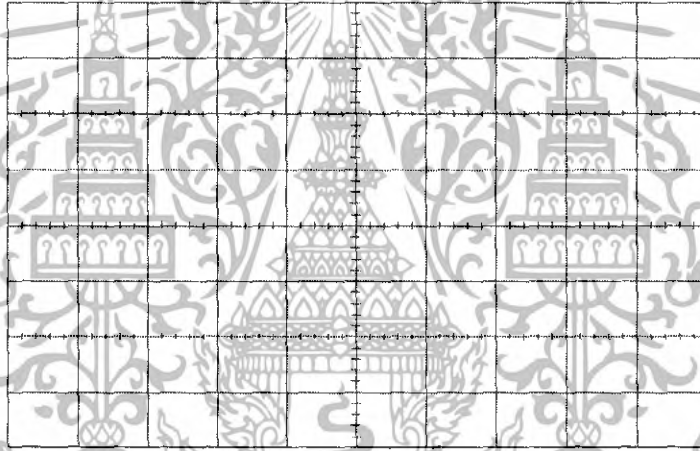
6. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $0.1\mu\text{F}$ ดังรูปวงจรที่ 11.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.2 วงจรไดโอดตีฟเฟอร์เทิเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 0.1µF

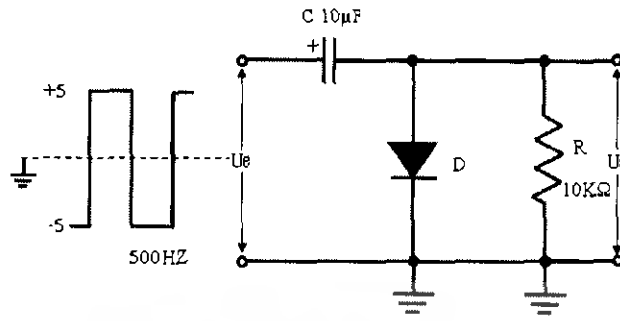
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 11.2



กราฟที่ 11.2 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

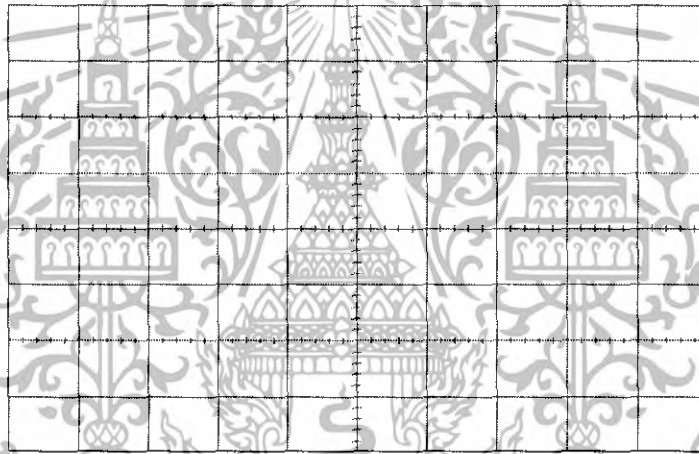
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10µF ดังรูปวงจรที่ 11.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.3 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่า C เป็น 10µF

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 11.3



กราฟที่ 11.3 สัญญาณอินพุต (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บในวงจรดีฟเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่อะไร
2. วงจรดีฟเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่น้อย R และ C มีค่าน้อยหรือมาก
3. วงจรดีฟเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่มาก R และ C มีค่าน้อยหรือมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 12

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นขณะต่อตัวเก็บประจุได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. แหล่งจ่ายไฟ 3-phase supply ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. Voltmultimeter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Voltmultimeter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 10. การ์ดทดลอง SO4103-7B_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 11. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

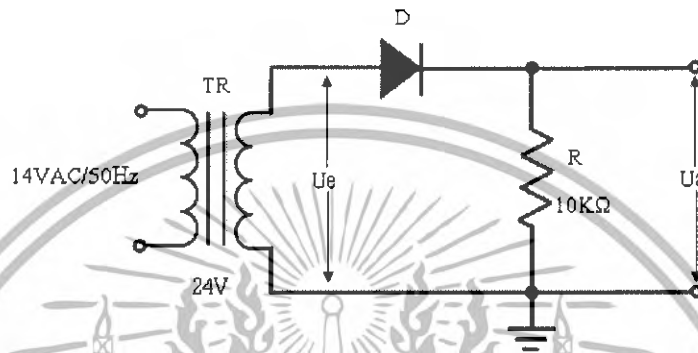
วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดเอาแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาอาจเป็นครึ่งบวกหรือครึ่งลบแล้วแต่การจัดวงจรไดโอด แรงดันที่ส่งออกมาที่พู่จะเป็นช่วงๆ คือช่วงมีแรงดันและช่วงไม่มีแรงดันสลับกันไป วงจรประกอบด้วยไดโอดตัวเดียว

การทำงานของวงจร ไฟกระแสสลับจะมาปรากฏที่ขาแอนโนด โดยไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว คือช่วงที่ไดรับไบอัสตรง ดังนั้นวงจรจะมีกระแสไหลเพียงช่วงบวกของไฟสลับเท่านั้น ถ้าช่วงลบจะไม่มีกระแสไหล แรงไฟตรงที่เอาที่พู่นี้ยังนำไปใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ได้ เพราะเป็นไฟตรงที่ไม่เรียบพอ (Pulse D.C) จึงต้องมีการกรอง (Filter) ให้เรียบโดยใช้ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรอง





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

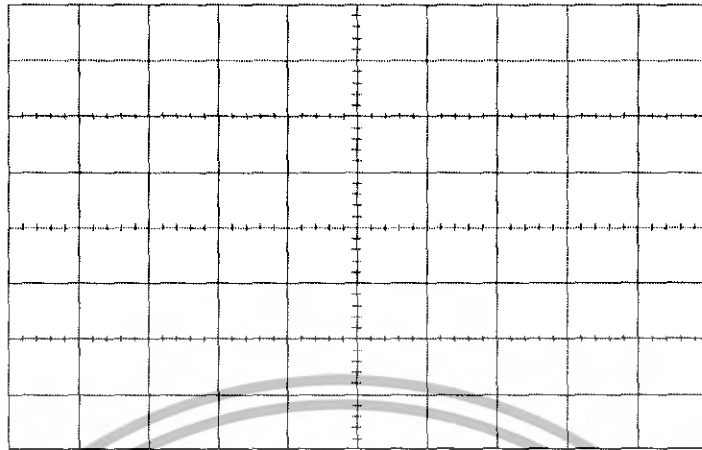
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 12.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือก Power Supply เลือก 3-phase supply ปรับแหล่งจ่าย 3-phase supply ให้ได้ขนาด 14VAC ที่ความถี่ 50Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนเป็นอินพุทให้วงจร



รูปที่ 12.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

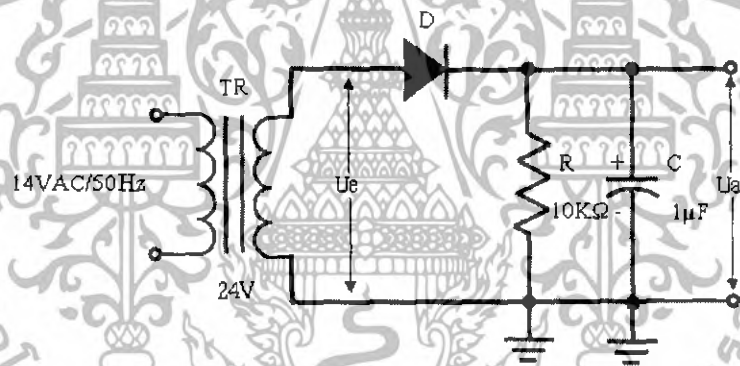
- 1.1 ใช้ Voltmultimeter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_e = \dots\dots\dots V_{rms}$
- 1.2 ใช้ Voltmultimeter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_a = \dots\dots\dots V_{rms}$
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimeter A และ B
3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 10 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวามบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 12.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

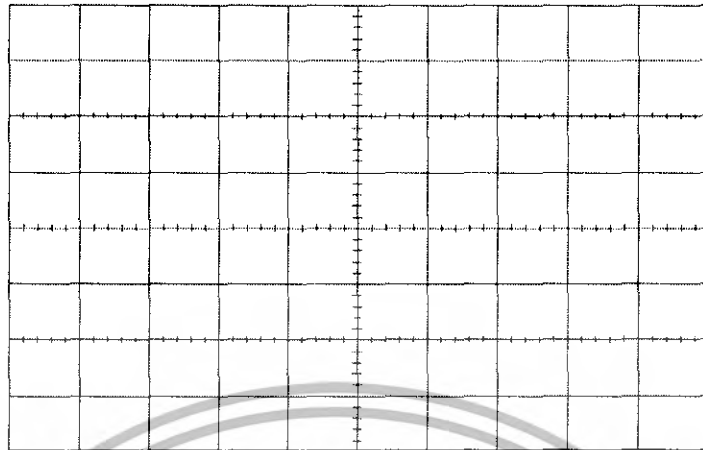
6. ต่อตัวเก็บประจุค่า $1\mu\text{F}$ ดังวงจรรูปที่ 12.2



รูปที่ 12.2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ $1\mu\text{F}$

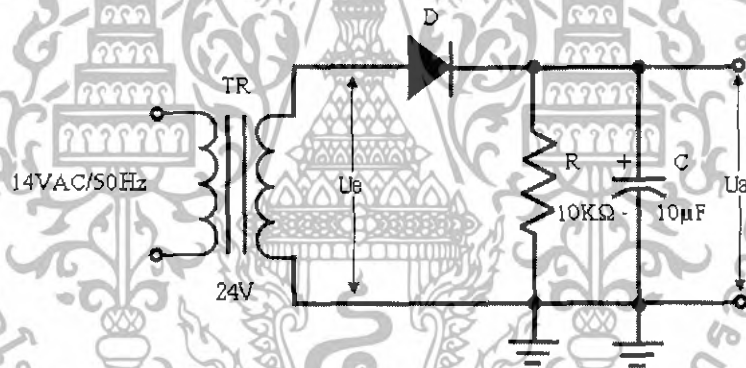
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

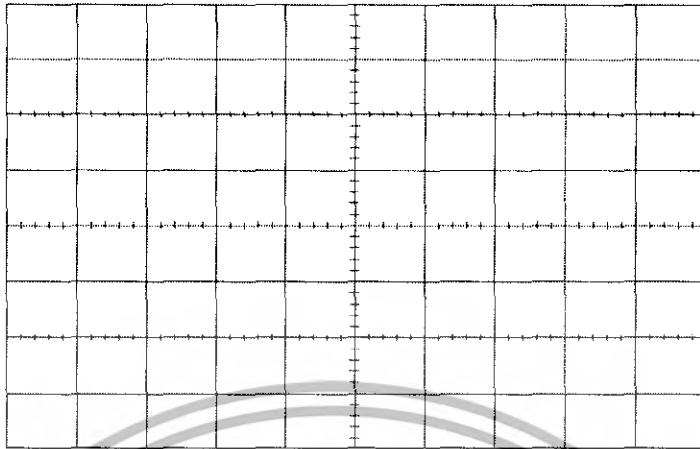
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$ ดังรูปที่ 12.3



รูปที่ 12.3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$

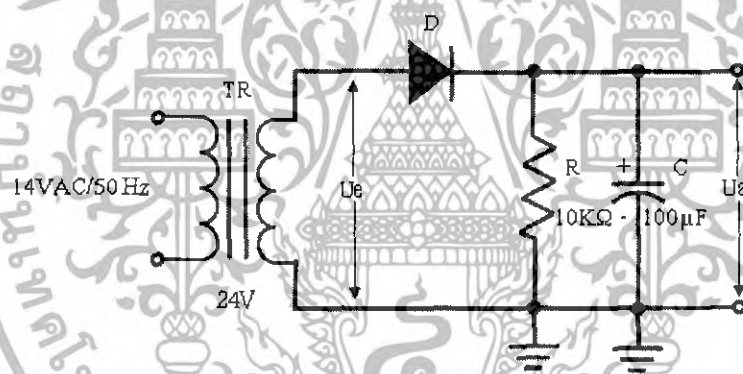
9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

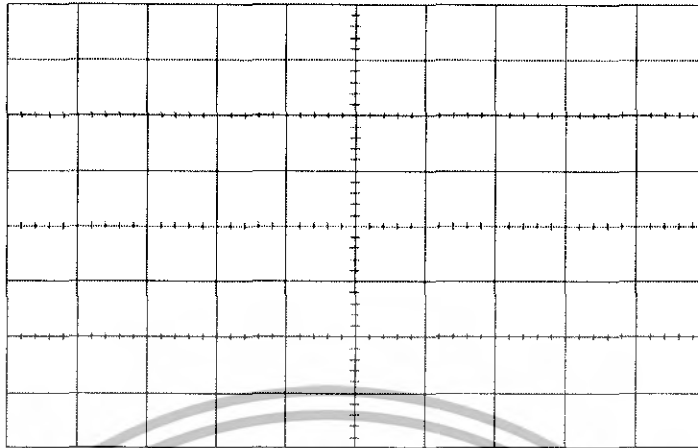
10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu\text{F}$ ดังรูปวงจรที่ 12.4



รูปที่ 12.4 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu\text{F}$

11. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12.4 สัณฐานอินพุท (Uo) และสัณฐานเอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุที่ต่อเพิ่มเข้าในวงจรมีหน้าที่อย่างไร
2. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 12.2 และตารางที่ 12.4 มีผลแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด
3. ถ้าเปลี่ยนตัวเก็บประจุให้มีค่า 1000 μ เอาต์พุตที่ได้จะลักษณะอย่างไร
4. อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 13

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นขณะต่อตัวเก็บประจุได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Interface control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. แหล่งจ่ายไฟ 3-phase supply ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. Voltmultimeter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Voltmultimeter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 10. การ์ดทดลอง SO4103-7B_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 11. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

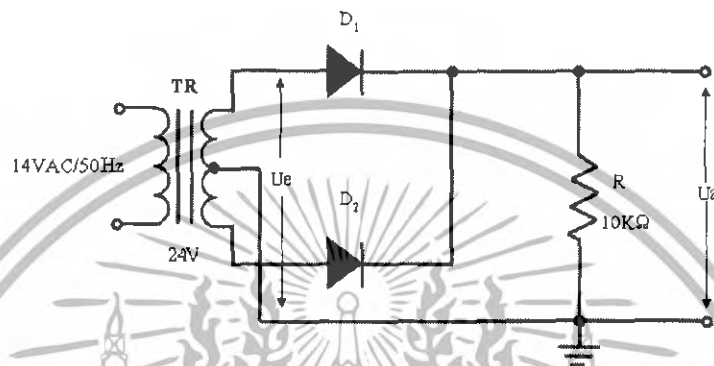
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น จะสามารถเรียงแรงดันไฟสลับให้ออกเอาต์พุตได้ทั้งช่วงบวกและช่วงลบของแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาที่อินพุตของวงจร โดยไม่มีส่วนใดของแรงดันไฟสลับถูกตัดทิ้งไป ลักษณะของวงจรจะใช้ไดโอด 2 ตัว ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟสลับเป็นสัญญาณไฟตรงโดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าแบบมีแท็บกลาง (Center Tap) ทำหน้าที่แบ่งเฟสให้เกิดการต่างเฟสกัน 180 องศา ระหว่างสัญญาณที่ออกจากส่วนบนและส่วนล่างของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงเพื่อให้ไดโอดทั้ง 2 ตัวสลับกันทำงาน ดังนั้นวงจรจึงสามารถจ่ายกระแสได้เรียบและสูงกว่าวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

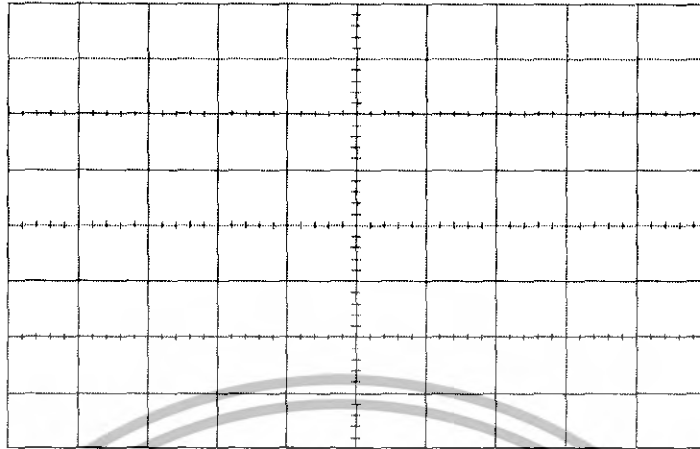
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 13.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือก Power Supply เลือก 3-phase supply ปรับแหล่งจ่าย 3-phase supply ให้ได้ขนาด 14VAC ที่ความถี่ 50Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนเป็นอินพุตให้วงจร



รูปที่ 13.1 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

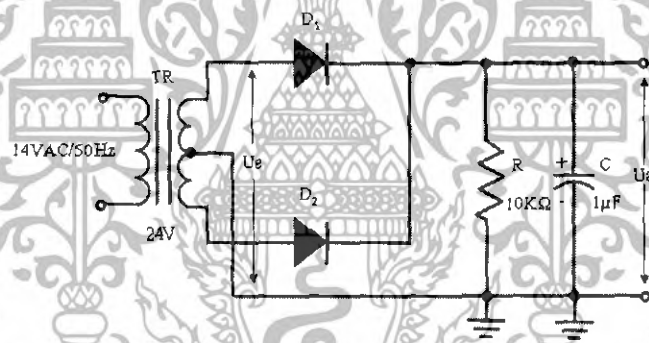
- 1.1 ใช้ Voltmultimeter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_e = \dots\dots\dots$ Vrms
- 1.2 ใช้ Voltmultimeter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_a = \dots\dots\dots$ Vrms
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimeter A และ B
3. ที่ทุลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 10 ms จากนั้นสังเกตที่ทุลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope
5. ที่ทุลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 13.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ต่อตัวเก็บประจุค่า $1\mu\text{F}$ ดังวงจรรูปที่ 13.2

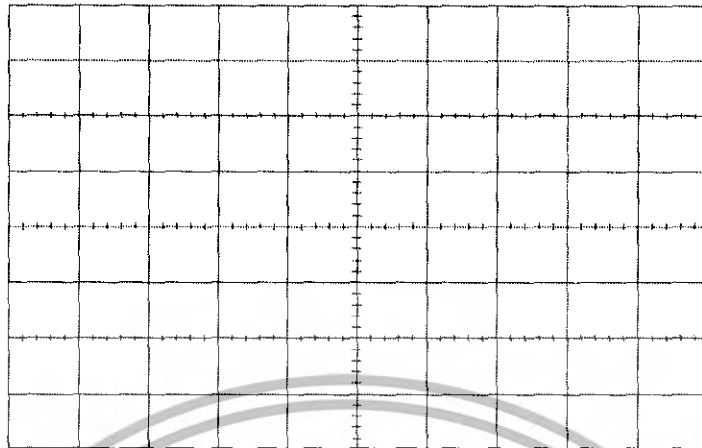


รูปที่ 13.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ $1\mu\text{F}$

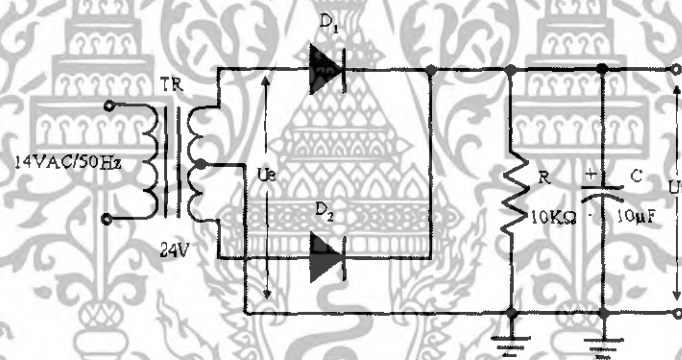
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางภาพที่ 13.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$ ดังรูปที่ 13.3

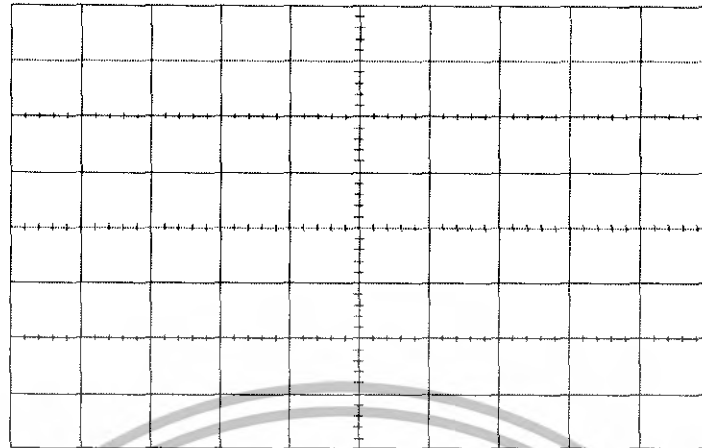


รูปที่ 13.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$

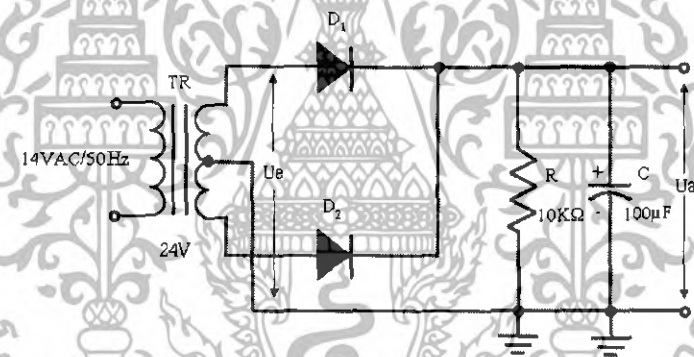
9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu\text{F}$ ดังรูปวงจรที่ 13.4

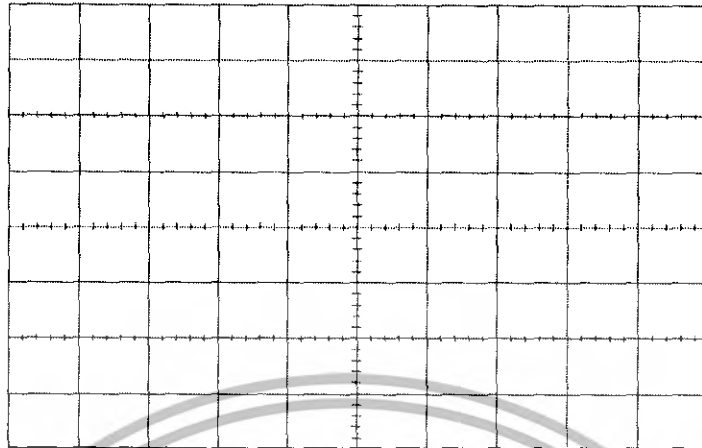


รูปที่ 13.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu\text{F}$

11. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13.4 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุที่ต่อเพิ่มเข้าในวงจรมีหน้าที่อย่างไร
2. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 13.2 และตารางที่ 13.4 มีผลแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด
3. ถ้าเปลี่ยนตัวเก็บประจุให้มีค่า 0.01μ เอด์พุทที่ได้จะลักษณะอย่างไร
4. อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 14

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ขณะต่อตัวเก็บประจุได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. แหล่งจ่ายไฟ 3-phase supply ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 6. Voltmultimeter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Voltmultimeter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 10. การ์ดทดลอง SO4103-7B TH | จำนวน 1 ชุด |
| 11. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

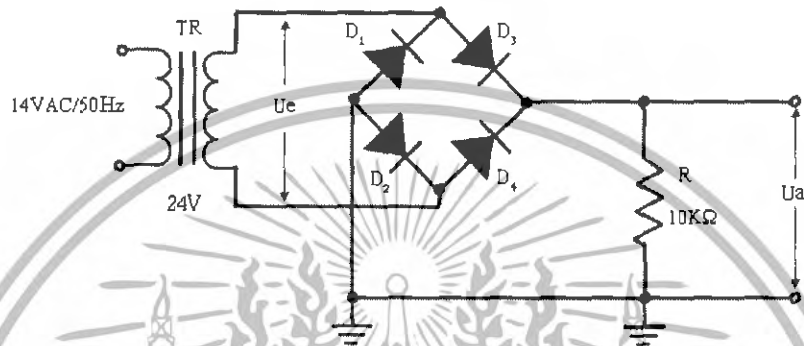
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีลักษณะเหมือนวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น เพราะแรงดันเอาท์พุทที่ได้เป็นแบบเต็มคลื่น ข้อแตกต่างระหว่างการเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์และแบบเต็มคลื่นธรรมดา ต่างกันตรงการต่อวงจรไดโอด แบบเต็มคลื่นจะใช้ไดโอด 2 ตัว แบบบริดจ์จะใช้ไดโอด 4 ตัว และหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ก็แตกต่างกัน แบบเต็มคลื่นธรรมดาใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง (Center Tap, CT) มี 3 ขั้ว แบบบริดจ์ใช้หม้อแปลง 2 ขั้วหรือ 3 ขั้วก็ได้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

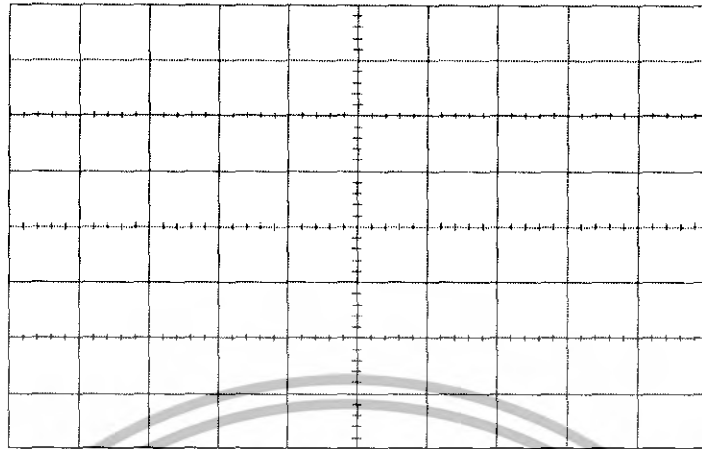
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 14.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือก Power Supply เลือก 3-phase supply ปรับแหล่งจ่าย 3-phase supply ให้ได้ขนาด 14VAC ที่ความถี่ 50Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนเป็นอินพุตให้วงจร



รูปที่ 14.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

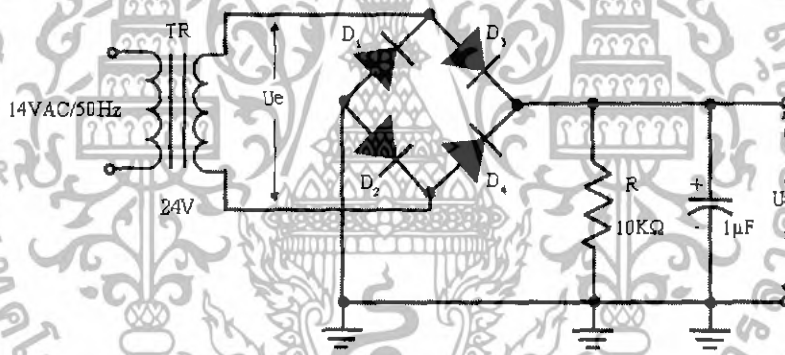
- 1.1 ใช้ Voltmultimeter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_e = \dots\dots\dots$ Vrms
- 1.2 ใช้ Voltmultimeter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน $U_a = \dots\dots\dots$ Vrms
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimeter A และ B
3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 10 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด
4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางภาพที่ 14.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่ภาพที่ 14.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

6. ต่อตัวเก็บประจุค่า $1\mu\text{F}$ ดังวงจรรูปที่ 14.2

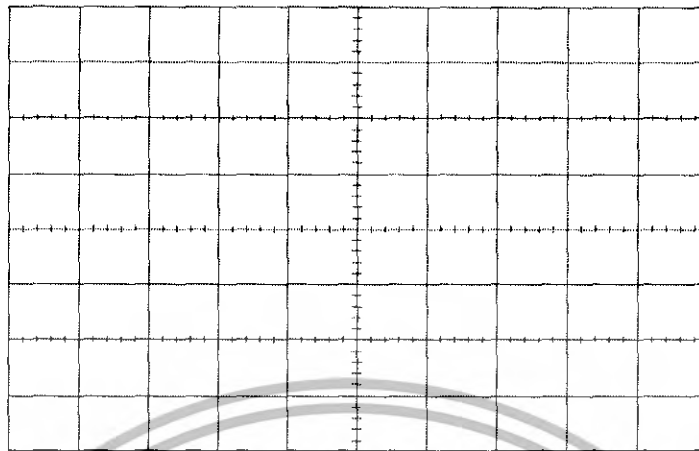


รูปที่ 14.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ $1\mu\text{F}$

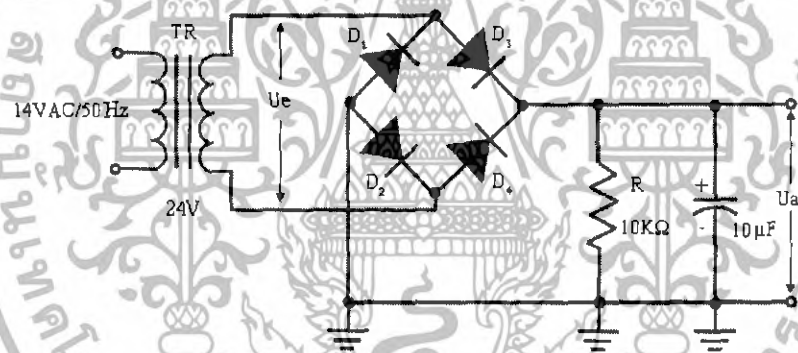
7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$ ดังรูปที่ 14.3

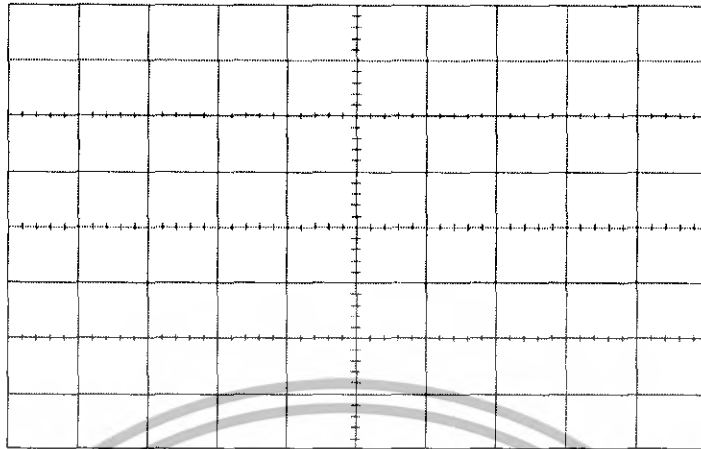


รูปที่ 14.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $10\mu\text{F}$

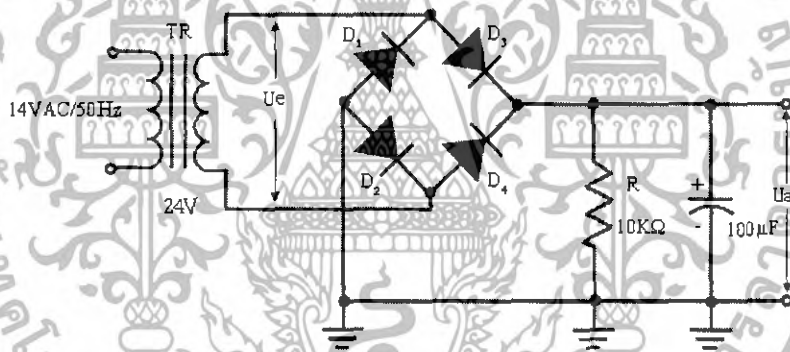
9. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.3 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu F$ ดังรูปวงจรที่ 14.4

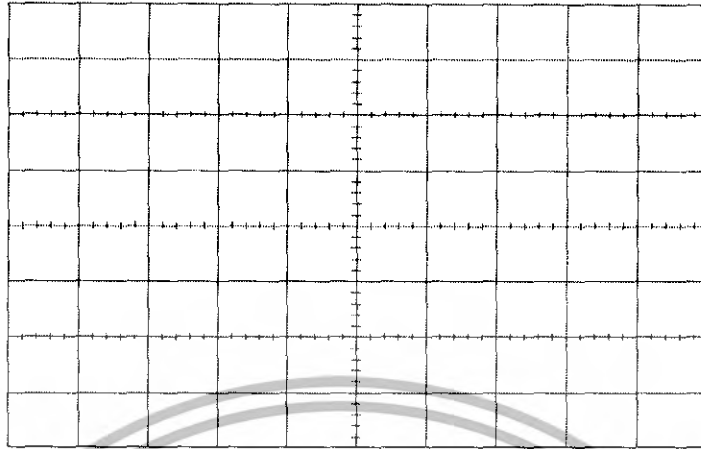


รูปที่ 14.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น $100\mu F$

11. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14.4 สัญลักษณ์อินพุท (Ue) และสัญลักษณ์เอาต์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุที่ต่อเพิ่มเข้าในวงจรมีหน้าที่อย่างไร
2. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 14.2 และตารางที่ 14.4 มีผลแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด
3. วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ แตกต่างจากวงรีแรงกระแสแบบเต็มคลื่นอย่างไร
4. อธิบายการทำงานของวงจรวอร์เรียมกระแสแบบบริดจ์
5. บอกถึงประโยชน์การนำวงจรวอร์เรียมกระแสไปใช้งานในด้านใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 15

วงจรรแอนด์เกต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรรแอนด์เกตได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของแอนด์เกตได้
4. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรรแอนด์เกตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Relays Operator Panel ในโปรแกรม Labsort | จำนวน 1 ชุด |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

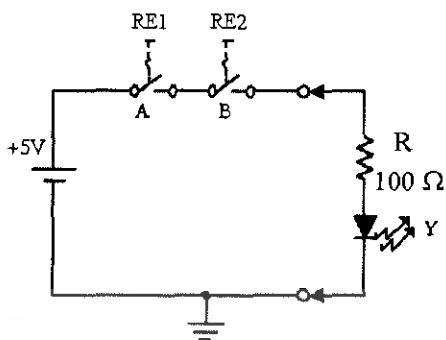
ลอจิกเกตเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่แทนตัวกระทำ ในวงจรดิจิทัล ซึ่งอาจสร้างมาจากสวิตช์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ โมสเฟต หรือทรานซิสเตอร์หลายๆ ตัวประกอบกันเป็นวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) ลอจิกเกตเบื้องต้นประกอบด้วย แอนด์เกต ออร์เกต อินเวอร์เตอร์หรือนอตเกต แนนด์เกต และนอร์เกต

แอนด์เกต (AND GATE) เป็นลอจิกเกตที่เอาต์พุตจะมีสภาวะเป็นลอจิก "1" เมื่ออินพุตทุกอินพุตมีสภาวะเป็นลอจิก "1" ถ้าอินพุตใดอินพุตหนึ่งมีสภาวะเป็นลอจิก "0" เอาต์พุตก็จะมีสภาวะเป็นลอจิก "0"

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 15.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือกใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15.1 วงจรแอนด์เกตที่สร้างจากสวิตช์

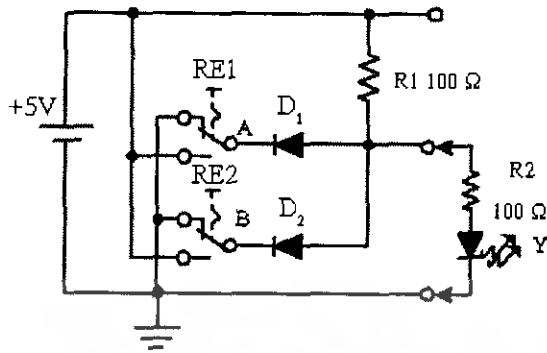
2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 15.1

ตารางที่ 15.1 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT	
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)	
OFF	OFF	ติด	ดับ
OFF	ON	ติด	ดับ
ON	OFF	ติด	ดับ
ON	ON	ติด	ดับ

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 15.2 โดยใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A,B ควบคุมการทำงาน ละป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15.2 วงจรแอนด์เกตที่สร้างจากไดโอด

4. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 15.2

ตารางที่ 15.2 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)
OFF	OFF	ติด ดับ
OFF	ON	ติด ดับ
ON	OFF	ติด ดับ
ON	ON	ติด ดับ

5. นำผลจากการทดลองจากตารางที่ 15.2 มาเขียนตารางความจริงลอจิกแอนด์เกต ในตารางที่ 15.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15.3 ตารางความจริงลอจิกแอนด์เกต

INPUT		OUTPUT
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรแอนด์เกต
2. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. จากวงจรที่ 15.1 และ 15.2 วงจรแอนด์เกตจะให้ไดโอดเปล่งแสงติดเมื่อสวิตช์มีสภาวะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 16

วงจรรอ์เกต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรรอ์เกตได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของออร์เกตได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของสถานะการทำงานของวงจรรอ์เกตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดสอบ SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Relays Operator Panel ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 ชุด |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

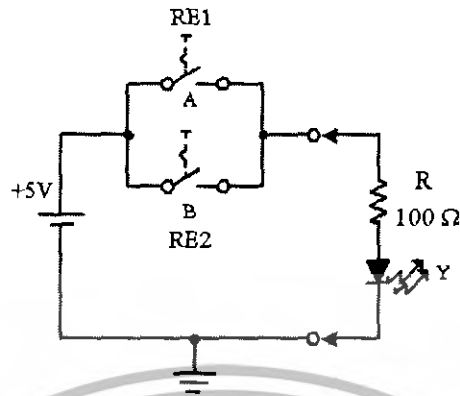
ทฤษฎีเบื้องต้น

ออร์เกต (OR GATE) เป็นลอจิกเกตที่เอาต์พุตจะมีสถานะเป็นลอจิก "1" เมื่ออินพุตใดอินพุตหนึ่ง หรือทุกอินพุตมีสถานะเป็นลอจิก "1" และเอาต์พุตของออร์เกตจะมีสถานะเป็นลอจิก "0" เมื่อทุกอินพุตมีสถานะเป็นลอจิก "0" เท่านั้น

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 16.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือกใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16.1 วงจรออร์เกตที่สร้างจากสวิตช์

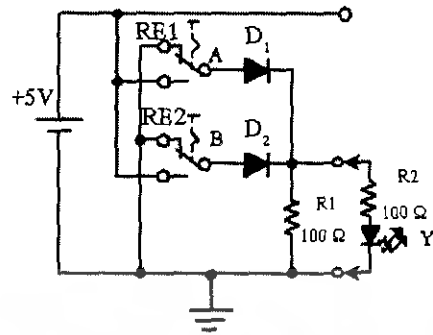
2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 16.1

ตารางที่ 16.1 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT	
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)	
OFF	OFF	ติด	ดับ
OFF	ON	ติด	ดับ
ON	OFF	ติด	ดับ
ON	ON	ติด	ดับ

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 16.2 โดยใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16.2 วงจรลอจิกที่สร้างจากไดโอด

4. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 16.2

ตารางที่ 16.2 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT	
A (RE1)	B (RE2)	ติด	ดับ
OFF	OFF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OFF	ON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ON	OFF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ON	ON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. นำผลจากการทดลองจากตารางที่ 16.2 มาเขียนตารางความจริงลอจิกออร์เกต ในตารางที่ 16.3

ตารางที่ 16.3 ตารางความจริงลอจิกออร์เกต

INPUT		OUTPUT
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรรอ์เกต
2. จากวงจรที่ 16.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น OFF ไดโอดเปล่งแสงมีสถานะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 16.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสถานะติดหรือดับ
4. จากวงจรที่ 16.1 และ 16.2 วงจรรอ์เกตจะให้ไดโอดเปล่งแสงดับเมื่อสวิตช์มีสถานะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 17

วงจรถอดเกต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรถอดเกตได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของนอตเกตได้
4. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรถอดเกตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Relays Operator Panel ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 ชุด |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

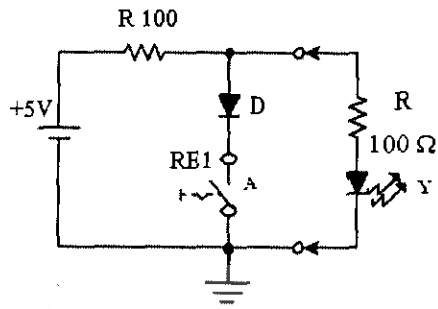
ทฤษฎีเบื้องต้น

นอตเกต (NOT GATE) เป็นลอจิกเกตที่เอาต์พุตมีสภาวะลอจิกตรงข้ามกับลอจิกอินพุต นั่นคือถ้าอินพุตเป็นลอจิก "0" จะได้ลอจิก "1" ที่เอาต์พุต และถ้าอินพุตเป็นลอจิก "1" ที่อินพุต ก็จะได้ลอจิก "0" ที่เอาต์พุต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 17.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือกใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17.1 วงจรนอตเกต

2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 17.1

ตารางที่ 17.1 บันทึกผลการทดลอง

INPUT	OUTPUT	
A (RE1)	Y (LED)	
OFF	ติด	ดับ
ON	ติด	ดับ

3. นำผลจากการทดลองจากตารางที่ 17.1 มาเขียนตารางความจริงลอจิกนอตเกต ในตารางที่ 17.2

ตารางที่ 16.3 ตารางความจริงลอจิกนอตเกต

INPUT	OUTPUT
A (RE1)	Y (LED)
0	
1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรงอตเกต
2. วงจรงอตเกตเป็นวงจรถอจิกที่มีขั้วอินพุตกี่ขั้ว
3. วงจรงอตเกตมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร
4. ถ้าสวิตช์ OFF ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
5. ถ้าสวิตช์ ON ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 18

วงจรแนนด์เกต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรแนนด์เกตได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของแนนด์เกตได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรแนนด์เกตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Relays Operator Panel ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 ชุด |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

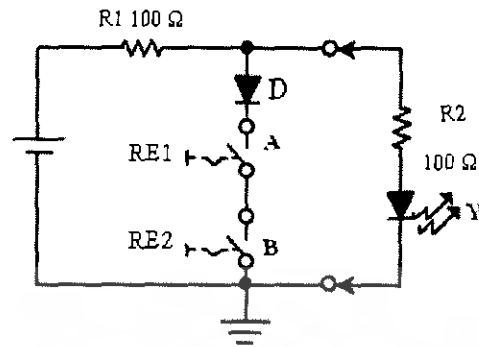
ทฤษฎีเบื้องต้น

แนนด์เกต (NAND GATE) เป็นลอจิกเกตที่เกิดจากการนำแอนด์เกตมาต่อกับอินเวอร์เตอร์เกต ดังนั้นคุณสมบัติทางลอจิกของแนนด์เกตจึงตรงกันข้ามกับลอจิกแอนด์เกต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 18.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือกใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18.1 วงจรแนนด์เกต

2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 18.1

ตารางที่ 18.1 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT	
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)	
OFF	OFF	ติด	ดับ
OFF	ON	ติด	ดับ
ON	OFF	ติด	ดับ
ON	ON	ติด	ดับ

3. นำผลจากการทดลองจากตารางที่ 18.1 มาเขียนตารางความจริงลอจิกแนนด์เกต ในตารางที่ 18.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18.2 ตารางความจริงลอจิกเหน็ดเกต

INPUT		OUTPUT
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรเหน็ดเกต
2. จากวงจรที่ 18.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 18.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. วงจรเหน็ดเกต กับวงจรแอนด์เกตต่างกันอย่างไร
5. จากตารางความจริงเอาต์พุตจะเป็น 0 ก็ต่อเมื่ออินพุต A กับ B มีสภาวะลอจิกอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 19

วงจรรนอร์เกต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรรนอร์เกตได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของนอร์เกตได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรรนอร์เกตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Relays Operator Panel โปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 ชุด |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

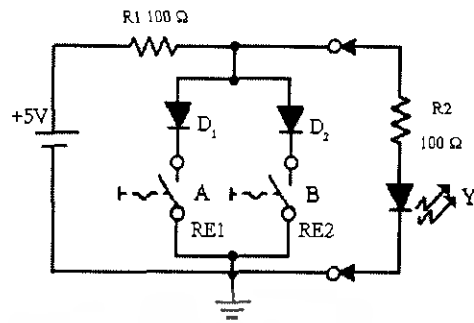
ทฤษฎีเบื้องต้น

นอร์เกต (NOR GATE) เป็นลอจิกเกตที่เกิดจากการเอาออร์เกตต่อกับอินเวอร์เตอร์เกต ดังนั้นคุณสมบัติทางลอจิกของนอร์เกตจึงตรงกันข้ามกับลอจิกออร์เกต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 19.1 โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูบาร์คลิก Instruments เลือกใช้ Relays Operator Panel RE1, RE2 เป็นสวิตช์ A, B ควบคุมการทำงาน และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19.1 วงจรนอร์เกต

2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 19.1

ตารางที่ 19.1 บันทึกผลการทดลอง

INPUT		OUTPUT	
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)	
OFF	OFF	ติด	ดับ
OFF	ON	ติด	ดับ
ON	OFF	ติด	ดับ
ON	ON	ติด	ดับ

3. นำผลจากการทดลองจากตารางที่ 19.1 มาเขียนตารางความจริงลอจิกนอร์เกต ในตารางที่ 19.2

ตารางที่ 19.2 ตารางความจริงลอจิกนอร์เกต

INPUT		OUTPUT
A (RE1)	B (RE2)	Y (LED)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรรอ์เกต
2. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสถานะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดเปล่งแสงมีสถานะติดหรือดับ
4. วงจรรอ์เกต กับวงจรรอ์เกตต่างกันอย่างไร
5. จากตารางความจริงเอาต์พุตจะเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออินพุต A กับ B มีสถานะลอจิกอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 20

วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7C_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

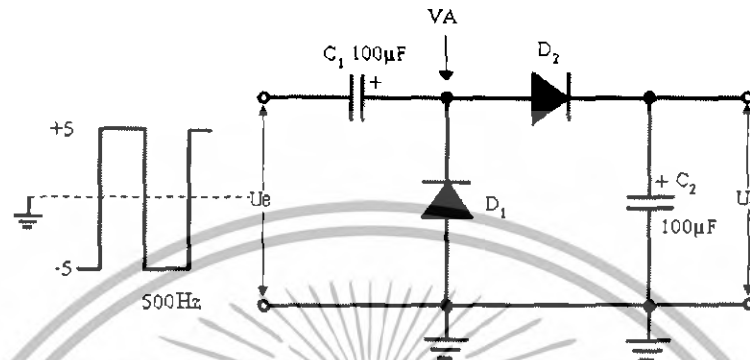
วงจรทวีแรงดัน (VOLTAGE MULTIPLIER) เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุ (C) และ ไดโอด (D) ต่อร่วมกัน ทำหน้าที่เพิ่มทวีแรงดันให้ออกเอาต์พุตได้สูงขึ้นไปกว่าแรงดันอินพุตที่ป้อนเข้ามา อาจจะ เป็น 2 เท่า, 3 เท่า, 4 เท่า เป็นต้น แรงดันที่ได้นี้จะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นตามค่าการทวีแรงดัน แต่จะจ่ายกระแสได้ต่ำ ดังนั้นวงจรที่จะนำวงจรทวีแรงดันไปใช้งานได้ จะเป็นวงจรที่กินกระแสต่ำ และต้องการแรงดันสูง โดยได้ คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันที่ได้มากที่สุด

หลักการการทำงานของวงจรทวีแรงดัน จะใช้ตัวเก็บประจุ (C) ทำหน้าที่ประจุและคายประจุในแต่ละครึ่ง ไซเคิลของแรงดันไฟสลับ และใช้ไดโอด (D) ทำหน้าที่เรกติไฟเออร์ป้อนผ่านแรงดันที่เรกติไฟเออร์แล้ว ไปจ่าย ให้ตัวเก็บประจุ (C) ประจุแรงดัน ผลลัพธ์ของแรงดันไฟตรงที่เอาต์พุต คือ ผลลัพธ์ของแรงดัน ที่ตกคร่อมตัว เก็บประจุ (C) ที่ต่อขนานออกเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 20.1



รูปที่ 20.1 วงจรทวิแรงดัน 2 เท้า

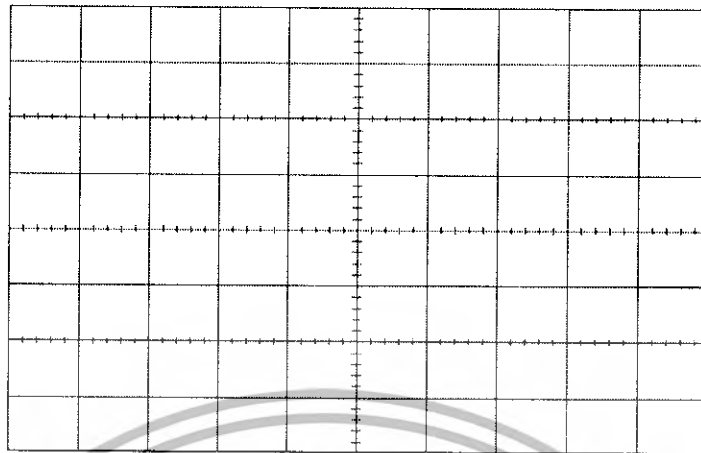
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. สังเกตที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ V_A แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

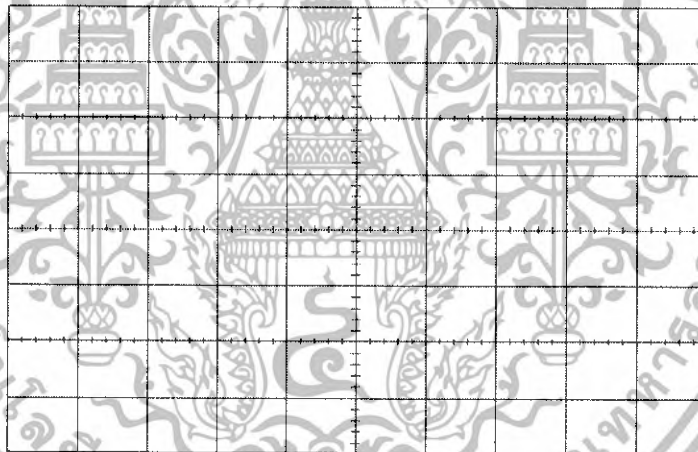
5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 20.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 20.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 20.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณวงจรรายกระดับ (V_A)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 20.2



กราฟที่ 20.2 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

7. ใช้ Volt meter A วัดแรงดัน U_e , V_A และ U_a โดยปรับย่าน AC RMS วัดที่จุด U_e และปรับย่าน DC RMS วัดที่จุด V_A และ U_a บันทึกลงในตาราง 20.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน U_e , V_A และ U_a

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด U_e	
แรงดันที่จุด V_A	
แรงดันที่จุด U_a	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุ C_1 ทำวงจรหน้าที่อะไร
2. แรงดันที่จุด V_A เป็นแรงดันที่ได้จากวงจรใด
3. ตัวเก็บประจุ C_2 ในวงจรทำหน้าที่อะไร
4. จากกราฟในรูปที่ 20.1 แรงดันที่จุด V_A มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 20.2 แรงดันที่จุด U_a มีขนาดเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 21

วงจรทวิแรงดัน 3 เท่า

วัตถุประสงค์

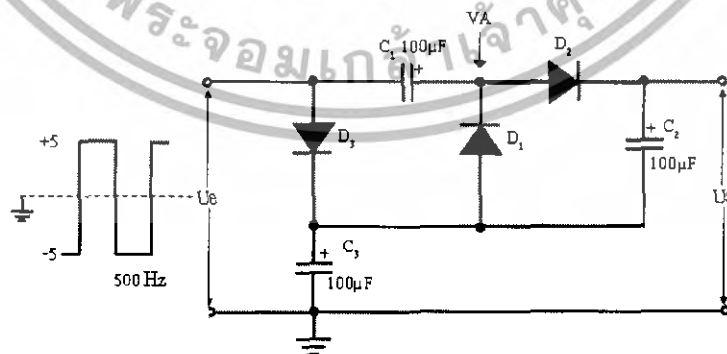
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวิแรงดัน 3 เท่าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรทวิแรงดัน 3 เท่าได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7C_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 21.1



รูปที่ 21.1 วงจรทวิแรงดัน 3 เท่า

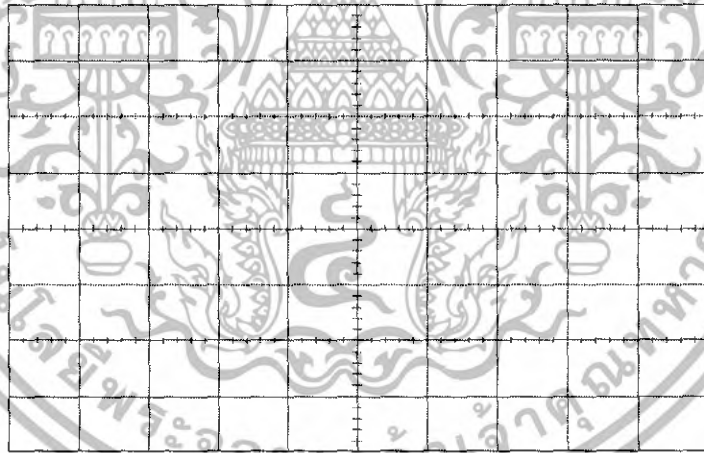
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+ , - 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

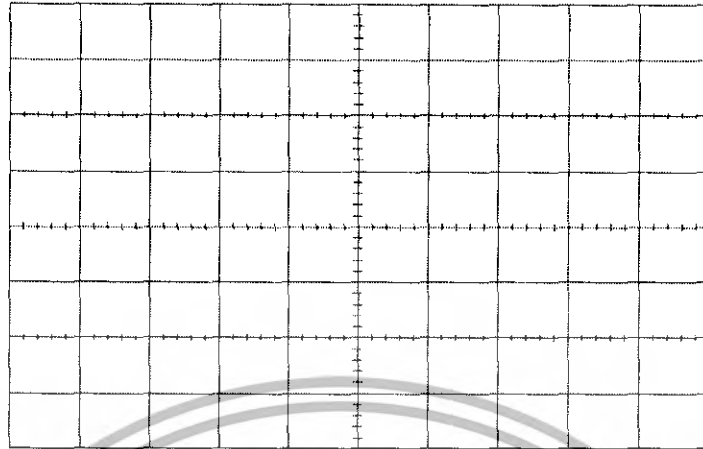
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 21.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 21.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 21.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณวงจรระดับ (U_a)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 21.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21.2 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

7. ใช้ Volt meter A วัดแรงดัน U_e , VA และ U_a โดยปรับย่าน AC RMS วัดที่จุด U_e และปรับย่าน DC RMS วัดที่จุด VA และ U_a บันทึกผลลงในตาราง 21.1

ตารางที่ 21.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน U_e , VA และ U_a

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด U_e	
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด U_a	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกข้อดีของวงจรวทวิแรงดัน
2. จงบอกข้อเสียของวงจรวทวิแรงดัน
3. วงจรวทวิแรงดันมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร
4. จากกราฟในรูปที่ 21.1 แรงดันที่จุด VA มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 21.2 แรงดันที่จุด Ua มีขนาดเท่าใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 22

วงจรทวิแรงดัน 4 เท้า

วัตถุประสงค์

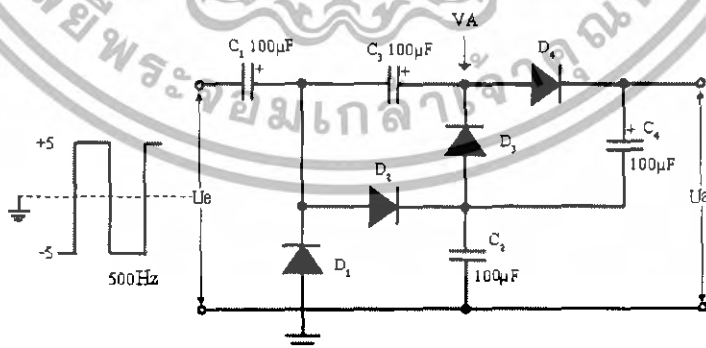
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวิแรงดัน 4 เท้าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรทวิแรงดัน 4 เท้าได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7C_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 9. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ลำดับขั้นตอนการทดลอง



1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 22.1



รูปที่ 22.1 วงจรทวิแรงดัน 4 เท้า

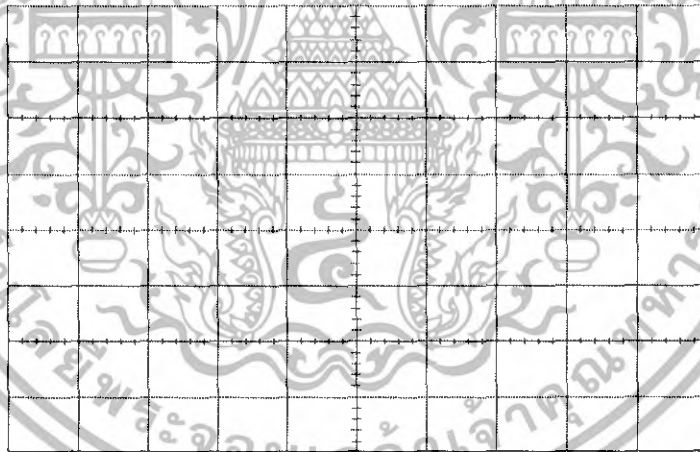
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

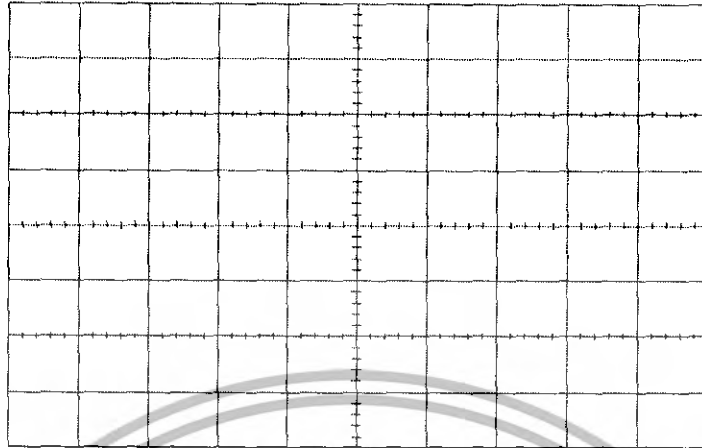
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 22.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 22.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 22.1 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณวงจรรายกระดับ (U_a)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 22.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22.2 สัญญาณอินพุท (U_e) และสัญญาณเอาต์พุท (U_a)

7. ใช้ Volt meter A วัดแรงดัน U_e , VA และ U_a โดยปรับย่าน AC RMS วัดที่จุด U_e และปรับย่าน DC RMS วัดที่จุด VA และ U_a บันทึกลงในตาราง 22.1

ตารางที่ 22.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน U_e , VA และ U_a

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด U_e	
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด U_a	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองใบงานที่ 21 กับ 22 ว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
2. วงจรทวิแรงดัน 2 เท่า กับวงจรทวิแรงดัน 4 เท่า ใช้ไดโอดและตัวเก็บประจุต่างกันกี่ตัว
3. วงจรทวิแรงดันนิยมนำไปใช้งานกับวงจรลักษณะใด
4. จากกราฟในรูปที่ 22.1 แรงดันที่จุด VA มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 22.2 แรงดันที่จุด Ua มีขนาดเท่าใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 23

การหาคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดแต่ละเบอร์ขณะไบอัสตรง และไบอัสกลับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรซีเนอร์ไดโอดไบอัสตรง และไบอัสกลับได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของซีเนอร์ไดโอดขณะไบอัสตรง และไบอัสกลับได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

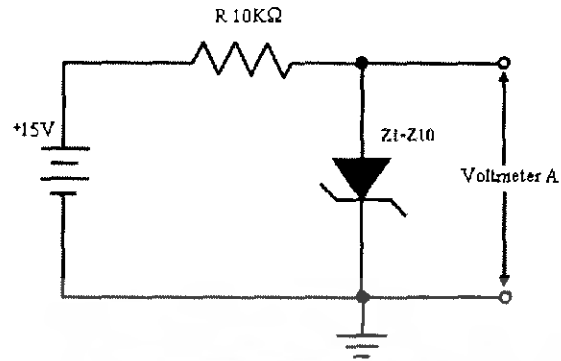
ทฤษฎีเบื้องต้น

การใช้งานของซีเนอร์ไดโอด จะนำไปใช้เป็นตัวกำหนดแรงดันให้คงที่ออกเอาต์พุตซึ่งแรงดันที่ส่งออกเอาต์พุตก็คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอด ขณะเป็นไบอัสกลับจะมีค่าแรงดันตกคร่อมตามค่าแรงดันซีเนอร์เบรคดาวน์ (VZ) ของซีเนอร์ไดโอดแต่ละตัวที่นำมาใช้งานวงจรใช้งานของซีเนอร์ไดโอด ในสภาวะปกติจะต่อเป็นวงจรขนานกับแหล่งจ่ายแบบไบอัสกลับ และมีตัวต้านทานต่ออันดับกับแหล่งจ่ายก่อนต่อขานานซีเนอร์ซีเนอร์ไดโอด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 23.1 โดยต่ออินพุทแหล่งจ่ายแรงดันให้ซีเนอร์ไดโอด +15V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23.1 วงจรซีเนอร์ไดโอดขณะไบอัสตรง

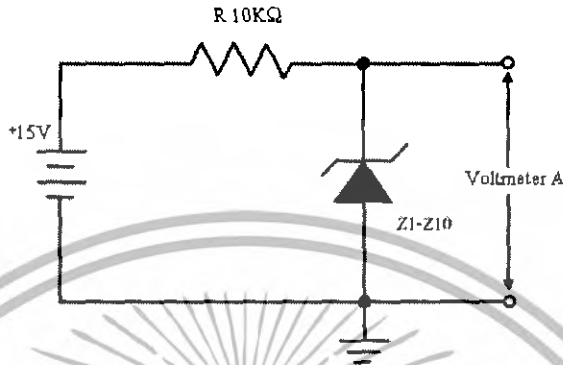
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A โดยปรับแต่งค่า Voltmeter A ที่ย่าน DC 20V ตำแหน่ง RMS วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 23.1

ตารางที่ 23.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันซีเนอร์ไดโอดแต่ละเบอร์ขณะต่อไบอัสตรง

ซีเนอร์ไดโอดเบอร์	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด ขณะต่อไบอัสตรง (V)
Z1 เบอร์ 1N4728A	
Z2 เบอร์ 1N4731A	
Z3 เบอร์ 1N4736A	
Z4 เบอร์ 1N4737A	
Z5 เบอร์ 1N4738A	
Z6 เบอร์ 1N4739A	
Z7 เบอร์ 1N4741A	
Z8 เบอร์ 1N4742A	
Z9 เบอร์ 1N4743A	
Z10 เบอร์ 1N4744A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 23.2 โดยการกลับขั้วไดโอด และต่อแหล่งจ่ายแรงดันให้ซีเนอร์ไดโอด +15V ให้วงจร



รูปที่ 23.2 ซีเนอร์ไดโอดขณะไปกลับ

4. ใช้ Voltmeter A โดยปรับแต่งค่า Voltmeter A ที่ย่าน DC 20V ตำแหน่ง RMS วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 23.2

ตารางที่ 23.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันซีเนอร์ไดโอดแต่ละเบอร์ขณะต่อไปกลับ

ซีเนอร์ไดโอดเบอร์	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด ขณะต่อไปกลับ (V)
Z1 เบอร์ 1N4728A	
Z2 เบอร์ 1N4731A	
Z3 เบอร์ 1N4736A	
Z4 เบอร์ 1N4737A	
Z5 เบอร์ 1N4738A	
Z6 เบอร์ 1N4739A	
Z7 เบอร์ 1N4741A	
Z8 เบอร์ 1N4742A	
Z9 เบอร์ 1N4743A	
Z10 เบอร์ 1N4744A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรที่ 23.1
2. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรที่ 23.2
3. จงเปรียบเทียบลักษณะการทำงานของซีเนอร์ไดโอด ในวงจรที่ 23.1 กับวงจรที่ 23.2
4. ถ้าจะนำเอาซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานจะใช้งานได้อย่างไร และใช้งานอะไรได้บ้าง อธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 24

วงจรรักษาแรงดันให้คงที่ด้วยซีเนอร์ไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอดได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

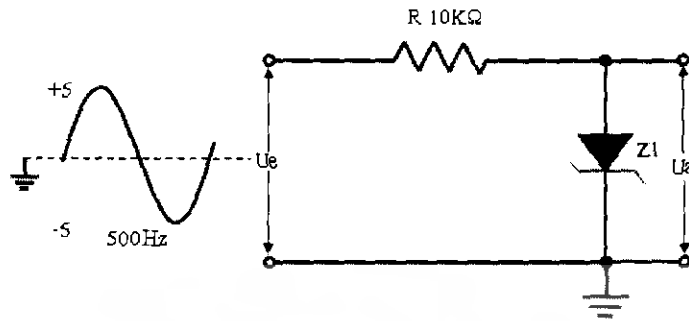
ทฤษฎีเบื้องต้น

การใช้งานซีเนอร์ไดโอด ซีเนอร์ไดโอดนำไปใช้งานหลายอย่างเช่น วงจรตัดสัญญาณ (Clipping Circuit) วงจรรักษาแรงดันให้คงที่ (Voltage Regulator Circuit) โดยเฉพาะในวงจรรักษาแรงดันให้คงที่ ในการต่อใช้งานทุกครั้งจะต้องมีความต้านทานต่ออนุกรมเสมอ เพื่อป้องกันกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอด (I_z) เกินค่าพิกัดซึ่งจะทำให้ชำรุดได้และตัวต้านทานที่ใช้จะต้องมีการคำนวณหาค่าความต้านทานที่เหมาะสมวงจรจึงจะทำงานได้ดี

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 24.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24.1 วงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอด

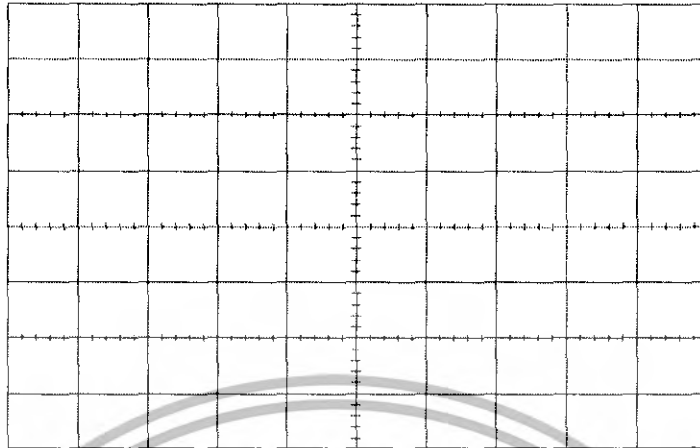
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+ , - 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

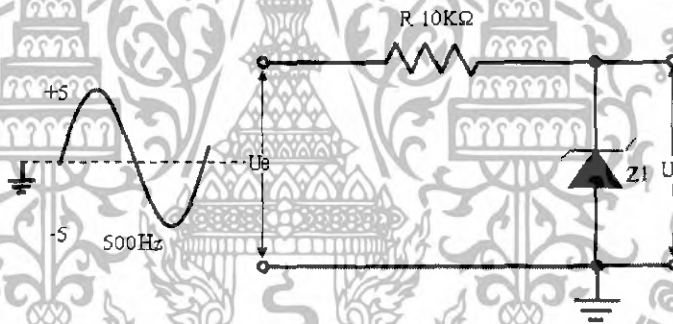
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 24.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 24.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 24.1 สัญญาณอินพุต (U_e) และสัญญาณเอาต์พุต (U_a)

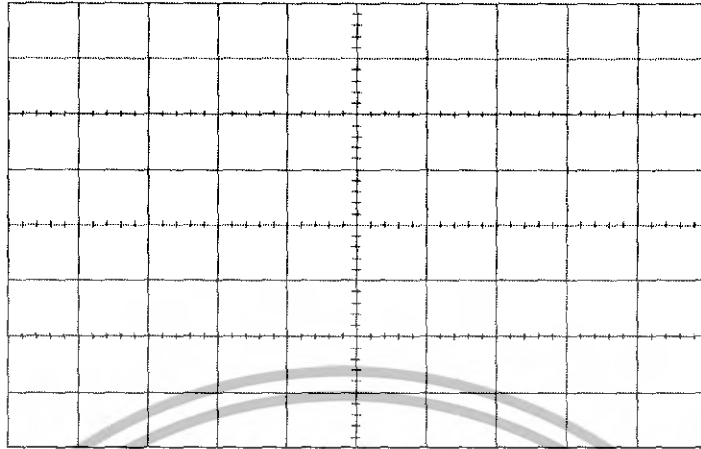
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 24.2 โดยให้กลั่นหัวซีเนอร์ไดโอด Z1



รูปที่ 24.2 วงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอด

7. วัดสัญญาณ U_e และสัญญาณ U_a บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 24.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 24.2 สัมพันธอินพุท (Ue) และสัมพันธเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรที่ 24.1
2. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรที่ 24.2
3. จงเปรียบเทียบวงจรตัดสัญญาณโดยใช้ไดโอดธรรมดา กับการใช้ซีเนอร์ไดโอด
4. นอกถึงประโยชน์การนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานอะไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 25

วงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับด้วยซีเนอร์ไดโอดได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

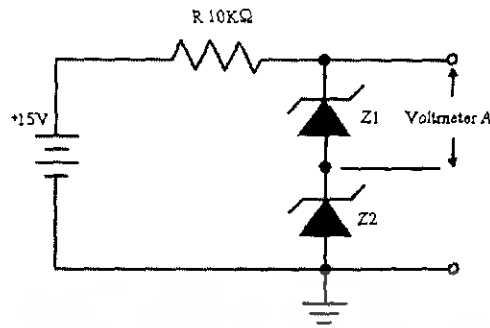
- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันหลายระดับ ถูกกำหนดค่าโดยซีเนอร์ไดโอด จากรูปที่ 25.1 จะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตได้ 3 ระดับ สิ่งสำคัญคือ แหล่งจ่ายแรงดันอินพุตให้กับวงจรจะต้องมีระดับแรงดันสูงกว่าค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดในวงจรรวมกัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 25.1



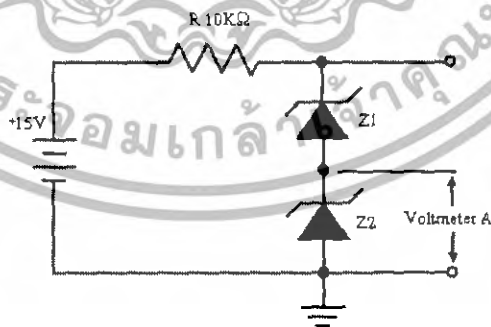
รูปที่ 25.1 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z1

2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A โดยปรับแต่งค่า Voltmeter A ที่ย่าน DC 20V ตำแหน่ง RMS วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 25.1

ตารางที่ 25.1 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z1

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z1	

3. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด ตามรูปที่ 25.2 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 25.2



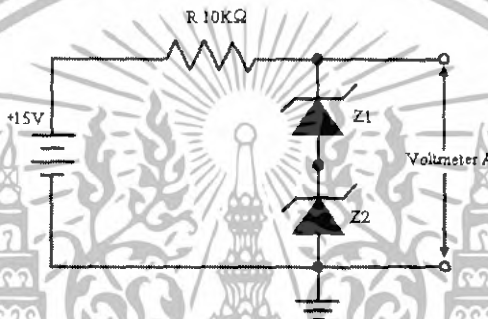
รูปที่ 25.2 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25.2 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z2

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z2	

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด ตามรูปที่ 25.3 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 25.3



รูปที่ 25.2 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z1 และ Z2

ตารางที่ 25.3 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z1 และ Z2

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z1 และ Z2	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 25.1 และตารางที่ 25.2 แตกต่างกัน
2. จากรูปที่ 25.1 จะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตได้ที่ระดับ
3. ถ้าต้องการจ่ายแรงดันออกเอาต์พุต 6 ระดับจะต้องทำอย่างไร
4. จากรูปที่ 25.1 ถ้าต่อซีเนอร์ไดโอดอนุกรมกัน 3 ตัววงจรนี้สามารถอ้างอิงแรงดันได้ที่ระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 26

วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอดได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

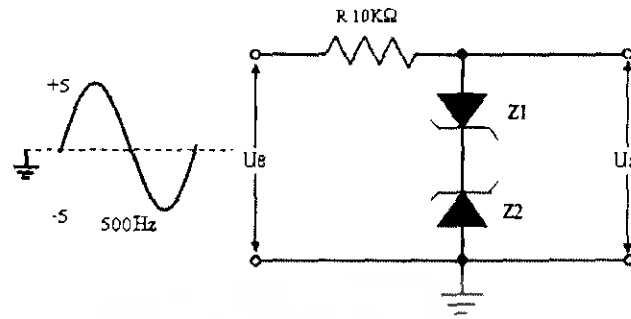
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด ซึ่งซีเนอร์ไดโอดทั้ง 2 ตัว จะทำหน้าที่เป็นทั้งซีเนอร์ไดโอด และไดโอดธรรมดา คือจะทำหน้าที่เป็นไดโอดธรรมดาในขณะที่ได้รับไบอัสตรง และจะทำหน้าที่เป็นซีเนอร์ไดโอดในขณะที่ได้รับไบอัสกลับ ซีเนอร์ไดโอดทั้ง 2 ตัว จะทำหน้าที่สลับกัน ตัวหนึ่งเป็นซีเนอร์ไดโอดอีกตัวหนึ่งจะเป็นไดโอดธรรมดา แรงดันของสัญญาณที่ถูกกำหนดออกเอาต์พุต จะขึ้นอยู่กับค่าซีเนอร์ไดโอดเบรคดาวน์ เป็นตัวกำหนดสัญญาณออกเอาต์พุต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 26.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26.1 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วง

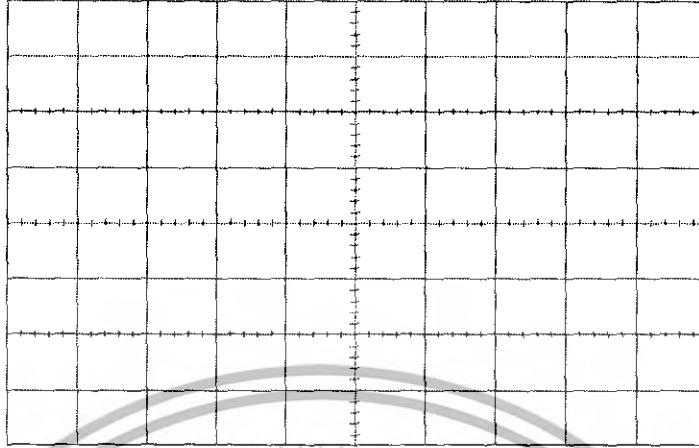
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด $+,- 5V_{p-p}$ ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุตให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ U_e และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ U_a แล้วตั้งค่า Time/div = 1 ms จากนั้นสังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Start/Stop measurement เพื่อแสดงสัญญาณที่ต้องการวัด

4. เมื่อได้รูปคลื่นที่ต้องการแล้วกดรูป  ปุ่ม Start/Stop measurement อีกครั้งเพื่อทำการหยุดสัญญาณ เลื่อนเมาส์ไปที่หน้าจอ Oscilloscope จากนั้นคลิกปุ่มขวาบนหน้าจอ Oscilloscope จะปรากฏคำสั่งให้ Copy ให้ทำการ Copy รูปคลื่นที่วัดได้จากหน้าจอ Oscilloscope

5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป  ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 26.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 26.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 26.1 สัญลักษณ์อินพุท (Ue) และสัญลักษณ์เอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด
2. ถ้ากลับขั้วซีเนอร์ไดโอดทั้งสองตัว จะมีผลอย่างไรต่อวงจร
3. จากวงจรรูปที่ 26.1 สามารถสร้างสัญญาณรูปคลื่นใด
4. จงบอกประโยชน์การนำเอาวงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 27

การต่อใช้งานไดโอดเปล่งแสงแต่ละสี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดเปล่งแสงได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายวงจรไดโอดเปล่งแสงได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

ไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode) เรียกย่อๆ ว่า LED คือ ไดโอดซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น อันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่างๆ ดันมารวมกัน ไดโอด ซึ่งสามารถให้แสงออกมาได้ทั้งชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำของเหลวก๊าซ ในที่นี้จะกล่าวถึงชนิดที่เป็นสารกึ่งตัวนำเท่านั้น

เมื่อ LED ได้รับความเสียบแอตตรงจะมีแรงดันตกคร่อม LED ประมาณ 2 โวลต์ ดังแสดง ซึ่งเป็นค่าแรงดันไบอัสตรงของ LED สีต่างๆ ที่กระแสไบอัสตรง 20 มิลลิแอมป์ และถ้า LED ได้รับความไบอัสกลับ ก็จะทำให้ปรากฏการณ์อะวาแลนซ์หรือซีเนอร์เช่นเดียวกับไดโอดชนิดอื่นๆ แต่ค่าแรงดันนั้นจะมีค่าน้อยกว่า โดยทั่วไปแล้ว LED จะทนแรงดันย้อนกลับได้สูงสุดประมาณ 3-5 โวลต์

คำแนะนำ

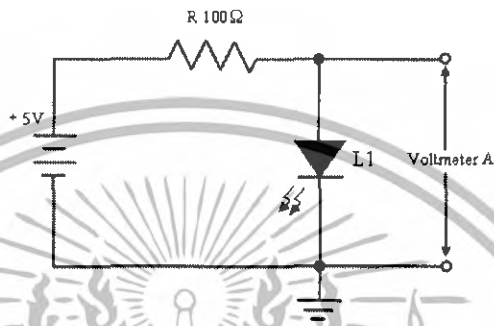
- L1 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีส้ม
- L2 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง
- L3 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L4 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีแดง

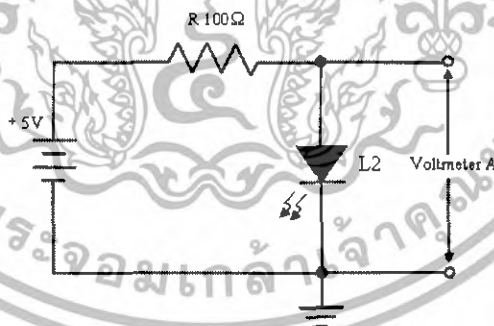
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.1 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีส้ม (L1)



รูปที่ 27.1 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงสีส้ม

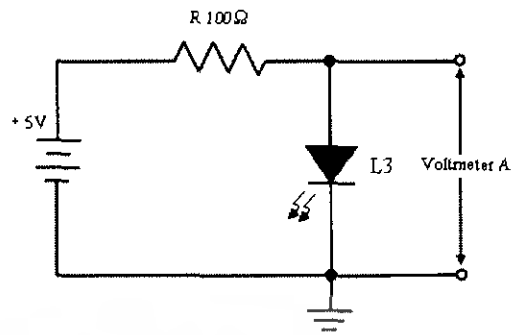
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสีส้ม (L1) บันทึกลงในตาราง 27.1
3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.2 โดยการเปลี่ยนไดโอดเปล่งแสงเป็นสีเหลือง (L2)



รูปที่ 27.2 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง

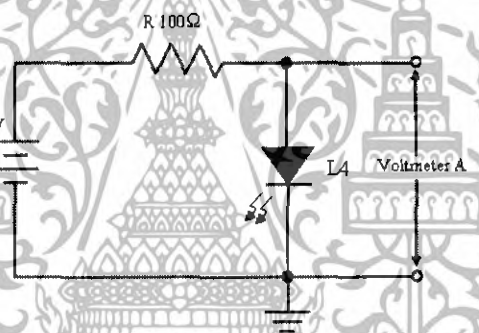
4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง (L2) บันทึกลงในตาราง 27.1
5. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.3 โดยการเปลี่ยนไดโอดเปล่งแสงเป็นสีเขียว (L3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27.3 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงสีเขียว

6. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสีเขียว (L3) บันทึกลงในตาราง 27.1
7. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.4 โดยการเปลี่ยนไดโอดเปล่งแสงเป็นสีแดง (L4)



รูปที่ 27.4 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงสีแดง

8. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสีแดง (L4) บันทึกลงในตาราง 27.1

ตาราง 27.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันไดโอดเปล่งแสงสีต่างๆ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ไดโอดเปล่งแสงสีส้ม (L1)	
ไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง (L2)	
ไดโอดเปล่งแสงสีเขียว (L3)	
ไดโอดเปล่งแสงสีแดง (L4)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ความต้านทาน R ในวงจรไดโอดแต่ละเบอร์ทำหน้าที่อะไร
2. จงอธิบายการทำงานของวงจรไดโอดเปล่งแสง พอเข้าใจ
3. บอกถึงประโยชน์การนำไดโอดเปล่งแสงไปใช้งานอะไรบ้าง
4. ไดโอดเปล่งแสงต่างกับไดโอดธรรมดาอย่างไร



ใบงานที่ 28

การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาต่อใช้งานร่วมกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวได้
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Volt meter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

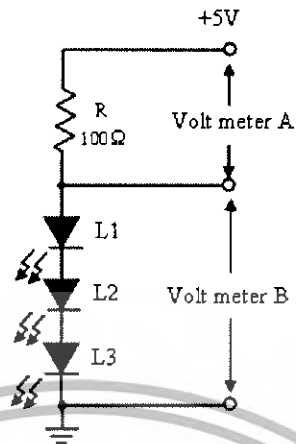
ทฤษฎีเบื้องต้น

ไดโอดเปล่งแสงสามารถนำมาใช้งานพร้อมกันในคราวเดียวหลายๆ ตัวได้โดยนำไดโอดเปล่งแสง มาต่ออนุกรมกัน และใช้แหล่งจ่ายแรงดันแหล่งเดียวในการไบอัสให้ไดโอดเปล่งแสง โดยแหล่งจ่ายแรงดันจะต้องมีแรงดันมากกว่าผลรวมของแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสง แต่ละตัว เพราะจะทำให้แหล่งจ่ายแรงดัน ไม่สามารถไบอัสให้ไดโอดเปล่งแสง ได้เพียงพอ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 28.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28.1 การนำไดโอดเปล่งแสงหลาย ๆ ตัวมาต่ออนุกรมกัน

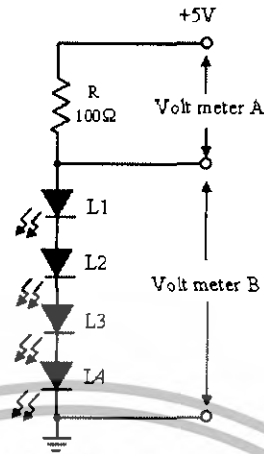
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 28.1

ตารางที่ 28.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันต่างๆ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวความต้านทาน R	
ไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 28.2 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพิ่มเข้ามาในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28.2 การนำไดโอดเปล่งแสงหลาย ๆ ตัวมาต่ออนุกรมกัน

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อม ไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกันอีกครั้ง บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 28.2

ตารางที่ 28.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันต่างๆ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวความต้านทาน R	
ไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าหลอดไดโอดเปล่งแสงตัวใดตัวหนึ่งขาดจะมีผลอย่างไรในวงจร อธิบายพอสังเขป
2. จงอธิบายวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวที่ต่อแบบอนุกรม พอเข้าใจ
3. จงเปรียบเทียบตารางที่ 28.1 กับ 28.2 ว่าค่าที่ได้ในตารางต่างกันอย่างไร
4. เพราะเหตุใดตัวความต้าน R ในวงจรขาดไดโอดเปล่งแสงจึงไม่สว่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 29

วงจรขับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรขับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกันได้
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรขับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกันได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

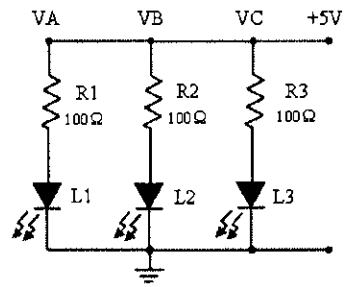
- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

ทฤษฎีเบื้องต้น

การนำ LED หลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กันอีกแบบหนึ่งก็คือ การนำวงจรพื้นฐานจาก รูปการทดลองใบงานที่ 29 มาต่อขนานกัน แต่การต่อ วงจรแบบนี้ค่อนข้าง จะกินกระแสมาก คือ เท่ากับผลรวมของกระแสที่จ่ายให้แก่ไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัว

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 29.1



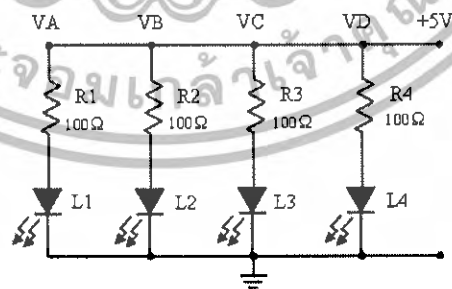
รูปที่ 29.1 วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC โดยวัดแรงดันตกคร่อมที่จุด VA, VB และ VC ตามลำดับ บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 29.1

ตารางที่ 29.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันที่จุด VA, VB และ VC

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด VB	
แรงดันที่จุด VC	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 29.2 โดยต่อดีโอดเปล่งแสงสีแดงเพิ่มเข้ามาในวงจร



รูปที่ 29.2 วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมที่จุด VA VB, VC และ VD ตามลำดับ บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 29.2

ตารางที่ 29.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันที่จุด VA, VB, VC และ VD

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด VB	
แรงดันที่จุด VC	
แรงดันที่จุด VD	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

- ถ้าหลอดไดโอดเปล่งแสงตัวใดตัวหนึ่งขาดจะมีผลอย่างไรในวงจร อธิบายพอสังเขป
- จงอธิบายวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวที่ต่อแบบอนุกรม พอเข้าใจ
- จงเปรียบเทียบตารางที่ 29.1 กับ 29.2 ว่าค่าที่ได้ในตารางต่างกันอย่างไร
- ถ้าตัวความต้าน R1 และ R3 ในวงจรขาด ไดโอดเปล่งแสงตัวใดติด และตัวใดดับ
- ถ้าตัวความต้าน R2 และ R4 ในวงจรขาด ไดโอดเปล่งแสงตัวใดติด และตัวใดดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 30

การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กัน อย่างไม่ถูกต้อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดเปล่งแสงที่ต่อใช้งานพร้อมๆ กันได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายวงจรไดโอดเปล่งแสงที่ต่อใช้งานพร้อมๆ กันได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Volt meter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

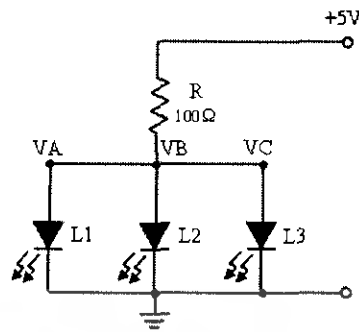
ทฤษฎีเบื้องต้น

การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กันอย่างไม่ถูกต้อง จากวงจรที่ 30.1 จะเห็นได้ว่า ไดโอดเปล่งแสงไม่มีทางที่จะทำงานพร้อมๆ กันได้ เพราะแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากัน ในกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถทำให้ไดโอดเปล่งแสงทุกตัวมีค่าแรงดันไบอัสตรงเท่ากันพอดีได้ ซึ่งจะทำให้มีไดโอดเปล่งแสงตัวใดตัวหนึ่งกินกระแสมากกว่าตัวอื่นๆ และทำให้ ไดโอดเปล่งแสงตัวที่เหลืออยู่ได้รับกระแสเพียงเล็กน้อยหรือ อาจไม่ได้รับกระแสเลยหากแรงดันไบอัสของไดโอดเปล่งแสงต่างกันมาก

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 30.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



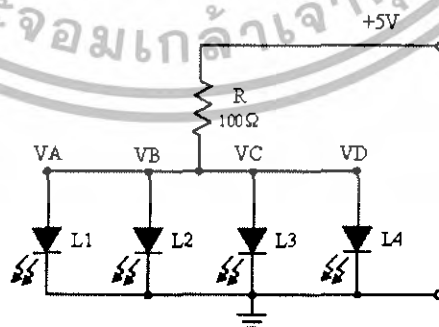
รูปที่ 30.1 วงจรการนำไดโอดเปล่งหลายๆ ตัวใช้งานพร้อมกัน

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันที่จุด VA, VB และ VC บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 30.1

ตารางที่ 30.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันที่จุด VA, VB และ VC

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด VB	
แรงดันที่จุด VC	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 30.2 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพิ่มเข้ามาในวงจร



รูปที่ 30.2 วงจรการนำไดโอดเปล่งหลายๆ ตัวใช้งานพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันที่จุด VA, VB, VC และ VD บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 30.2

ตารางที่ 30.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันที่จุด VA, VB, VC และ VD

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด VB	
แรงดันที่จุด VC	
แรงดันที่จุด VD	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าหลอดไดโอดเปล่งแสง L2 ขาดจะมีผลอย่างไรในวงจร
2. เพราะเหตุใด ไดโอดเปล่งแสงบางตัวสว่างมาก และบางตัวสว่างน้อย
3. จงเปรียบเทียบตารางที่ 30.1 กับ 30.2 ว่าค่าที่ได้ในตารางต่างกันอย่างไร
4. ถ้าตัวความต้าน R ในวงจรขาด จะมีผลอย่างไรไดโอดเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 31

วงจรโฟโตไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถประกอบวงจรโฟโตไดโอดได้
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรโฟโตไดโอดได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Volt meter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

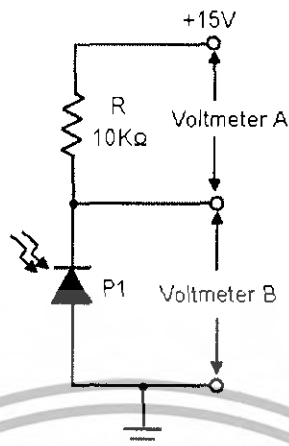
ทฤษฎีเบื้องต้น

โฟโตไดโอด หรือไดโอดทำงานด้วยแสง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่ค่าความต้านทานภายในตัวไดโอดเปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือน้อยลง ขึ้นอยู่กับแสงที่ส่องมากระทบตัวสารกึ่งตัวนำในไดโอดโฟโตไดโอดเป็นไดโอดที่เริ่มมีบทบาทในการนำมาใช้งานด้านอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นทุกขณะ เพราะขอความช่วยเหลือการใช้งานของอิเล็กทรอนิกส์ทางแสงเริ่มขยายวงในการใช้กว้างขวางขึ้น จนต้องมีการพัฒนา ค้นคว้า ทดลอง และปรับปรุง เพื่อแก้ไขให้อุปกรณ์ทางแสงมีประสิทธิภาพสูงสุด แสงถือว่าเป็นพลังงานแหล่งหนึ่ง เมื่อถูกส่งออกมาจะอยู่ในรูปที่เรียกว่าโฟตอน (Photons) จะมีระดับและทิศทางของความเร็วในการเดินทางของแสง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 31.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 31.1 การต่อวงจรไฟโอดีโอดขณะไม่มีแสงตกกระทบ

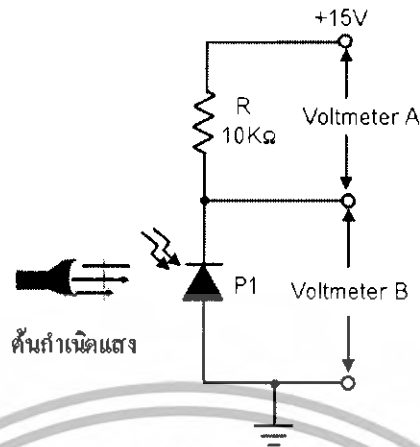
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 20V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไฟโอดีโอด และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 31.1

ตารางที่ 31.1 แรงดันตกคร่อมไฟโอดีโอด ขณะไม่มีแสงตกกระทบ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวต้านทาน R	
ไฟโอดีโอด P1	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 31.2 โดยต่อโอดีโอดเปล่งแสงสีแดงเพื่อเป็นต้นกำเนิดแสงให้กับไฟโอดีโอดดังรูป 31.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 31.2 การต่อวงจรโฟโต้ไดโอดขณะมีแสงตกกระทบ

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 31.2

ตารางที่ 31.2 แรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด ขณะมีแสงตกกระทบ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวต้านทาน R	
โฟโต้ไดโอด P1	

5. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 31.1 และ 31.2 มาใส่ลงในตารางที่ 31.3

ตารางที่ 31.3 เปรียบเทียบการทดลองคุณสมบัติของโฟโต้ไดโอด

ผลการทดลอง	แรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด (V)	แรงดันตกคร่อมความต้านทาน (V)
ขณะไม่มีแสงตกกระทบ		
ขณะมีแสงตกกระทบ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากตารางที่ 31.3 สามารถอธิบายได้อย่างไร
2. บอกถึงประโยชน์การนำโฟโต้ไดโอดไปใช้งานอะไร
3. โฟโต้ไดโอดต่างจากไดโอดธรรมดาอย่างไร
4. ค่าความต้านทานภายในโฟโต้ไดโอดจะมากขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 32

วงจรวารีแคปไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรวารีแคปไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรวารีแคปไดโอดได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Interface' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Experimenter' control elements and connections | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2A Interface | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ SO4203-2B Experimenter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5. การ์ดทดลอง SO4103-7A_TH | จำนวน 1 ชุด |
| 6. Volt meter A ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 7. Volt meter B ในโปรแกรม Labsoft | จำนวน 1 เครื่อง |
| 8. สายไฟต่อวงจร | จำนวน 1 ชุด |

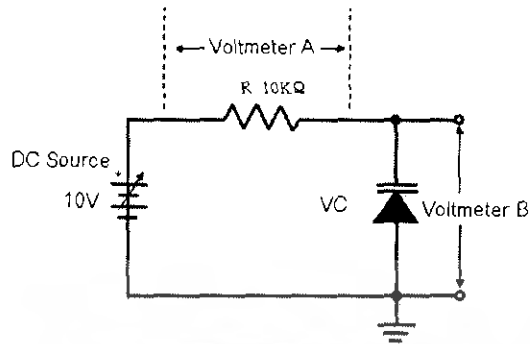
ทฤษฎีเบื้องต้น

วารีแคปไดโอดมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าวารีแคปเตอร์ไดโอด (Varactor Diode) เป็นไดโอดชนิดหนึ่งเหมือนไดโอดธรรมดา จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน 2 ตอน มีขาต่อใช้งาน 2 ขาคือขาแอนโนด (A) และขาแคโทด (K) เหมือนไดโอดธรรมดา แต่แตกต่างจากไดโอดธรรมดาตรงขบวนการผลิตและนำไปใช้งาน โดยวารีแคปจะนำไปใช้งานเป็นตัวเก็บประจุที่ปรับเปลี่ยนค่าได้ (Variable Capacitor) ซึ่งเป็นตัวเก็บประจุแบบอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 32.1 โดยต่อแหล่งจ่าย DC Source เป็นแรงดันที่ปรับค่าได้ตั้งแต่ -10 V ถึง +10 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32.1 การต่อวงจรวาริแคปไดโอด

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 20V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไฟไดโอด และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน
3. ให้ทำการปรับค่าแหล่งจ่าย DC Source ตั้งแต่ 0 ถึง +10 V และ 0 ถึง -10 V และให้สังเกตค่าแรงดันที่ Voltmeter A และ B บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 32.1

ตารางที่ 32.1 เปรียบเทียบการทำงานของวาริแคปไดโอด

ผลการทดลอง	แรงดันตกคร่อมวาริแคปไดโอด (V)	แรงดันตกคร่อมความต้านทาน (V)
ขณะ DC SOURCE มีค่าเท่ากับ 10Volt		
ขณะ DC SOURCE มีค่าเท่ากับ -10Volt		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากตารางที่ 32.1 สามารถอธิบายได้อย่างไร
2. บอกถึงประโยชน์การนำวารีเคปโอดไปใช้งานอะไรบ้าง
3. วารีเคปโอดแตกต่างจากไดโอดธรรมดาอย่างไร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ญ
ตัวอย่างแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 กฎมาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน						
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน						
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน						
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน						
5. ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับใบงาน						
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้						
7. ชุดทดลองนี้มีความน่าสนใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้						
8. การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดทดลองมีความเหมาะสม						
9. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ						
10. ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รูปที่ ๑.1 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

รูปที่ ๑๖.1 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวิจจรวดโคโธดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
 กฎนาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน						
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน						
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง						
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจน และเข้าใจง่าย						
6. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
7. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนอง ของผู้ทดลอง						
8. แบบฝึกหัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมที่ตั้งขึ้น						
9. ใบงานการทดลองมีลักษณะรุนแรงและน่าสนใจเหมาะ สำหรับการเรียนรู้						
10. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้ จริง						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

รูปที่ ๑๒ ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

รูปที่ ๑๒.๒ (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายปรัชญา โอชาพงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	9 เมษายน พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	70 หมู่ 7 ตำบลปากแพรก อำเภอปากแพ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-3791-2680
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดหอยกัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากแพ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อ-สกุล

นายสรศักดิ์ ธรรมวงษ์ษา

วัน เดือน ปีเกิด

27 พฤษภาคม พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา

31/185 หมู่ 3 ซ.ลาซาล 33 แขวงบางนา เขตบางนา
กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-5161-5821

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียนสุเหร่าบึงหนองบอล

มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนศรีพยุหยา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เทคโนโลยีกรุงเทพ จังหวัดกรุงเทพฯ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

ปริญญาตรี

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์

เมินอดีต ทำปัจจุบัน มุ่งอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชื่อ-สกุล

นายอาทิตย์ เจ๊ะสเม

วัน เดือน ปีเกิด

7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา

52 ถนนสายบุรี ตำบลตะลูน อำเภอสายบุรี

จังหวัดปัตตานี 94110

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-7926-0774

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียนเทศบาลบ้านตะลูน จังหวัดปัตตานี

มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสายบุรีแจ้งประชาคาร จังหวัดปัตตานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา

ปริญญาตรี

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานที่ได้รับรางวัล

ได้รับรางวัลชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ปี 48

ความสนใจพิเศษ

งานด้านออกแบบ และการนำเสนอ

คติพจน์

ผู้ทรงกรุณาปรานี ผู้ทรงเมตตาเสมอ

ทำไม่ได้หรือไม่ได้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้