ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments

ชื่อนักศึกษา 1. นายปรัชญา โอชาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503

2. นายสรศักดิ์ ธรรมวงษ์ษา รหัสประจำตัว 48035522

3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสแม รหัสประจำตัว 48035530

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.โกศล ดราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.โกศล ดราชู	
2. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
3. ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี	
4. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
5. อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 8 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน มี.ค. พ.ศ. 50

<BT492162>

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

Diode Circuits Training Set for Virtual Instruments

นายปรัชญา โอชาพงศ์
นายสรศักดิ์ ธรรมวงษ์ษา
นายอาทิตย์ เจ๊ะสแม

เลขหมู่.....
75183
ปีที่ 24 ต.ค. 2550
วัน,เดือน,ปี.....

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	
นักศึกษา	นายปรัชญา	โอชาพงศ์
	นายสรศักดิ์	ธรรมวงษ์ษา
	นายอาทิตย์	เจ๊ะสแม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

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

(1) การ์ด SO4103-7A_TH ประกอบด้วย วงจรตัดสัญญาณ วงจรยกระดับ วงจรไดโอดลอจิกเกต วงจรดิฟเฟอร์เรนติเอเตอร์ วงจรซีเนอร์ไดโอด วงจรไดโอดแปล่งแสง วงจรโฟโต้ไดโอด วงจรวาริแคปไดโอด

(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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลาง และเจ้าหน้าที่ห้องปริญญานิพนธ์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่สำคัญควรแก่การระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่เป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจเมื่อยามรู้สึกท้อแท้ ให้กลับรู้สึกดีขึ้นอีกครั้ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน	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 ระบุคุณสมบัติให้อีลิเมนต์ด้วยแอตทริบิวต์ (XML Attributes)	11
2.2.4 การนำเอกสาร XML มาแสดงผล	12
2.3 ชุดทดลอง	17
2.3.1 อนาลอกอิน	17
2.3.2 อนาลอกเอาท์	18
2.3.3 รีเลย์	18
2.3.4 แหล่งจ่ายไฟ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 การทดลองการทำงานของแผงวงจรการทดลอง	26
4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรไดโอด	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ญ ตัวอย่างแบบประเมิน	261
ประวัติผู้แต่ง	266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของโครงสร้างต้นไม้	5
2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ	6
2.3 ตัวอย่างการใช้แอ็ตทริบิวต์ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ	6
2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลิเมนต์	8
2.5 การเขียนเนื้อหาในอีลิเมนต์ด้วย XML	8
2.6 อีลิเมนต์ 1 คู่แท็ก	9
2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ	10
2.8 การเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างอีลิเมนต์	11
2.9 ตัวอย่างการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ขัดกับประโยชน์	12
2.10 การแสดงผลลัพธ์โดยการใช้ CSS	13
2.10 (ต่อ) การแสดงผลลัพธ์โดยการใช้ CSS	14
2.11 การเพิ่มบรรทัดเข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อให้นำเอาไฟล์ 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 ชุดทดลอง	17
2.16 อนาลอกอินทั้งชุด A และ B	17
2.17 อนาลอกเอาท์	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ตัวย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	264
ญ.2 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันในด้านการเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์นั้น สิ่งที่สำคัญคือการทดลองเพื่อให้รู้คุณสมบัติของอุปกรณ์ แต่เนื่องด้วยการขาดอุปกรณ์ในการทดลองและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุดทดลองไดโอด เพื่อให้นักเรียนสามารถได้เข้าใจคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด ไดโอด

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

คณะผู้จัดทำได้สร้างชุดฝึกปฏิบัติไดโอดเสมือนจริง ขึ้นมาเพื่อให้ผู้ที่สนใจศึกษาการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ เช่น ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริเคปไดโอด ซึ่งจะมีลักษณะเป็นใบงานการทดลองไดโอดชนิดต่างๆ โดยคณะผู้จัดทำได้ออกแบบการเรียนรู้ในแต่ละใบงานอย่างเป็นระบบซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นถึงการนำไปใช้งานจริงโดยจะเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อผ่านการเรียนและทำการทดลองตามแบบฝึกหัดในโครงงานนี้แล้ว ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของไดโอดชนิดต่างๆ จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้โดยชุดทดลองนี้จะผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับผลการประเมินดีขึ้นไป

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

1.4.1 ทดลองการทำงานของไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริเคปไดโอด ทั้งหมด 20 ใบงาน

1.4.2 แสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและกราฟได้

1.4.3 จัดเก็บใบงานการทดลองในแฟ้มข้อมูลแยกเป็นรายกลุ่มได้

1.4.4 วงจรไดโอดมีลักษณะเป็นแผงวงจรใช้ร่วมกับชุดทดลองเครื่องมือวัดเสมือนจริงและโปรแกรม Lab soft

1.4.5 สามารถเพิ่มใบงานที่ใช้ร่วมกับแผงวงจรไดโอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานระยะแรกจะต้องเริ่มต้นออกแบบใบงานด้านซอฟต์แวร์โดยการทดลองการทำงานของไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด วาริเคปไดโอด ทั้งหมด 20 ใบงาน หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบโครงงานเพื่อปรับปรุงและแก้ไขทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อให้ได้ตามขีดความสามารถที่ต้องการ โดยขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นระยะๆ เมื่อทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินก่อน

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานด้วยโปรแกรม XML

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของใบงานการทดลองและแผงวงจรทดลอง

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง โดยแสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง รายการรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก ช รายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ซ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ฌ ใบงาน

ภาคผนวก ญ ตัวอย่างแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานโดยประกอบด้วย 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 ที่สามารถนิยามภาษาอื่นได้เช่นกันตัวอย่างของภาษาหนึ่งที่เริ่มนิยามแพร่หลายกันแล้วมีต้นกำเนิดมาจาก XML ก็คือ WML (Wireless Markup Language) ที่ใช้ในการแสดงข้อความบนโทรศัพท์มือถือระบบแว็พ (WAP - Wireless Application Protocol) นั่นเอง

2.2.1 ความเป็นมาของ XML

ในความเป็นจริงแล้วเรื่องการวางมาตรฐานของการทำเอกสารนั้นเป็นเรื่องที่มีการคิดค้น และพัฒนากันมานานแล้ว โดยองค์กร W3C (World Wide Web Consortium) ซึ่งเป็นองค์กรมีสมาชิกเป็นคนในแวดวงไอทีและบริษัทไอทีชั้นนำหลายแห่ง 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 แต่คนที่จะใช้งานได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษาภาษา SGML อย่างลึกซึ้งจึงจะสามารถนำไปใช้งานจริงได้ ประกอบกับรายละเอียดของภาษา SGML มีอยู่มากมายและขอบเขตการใช้งานก็ค่อนข้างกว้าง ทำให้คนที่จะนำ SGML มาใช้จะต้องเสียเวลาในการศึกษานานพอสมควร ผลลัพธ์ที่ตามมาก็คือ แม้ว่า SGML จะดีสักเพียงใดแต่ก็เข้าถึงได้อยาก

ในที่สุดเมื่อได้เล็งเห็นถึงภาษา HTML และในส่วนตัวของ SGML นั้นก็มีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะนำมาใช้งานได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงได้มีการสร้างซับเซ็ตของ SGML ขึ้นมาในปี 1996 โดยมุ่งเน้นไปที่แอพพลิเคชันบนเว็บซึ่งก็คือ XML นั่นเอง โดยมี XML Working Group เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจอน โบแสค (Jon Bosak) แห่งซันไมโครซิสเต็มส์เป็นประธาน และแล้วในเดือนกุมภาพันธ์ปี 1998 XML ก็ได้กลายมาเป็นมาตรฐานที่ W3C ประกาศออกมาอย่างเต็มตัว ปัจจุบัน XML อยู่ในเวอร์ชันที่ 1.0 เอดิชันที่ 2 ผู้ที่สนใจประวัตินอกเหนือจากนี้สามารถเข้าไปอ่านได้โดยตรงที่เว็บไซต์ของ W3C คือ http://www.w3.org/XML/

2.2.2 กฎเกณฑ์และการใช้ XML

เอกสาร XML ก่อนที่จะนำไปใช้ได้นั้นจำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า "Parsing" ก่อนโดยกระบวนการพาร์สซิง (Parsing) หรือการพาร์ส (Parse) เอกสารนั้นก็คือการที่ทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจถึงโครงสร้างและองค์ประกอบต่างๆ ของเอกสาร และส่วนที่รับผิดชอบในการพาร์สเอกสารเราจะเรียกว่า "พาร์สเซอร์" (Parser)

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

สำหรับผู้ที่เคยเขียนโค้ดภาษา HTML มาก่อนจะรู้ดีว่าในเอกสาร HTML นั้นแทบไม่มีกฎเกณฑ์อะไรบังคับมากนัก เพียงแค่เอกสารเปล่าๆ แล้วจัดเก็บ (save) ให้มีส่วนขยายของไฟล์เป็น .html ก็จะถือว่าเอกสารนั้นเป็นไฟล์ HTML แล้ว แต่สำหรับ XML จะทำเช่นนั้นไม่ได้ ข้อกำหนดแรกของการเป็นเอกสาร XML ก็คือที่หัวของเอกสารจะต้องมีการระบุว่าเอกสารนั้นๆ เป็นเอกสาร XML โดยมีรูปแบบการกำหนดเบื้องต้นดังนี้

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

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการกำหนดส่วนหัวของเอกสาร XML แบบที่เป็นพื้นฐานที่สุด ซึ่งเราจะต้องใช้รูปแบบดังกล่าวอย่างเคร่งครัด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของตัวอักษรก็ต้องเป็นตัวพิมพ์เล็ก ค่าของแอตทริบิวต์คือ 1.0 ก็ต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายคำพูด หรือแม้แต่ช่องว่างต่างๆ ก็ห้ามผิดเพี้ยนยกตัวอย่างเช่น

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

ตัวอย่างข้างต้นพาร์สเซอร์จะถือว่าเป็นเอกสาร XML ที่ไม่ถูกต้องเพราะมีช่องว่างระหว่าง "?" และ XML กล่าวคือจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด XML อย่างเคร่งครัดตั้งแต่บรรทัดแรกจนถึงบรรทัดสุดท้ายของเอกสาร ไม่เช่นนั้นจะถือว่าเอกสาร XML ที่มีความผิดพลาดซึ่งอาจไม่สามารถนำไปประมวลผลได้ เช่น เว็บบราวเซอร์จะไม่ยอมให้นำเอกสารดังกล่าวไปแสดงผลเว็บบราวเซอร์ เป็นต้น

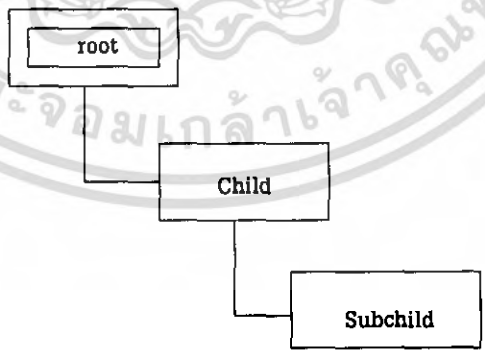
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XML จะมีลักษณะของการจัดการข้อมูลด้วยการใช้อีลิเมนต์ (element) กำกับในลักษณะเดียวกันกับที่ใช้ในภาษา HTML โดยใช้แท็ก (tag) ในการตั้งชื่อให้อีลิเมนต์ต่างๆ นั่นคือจะมีแท็กเปิดและแท็กปิดครอบข้อมูลที่ต้องการเอาไว้ โดยที่แท็กนอกสุดจะเป็นรากของเอกสาร (root element) แท็กตัวถัดมาจะเป็นลูก (child) ของราก ซึ่งแท็กอื่นๆ ก็จะใช้หลักการเช่นเดียวกันคือสามารถแตกเป็นแท็กลูกเพิ่มได้เรื่อยไม่มีขีดจำกัด แต่ประเด็นที่สำคัญคือแท็กทั้งหมดจะต้องมีการจัดโครงสร้างซ้อนทับ (nesting) ให้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ที่ XML ตั้งเอาไว้ สำหรับเรื่องของกฎการซ้อนทับและกฎเกณฑ์อื่นๆ นั้นจะได้มาชี้แจงเป็นข้อๆ ในลำดับต่อไป ก่อนอื่นลองพิจารณาตัวอย่างโครงสร้างง่ายๆ ของการใช้อีลิเมนต์ดังต่อไปนี้

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

จากตัวอย่างข้างต้น (ขอละเว้นไม่กำหนดในส่วนหัวของเอกสาร) จะมีทั้งหมด 3 อีลิเมนต์คือ root, child, และ subchild โดยที่ root คืออีลิเมนต์ที่เป็นอีลิเมนต์ที่อยู่นอกสุดหรือรากของเอกสาร มีอีลิเมนต์ child เป็นลูก และในขณะเดียวกัน child ก็มีอีลิเมนต์ subchild เป็นลูกอีกที

มองในอีกแง่มุมหนึ่งลักษณะโครงสร้างของตัวอย่างข้างต้น อาจมองในลักษณะของโครงสร้างต้นไม้หรือทรี (tree) นั่นคืออาจมองในอีกลักษณะหนึ่งดังนี้



รูปที่ 2.1 ลักษณะของโครงสร้างต้นไม้

ถ้าพิจารณาถึงกฎเกณฑ์ของ XML อาจแบ่งไวยากรณ์หรือกฎเกณฑ์หลักๆ ของ XML ได้ 5 ข้อคือ

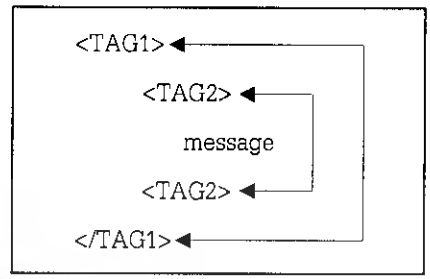
1. แท็กต่างๆ จะต้องจัดวางในโครงสร้างซ้อนทับ (Nesting) ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการซ้อนทับที่ไม่ถูกต้อง

```
<TAG1>
    <TAG2>
        message
    <TAG1>
</TAG2>
```

ตัวอย่างการซ้อนทับที่ถูกต้อง



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ

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

2. แอ็ตทริบิวต์ต่างๆ จะต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ (เครื่องหมายคำพูด หรือ Double Quote) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง XML ที่ไม่ถูกต้อง

```
<?xml version="1.0"?>
    <memo date=09/14/00>
        <to>Fakey</to>
        <from>Vilar</from>
        <body>call me back</body>
    </memo>
</TAG2>
```

ตัวอย่าง XML ที่ถูกต้อง

```
<?xml version="1.0"?>
    <memo date="09/14/00">
        <to>Fakey</to>
        <from>Vilar</from>
        <body>call me back</body>
    </memo>
</TAG2>
```

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้แอ็ตทริบิวต์ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ

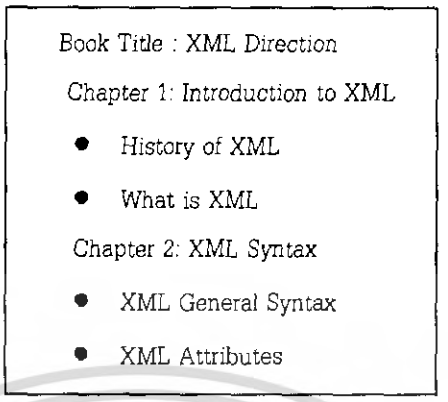
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ไม่ว่าเราจะเว้นช่องวางยาวแค่ไหน HTML ก็จะมองเป็นแค่ 1 ช่องว่างเท่านั้น ส่วนเอกสาร XML เราสามารถที่จะรักษาขนาดของช่องว่างเหล่านั้นเอาไว้ได้ เช่น "Louis Koo" จะมีความหมายต่างกับ "Louis Koo" เป็นต้น
5. การตั้งชื่อให้อีลิเมนต์ต้องเป็นไปตามกฎดังนี้
   5.1 ชื่อสามารถประกอบไปด้วยอักขระ ตัวเลข และอักขระพิเศษอื่นๆ ได้
   5.2 ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยตัวเลขหรือเครื่องหมาย "_" (underscore)
   5.3 ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยอักษร x, m และ l เรียงติดต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นอักษรตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็ตาม เช่น XML, Xml, xMl เป็นต้น
   5.4 ชื่อจะต้องไม่มีการเว้นช่องว่าง

นอกจากนี้เนื้อหา (Content) ในอีลิเมนต์ยังสามารถเป็นได้หลายรูปแบบ ลองพิจารณาจากตัวอย่างข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลิเมนต์

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 การเขียนเนื้อหาในอีลิเมนต์ด้วย XML

จากตัวอย่างข้างต้น (ขอละเว้นไม่ประกาศส่วนหัวของเอกสารเพื่อให้อ่านโค้ดง่ายขึ้น) ในส่วนของโค้ด XML นั้นจะเห็นว่าเนื้อหาที่อยู่ภายในอีลิเมนต์ 1 คู่แท็กนั้นสามารถมีรูปแบบได้ 5 แบบ ได้แก่

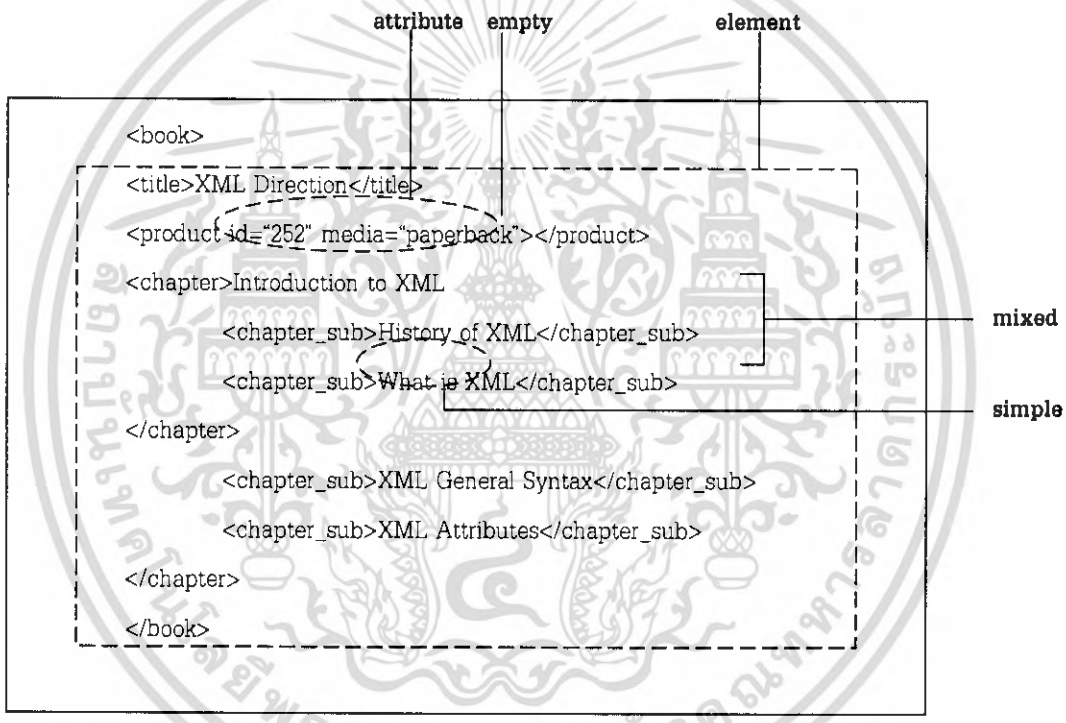
1. Simple
2. Empty
3. Mixed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Attribute

5. Element

เนื้อหาที่เป็น Simple นั้นได้แก่อักขระทั่วไป ดังเช่นในแท็กของ chapter sub ส่วนในแท็ก chapter จะเป็นเนื้อหาแบบ Mixed เพราะมีทั้งที่เป็นอักขระธรรมดาและมีแท็กหรืออีลิเมนต์อื่นแทรกอยู่ ในส่วนของ 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 เข้าใจผิดคิดว่าชื่อที่อยู่หลังเครื่องหมายทั้งสองดังกล่าวนั้นเป็นคนละส่วนกับชื่อที่อยู่หน้าเครื่องหมายได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม	ตัวอย่างการตั้งชื่อที่ถูกต้อง
<book-title> <book publish> <book.price>	<book_title> <book_publish> <book_prics>

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ

จากตัวอย่างข้างต้น ตัวอย่างในกรอบซ้ายเป็นตัวอย่างการตั้งชื่อให้แก่อีลิเมนต์ที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม กล่าวคือ <book publish> นั้นมีการใช้ช่องว่างในการตั้งชื่อซึ่งผิดกฎเกณฑ์ของการตั้งชื่ออีลิเมนต์ ส่วน <book-title> และ <book.price> นั้นถึงแม้ว่าจะไม่ได้ขัดกับกฎการตั้งชื่อของ XML แต่ก็เป็นการตั้งชื่อที่ไม่เหมาะสมนัก ในการทำงานบางอย่าง เช่น การนำข้อมูลไปแสดงบนเว็บบราวเซอร์อาจจะไม่มีปัญหา แต่อาจเกิดปัญหากับแอพพลิเคชันที่เรียกไฟล์ดังกล่าวไปใช้งานได้ เช่น โปรแกรมอาจจะเข้าใจว่า - และ . เป็นเครื่องหมายหรือเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ผิดพลาดไปหรือเราอาจจะต้องเสียเวลาเพิ่มเติมในการตรวจสอบชื่อของอีลิเมนต์ เป็นต้น

2.2.2.1 แท็กและอีลิเมนต์

นิยามสั้นๆ ของอีลิเมนต์ คือ Conceptual object กล่าวคือพยายามที่จะมอลอีลิเมนต์เป็นอ็อปเจ็กต์ซึ่งมีข้อมูลและ / หรืออีลิเมนต์อื่นๆ บรรจุอยู่ภายในอีลิเมนต์นั้น ส่วนแท็กก็คือสิ่งที่ใช้อธิบายอีลิเมนต์ พิจารณาจากรูปข้างล่างนี้

จากรูปเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นว่า ห่อพัสดุก็เปรียบได้กับอีลิเมนต์ที่บรรจุบางสิ่งบางอย่างอยู่ภายในห่อพัสดุนั้น ส่วนป้ายของห่อพัสดุก็คือแท็กนั่นเอง เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสาร XML แล้วของที่อยู่ในห่อพัสดุก็คือเนื้อหา (Content) ของอีลิเมนต์ ส่วนแท็กก็เป็นเสมือนตัวแทนของห่อพัสดุเพื่อให้สามารถแยกแยะได้ว่าห่อพัสดุแต่ละห่อมีความแตกต่างกันอย่างไร โดยภายในแท็กจะบรรจุรายละเอียดต่างๆ เอาไว้ดังนี้

Element-type name เพื่อไว้กำกับว่าอีลิเมนต์นั้นมีชื่อเรียกว่าอะไร เช่น <book>...</book> เป็นอีลิเมนต์ที่ใช้แท็กชื่อ book เป็นตัวกำกับเอาไว้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือต่างๆ เป็นต้น

Unique identifier เป็นส่วนที่ทำให้อีลิเมนต์นั้นมีความเป็นหนึ่งเดียว ไม่ซ้ำกับอีลิเมนต์อื่นใด เช่น <book id="123"> กับ <book id="456"> เป็นอีลิเมนต์ที่ใช้แท็กชื่อ book เหมือนกันและใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือเหมือนกับ แต่มี id เอาไว้เป็นตัวแยกแยะความแตกต่างว่าข้อมูลที่อยู่ภายในอีลิเมนต์ทั้งสองนั้นเป็นคนละข้อมูลกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติอื่นๆ (Other Properties) เป็นส่วนเพิ่มเติมที่เอาไว้บอกคุณลักษณะอื่นๆ ของอีลิเมนต์

โดยความหมายที่แท้จริงแล้ว "อีลิเมนต์" กับ "แท็ก" ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน แต่ในทางปฏิบัติเพื่อความสะดวกแล้วก็อนุโลมให้ใช้คำเรียกแท็กและอีลิเมนต์ทดแทนกันได้ แต่สิ่งสำคัญก็คือเราต้องเข้าใจพื้นฐานของคำศัพท์ทั้งสองคำนี้ว่าเป็นคนละอย่างกัน

2.2.3 ระบุคุณสมบัติให้อีลิเมนต์ด้วยแอตทริบิวต์ (XML Attributes)

XML Attribute จะเป็นการระบุคุณสมบัติบางประการให้แก่อีลิเมนต์ซึ่งไม่ใช่ส่วนของข้อมูลจริงๆ ยกตัวอย่างเช่น

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

อีลิเมนต์ที่ชื่อ Picture มีแอตทริบิวต์ที่ชื่อ type ซึ่งไม่มีส่วนใดๆ กับข้อมูลจริงๆ แต่อาจมีส่วนสำคัญในการให้ซอฟต์แวร์อื่นๆ สามารถจัดการกับข้อมูลดังกล่าวได้ถูกต้อง อย่างเช่นในตัวอย่างข้างต้น อีลิเมนต์ picture เก็บข้อมูลของชื่อไฟล์รูปภาพเอาไว้ ซึ่งโดยทั่วไปรูปแบบของไฟล์รูปภาพจะมีอยู่หลายอย่าง อาทิ JPEG, BMP, GIF เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การกำหนดแอตทริบิวต์เพิ่มเติมให้แก่อีลิเมนต์ Picture ว่าข้อมูลที่เก็บเป็นไฟล์รูปภาพแบบไหน จะทำให้โปรแกรมที่มาประมวลผลข้อมูลดังกล่าวสามารถทำงานได้รวดเร็วและมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ในส่วนของข้อมูลนั้นเราอาจเก็บอยู่ระหว่างอีลิเมนต์ 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 การเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างอีลิเมนต์

จริงๆ แล้วไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าเมื่อไรควรให้ข้อมูลเป็นแอตทริบิวต์หรือว่าจะให้แทรกระหว่างอีลิเมนต์ แต่แนะนำว่าหากเป็นเนื้อของข้อมูลจริงๆ ก็ควรให้เป็นส่วนของเนื้อหาแทรกอยู่ระหว่างอีลิเมนต์ จะเหมาะสมกว่าการกำหนดให้เป็นแอตทริบิวต์ ทั้งนี้เพื่อให้เอกสารสื่อความหมายอย่างตรงไปตรงมาว่าอะไรคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล อะไรคือการบ่งบอกถึงคุณสมบัติของอีลิเมนต์ ทั้งนี้จะทำให้ง่ายยิ่งขึ้นเมื่อนำเอกสารดังกล่าวไปประมวลผลต่อไป

ถึงแม้ว่า XML จะไม่ได้มีข้อกำหนดตายตัวว่าอะไรควรหรือไม่ควรเป็นแอตทริบิวต์ แต่ในตัวอย่างข้างล่างนี้คงเป็นการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ไม่ฉลาดนักและดูจะขัดกับประโยชน์ของวิธีการของ 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"
</employee>
```

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ขัดกับประโยชน์

ตัวอย่างข้างต้นเป็นการนำเอาข้อมูลทั้งหมดไปแทรกเป็นแอตทริบิวต์ของอีลิเมนต์ Employee ซึ่งถ้าเขียนโปรแกรมเพื่อดึงเอาข้อมูลจากตัวอย่างข้างต้นไปประมวลผลจะทำได้ค่อนข้างลำบากโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการแทรกข้อมูลจริงๆ ปนเปกับค่าของแอตทริบิวต์ 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 มาแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์เท่านั้น โดยจะไม่ครอบคลุมถึงการแสดงผลแบบอื่น วิธีการที่ง่ายที่สุดของการนำเอกสาร XML มาแสดงบนบราวเซอร์ คือการเขียนโค้ด CSS, HTML หรือ XSL ไปดึงข้อมูลมาจากเอกสาร XML จากนั้นก็จัดหน้าจอตามที่เราต้องการ ซึ่งในที่นี้เราจะทดสอบตัวอย่างทั้งหมดด้วยการใช้บราวเซอร์ไมโครซอฟต์อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พอเรอร์ เวอร์ชัน 5.0 ขึ้นไปเพราะเป็นบราวเซอร์ที่สนับสนุนการใช้งานเอกสาร XML และยังมีพาสเซอร์ (Parser) อยู่ในตัวด้วย นั่นคือถ้าเราเขียนโค้ดการแสดงผลและเขียนเอกสาร XML ได้อย่างถูกต้องแล้วเราก็ใช้บราวเซอร์เรียกเอกสารนั้นขึ้นมาแสดงผลได้เลย

การนำเอกสาร XML มาแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ โดยใช้ 2 วิธีด้วยกันคือ

1. CSS (Cascade Stylesheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. HTML (Hypertext Markup Language)

2.2.4.1 การแสดงผลด้วย XML

การใช้ CSS (Cascade Stylesheet) เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำเอกสาร XML มาแสดงผลลัพธ์ได้ สมมุติว่าเราสร้างไฟล์ที่ชื่อ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AGE,SEX,POSITION
{
display: block;
color: #000000;
margin-left: 20pt;
}
```

รูปที่ 2.10 (ต่อ) การแสดงผลลัพธ์โดยการใช้ CSS

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

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

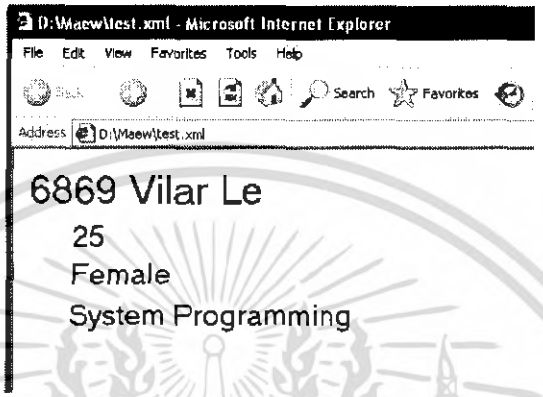
```
<?xml version="1.0"?>
<?xml-stylesheet type="text/css" href="test.css"?>
<IT_TEAM>
    <MEMBER>
        <ID>6869</ID>
        <NAME>Vilar Le</NAME>
        <AGE>25</AGE>
        <SEX>Female</SEX>
        <POSITION>System Programming</POSITION>
    </MEMBER>
</IT_TEAM>
```

เพิ่มบรรทัดนี้เข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อให้นำเอาไฟล์ test.css มาเป็นส่วนแสดงผล

รูปที่ 2.11 การเพิ่มบรรทัดเข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อให้นำเอาไฟล์ test.css มาเป็นส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโค้ดเป็นการบอกว่าเอกสารดังกล่าวจะแสดงผลด้วยไฟล์ประเภท text/css โดยใช้ไฟล์ test.css เป็นส่วนแสดงผล ซึ่งเมื่อใช้อินเตทอร์เน็ตเอ็กซ์พอเรอร์ เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมาอีกครั้งก็จะได้หน้าจอดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการแสดงผลของ XML

การใช้ CSS มาเป็นส่วนแสดงผลให้แก่เอกสาร XML นั้นทำได้ง่ายและตรงไปตรงมา เหมาะสำหรับการนำเสนอในลักษณะง่ายๆ เช่น การจัดการเรื่องขนาดและสีของข้อมูล เป็นต้น

แม้ว่าสามารถใช้ CSS มาแสดงผลเอกสาร XML ได้แต่ก็ไม่ใช่วิธีที่แนะนำให้ใช้เนื่องจาก CSS นั้นเป็นวิธีการที่ผูกติดมากับ HTML ซึ่งมีความสามารถอยู่จำกัด แสดงผลที่มีลักษณะซับซ้อนไม่ได้ เช่น ไม่สามารถเรียงลำดับข้อมูลได้ เป็นต้น CSS จึงไม่ใช่มาตรฐานของการแสดงผลเอกสารบนเว็บใหม่ๆ อย่างแน่นอน อาจกระยุกต์ใช้ CSS ได้กับบางงาน แต่สำหรับการแสดงผลของเอกสาร XML ในบางงานอาจต้องอาศัยวิธีการอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า

2.2.4.2 การแสดงผลด้วย HTML

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

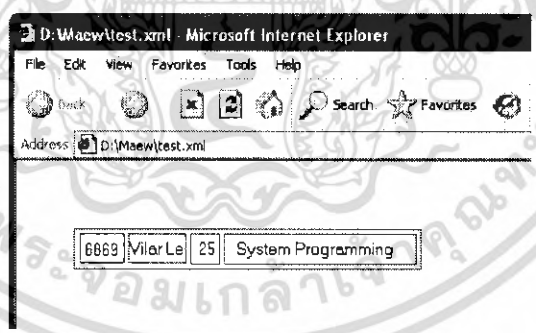
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<html>
<body>
<xml id="IT" src="test.xml"></xml>
<table border="1" datasrc="#IT">
<tr>
<td><span datafld="ID"></span></td>
<td><span datafld="NAME"></span></td>
<td><span datafld="AGE"></span></td>
<td><span datafld="POSITION"></span></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>
```

บอกว่าไฟล์ test.html นี้เป็นส่วนแสดงผลให้แก่ไฟล์ XML ที่ชื่อ test.xml

รูปที่ 2.13 การแสดงผลด้วย HTML

จากนั้นเราใช้อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พอเรอร์เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา จะได้หน้าจอดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ภาพหน้าจอเมื่อใช้ IE 6.0 เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา

ตัวอย่าง HTML ที่ยกมานี้เป็นการดึงข้อมูลอย่างง่ายๆ มาแสดงในรูปแบบตารางโดยระบุว่าจะเรียกดึงข้อมูลจากเอกสาร XML ไฟล์ไหน ด้วยการกำหนดบรรทัดที่ 3 (จากตัวอย่าง) ว่า

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

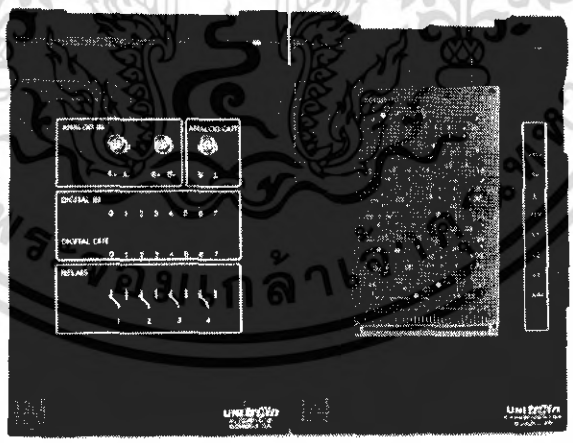
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

นั่นก็คือให้ไปเรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมาแสดงผล ซึ่งจะเห็นว่าการแสดงผลด้วย CSS กับการแสดงผลด้วย HTML ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย นั่นคือ ถ้าเป็นการแสดงผลด้วย CSS เราจะสร้างไฟล์ที่มีนามสกุล .CSS แล้วกำหนดในไฟล์ XML ของห้เรียกมาใช้งานให้บราวเซอร์เปิดไฟล์ที่เป็น .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 ไม่ใช่ส่วนแสดงผลที่ถูกคิดค้นขึ้มมาเพื่อ XML โดยเฉพาะ การที่จะนำมาใช้กับเอกสาร XML จึงมีขอบจำกัดอยู่ 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

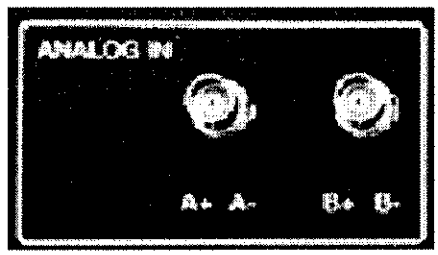


รูปที่ 2.15 ชุดทดลอง UNITRAIN

2.3.1 อนาลอกอิน

เป็นจุดที่รับสัญญาณอินพุตอนาลอกจากวงจรใช้วัดสัญญาณต่างๆ มี 2 ชุด คือชุด A และชุด B ทั้งชุด A และ B ประกอบด้วยเครื่องมือวัด อธิ ออสซิลโลสโคป โวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์ ดังรูปที่ 2.16

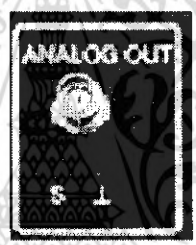
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
75183



รูปที่ 2.16 อนาลอกอินทั้งชุด A และ B

2.3.2 อนาลอกเอาท์

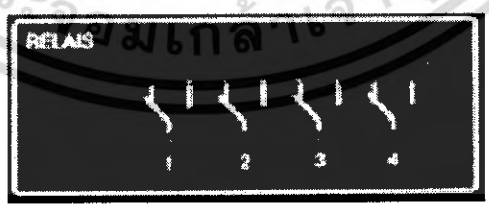
เป็นจุดที่จ่ายสัญญาณและแรงดันให้กับการ์ดทดลอง ประกอบด้วย ฟังก์ชั่นฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ แหล่งจ่ายตรงชนิดปรับค่าได้ดังรูปที่ 2.17



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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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

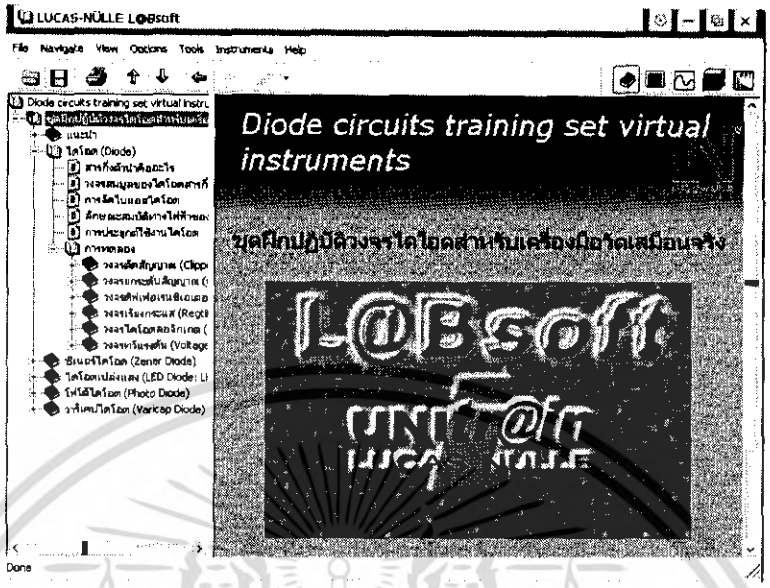
1. สามารถเก็บข้อมูลจากการทดลองใบงานในรูปแบบของ User ได้
2. สามารถแก้ไขใบงานในส่วนของเนื้อหาได้
3. ใบงานจะอยู่ในโปรแกรม Lab Soft ทำให้สะดวกเวลาทดลองใบงานและการบันทึกผล

ในใบงานได้ออกแบบให้คล้ายกับใบงานการทดลองทั่วๆ ไปและยังมีภาพแสดงการต่อวงจรในใบงานทำให้เข้าใจการต่อวงจรและลำดับการทดลองวงจรมากขึ้น

3.2.1 การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft

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

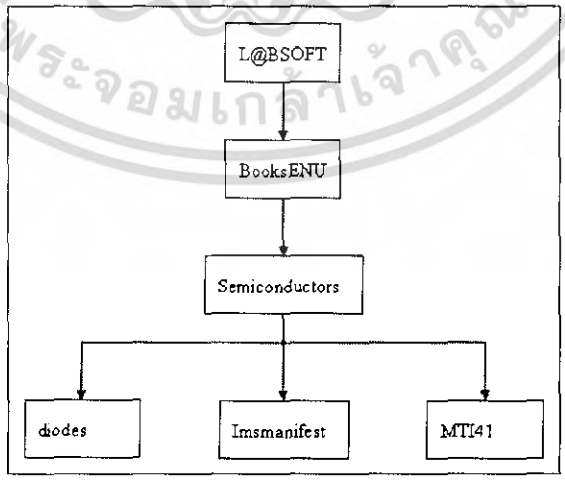
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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



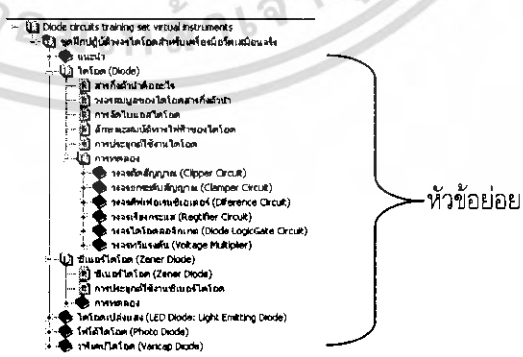
รูปที่ 3.2 ผังการทำงานภายใน Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ซึ่งมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานที่เป็นหัวข้อย่อยที่โชว์บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft



รูปที่ 3.4 หัวข้อย่อยบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

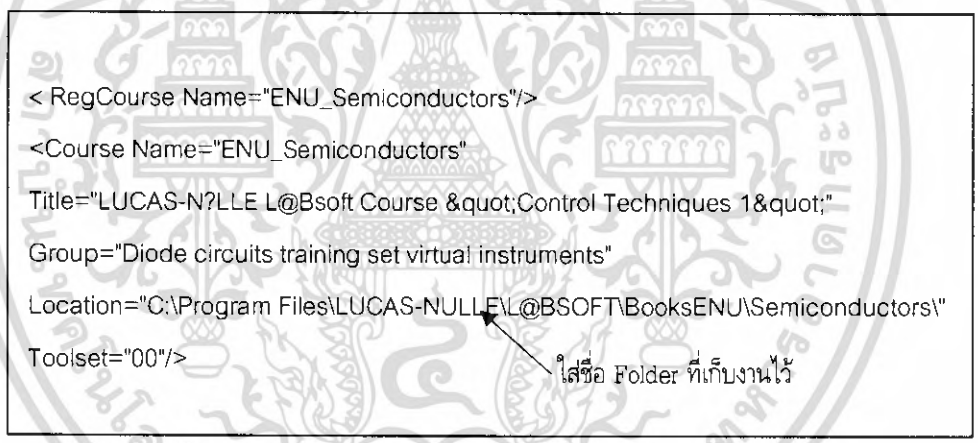
6. MTI41 ใช้เก็บข้อมูลของเนื้อหาที่ใช้สำหรับศึกษาควบคู่ไปกับการทดลองใบงาน

นอกจากนี้แล้วยังมี XML อีกหนึ่งส่วนที่มีหน้าที่ในการควบคุมการแสดงข้อความต่างๆ บนหน้า Internet Explorer คือ ไฟล์ XML ที่เป็น .css จะกำหนดการแสดงผลของตัวอักษรขนาดของตัวอักษรสีของตัวอักษร

3.2.1.1 การสร้างหัวข้อใหญ่เข้าในโปรแกรม Lab Soft

การสร้างหัวข้อใหญ่เข้าในโปรแกรม Lab Soft ให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

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



รูปที่ 3.5 การเพิ่มหัวข้อใหญ่ใน Lab Soft

3.2.1.2 การสร้างหัวข้อย่อยเข้าในโปรแกรม 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ก็สามารถแก้ไขค่าต่างๆ ของตัวอักษรได้

รูปที่ 3.6 การแก้ไขค่า default.css ด้วย Notepad

3.3 การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลอง

การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลองที่ใช้งานบนโปรแกรม Lab Soft นั้นได้คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน คือ

1. เพื่อให้แผงวงจรการทดลองสามารถติดต่อสื่อสารระหว่าง ชุดปฏิบัติการ Lab Soft และเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
2. เพื่อให้สามารถวัดค่าแรงดัน กระแส และสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่อยู่ในแผงวงจรการทดลอง โดยจะใช้อุปกรณ์ในโปรแกรม Lab Soft วัดค่าต่างๆ ที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้จากการวัดนั้นจะถูกส่งผ่านข้อมูลทางชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้าไปยังโปรแกรม ทำให้ทราบค่าต่างๆ ที่ต้องการ
3. เพื่อให้แผงวงจรการทดลองสามารถทดลองวงจรได้ตามใบงานที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบต้องกำหนดขีดความสามารถของแผงวงจรการทดลองให้เหมาะสมกับโครงงานนี้โดย

1. การติดต่อระหว่างชุดปฏิบัติการ Lab Soft กับคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อโดยการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมหรือพอร์ต USB จากคอมพิวเตอร์
2. การเก็บผลการทดลองในใบงานสามารถเก็บผลการทดลองได้โดยไม่ต้องกดปุ่มบันทึกโปรแกรมก็สามารถเก็บผลการทดลองได้ ซึ่งการเก็บผลการทดลองจะเริ่มเก็บผลตั้งแต่การเข้าสู่หน้าโปรแกรม เพราะในการเข้าสู่โปรแกรมแต่ละครั้งจะต้องพิมพ์ชื่อถึงจะเข้าโปรแกรมได้ โดยชื่อที่เราพิมพ์เข้าไปในโปรแกรมนั้นจะทำการเก็บข้อมูลไว้เป็น User และยังสามารถใส่รหัสผ่านในการเข้าไปใช้งาน ซึ่งการเข้าโปรแกรมครั้งต่อไปเพื่อจะดูงานที่ทำไว้หรือต้องการจะทดลองวงจรต่อก็สามารถทำต่อได้เลย
3. ในแผงวงจรการทดลองจะมีอุปกรณ์ที่สามารถทดลองได้ตามใบงานที่กำหนดไว้ โดยจะเตรียมอุปกรณ์ไว้และให้ผู้ทดลองได้ต่อวงจรเอง แต่จะกำหนดอุปกรณ์ในการต่อวงจรแต่ละวงจรให้
4. การจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับหม้อแปลง ควรใช้แรงดันที่มาจาก V1 เพราะสามารถขับหม้อแปลง และให้แรงดันที่เหมาะสมได้
5. ตัวความต้านทานและคาปาซิสเตอร์ในแผงวงจรการทดลองจะมีหลายตัวเพราะ ในใบงานจะใช้อุปกรณ์ในการทดลองต่างกัน และถ้าผู้ทดลองไม้ต้องการต่อวงจรตามใบงานที่กำหนดก็สามารถออกแบบวงจรในการทดลองเองได้โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินว่าเหมาะสมหรือไม่ที่จะใช้ในการเรียนการสอน อีกทั้งเพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกว่าตรงตามขีดความสามารถที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะสามารถทำการแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนที่จะประกอบเป็นชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงสำเร็จได้

4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรการทดลอง

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

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรไดโอด

เป็นผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ระหว่าง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงกับโปรแกรม Multisim ซึ่งผลที่ได้ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก

4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติ
วงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5
6.เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่องโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ได้ถูกออกแบบลักษณะการนำเสนอเนื้อหาและใบงานที่เป็นภาษาไทย โดยชุดฝึกปฏิบัตินี้ประกอบด้วย ชุดฝึก เนื้อหา ใบงาน และการ์ดการทดลอง โดยการ์ดที่ใช้ในประกอบการทดลองมีด้วยกัน 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), วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ (Clamper Circuit), วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit), วงจรไดโอดลอจิกเกต (Diode Logic Gate Circuit), วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiple Circuit) วงจรซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Circuit), วงจรไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode Circuit) วงจรโฟโต้ไดโอด (Photo Diode Circuit) และวงจรวาริเคปไดโอด (Varicap Diode Circuit) ซึ่งรวบร่วมเป็นใบงานการทดลองทั้งหมด 32 ใบงาน จากขีดความสามารถของโครงงานที่ได้กำหนดเอาไว้เพียง 20 ใบงาน

ในตัวโปรแกรมจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. รายละเอียดการ์ดชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงและการใช้งานเบื้องต้น
2. ทฤษฎีและเนื้อหาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดต่างๆ
3. ใบงานการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง

การนำเสนอทฤษฎีและเนื้อหานั้นจะมีความน่าสนใจเป็นพิเศษในรูปลักษณ์สื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมเฟลช (Flash) เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างงานมัลติมีเดียที่นิยมมากที่สุดในโปรแกรมหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชั่น (Animation) รวมทั้งสามารถสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอคชั่นสคลิป (Action Script) ในการควบคุมการทำงานของภาพเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะควบคุมการทำงานของภาพเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง

ในส่วนของการทดลองใช้งานชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงนั้น สามารถแสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลข กราฟ และการทำงานของไดโอด สามารถเก็บผลการทดลองของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ซึ่งผู้สอนสามารถตรวจสอบและประเมินผลการทดลองได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ อีกทั้งสามารถที่จะเรียกดูผลของข้อมูลย้อนหลังที่ได้บันทึกการทดลองไว้ และยังสามารถทำการพิมพ์เอกสารออกมาศึกษาเพิ่มเติมได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง เหมาะสำหรับผู้ที่เรียนในสาขาวิชาชีพ คณะไฟฟ้าอุตสาหกรรม แผนกช่างไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ และผู้ที่สนใจ เป็นชุดฝึกปฏิบัติที่สามารถเสริมสร้างทักษะที่ดีในการฝึกปฏิบัติได้ในระดับหนึ่งอีกด้วย

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในการทำงานหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การใช้งานโปรแกรมเฟลช สร้างตัวควบคุมที่ใช้เอคชั่นสคลิป
   วิธีการแก้ไข ทำการศึกษาข้อมูลการสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอคชั่นสคลิป จากหนังสือโปรแกรมเฟลช และอินเทอร์เน็ต
2. รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา และใบงานไม่ตรงกับกลุ่มที่ทำการชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์และออปแอมป์
   วิธีการแก้ไข เรียกสมาชิกกลุ่มต่างๆ มาพูดคุยหามาตรฐาน และรูปแบบของเนื้อหา และใบงาน
3. ห้องทดลองไม่เพียงพอเนื่องจากกลุ่มที่ทำชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์ใช้ห้องทดลอง
   วิธีการแก้ไข เปลี่ยนเวลามาใช้ห้องทดลองในเวลากลางคืน
4. การกำหนดขนาดขาลายอุปกรณ์ ในการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ ค่อนข้างไม่ได้ขนาดจริง
   วิธีการแก้ไข เลือกซื้อตัวอุปกรณ์มาวัดขนาด และทำการสร้างขาของตัวอุปกรณ์ขึ้นมาใช้งานเอง
5. ปัญหา โปรแกรม Labsoft ไม่รองรับการนำภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชั่น
   วิธีการแก้ไข นำซอสโค้ด (Source Code) ของอาจารย์ที่ปรึกษามาศึกษา และทำการแก้ไขคำสั่งให้รองรับภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชั่น

5.3 แนวทางการพัฒนา

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การนำเสนอทฤษฎีและเนื้อหาสามารถเพิ่มขีดความน่าสนใจแก่ผู้เรียน โดยใช้โปรแกรมเฟลช ที่ใช้สร้างงานมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชั่น รวมทั้งสามารถสร้างตัวควบคุมที่ใช้เอคชั่นสคลิป ได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัมพล ทองเรือง. (2544). **การใช้งานโปรแกรม PSpice A/D วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สกายบุกส์.

บัณฑิต จามรภูมิ. (2544). **การใช้งาน Protel 99.** พิมพ์ครั้งที่ 6. เชียงใหม่: บัณฑิตเพรส.

บุญชัย งามวงศ์วัฒนา. (2537, 8 กรกฎาคม). สารานุกรมไดโอดฉบับย่อย. ค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2549, จาก http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_p01.asp

พจนารถ สุพรรณกูล. (2534, พฤศจิกายน). เก็บตกสเปกอุปกรณ์ 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). **วงจรพัลส์และดิจิตอล.** นนทบุรี: เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์.

วิโรจน์ อัศวรังสี และคณะ. (2544). **XML Extensible Markup Language.** สยามศิลปะการพิมพ์: เอ. อาร์. อินเฟอร์เมชัน แอนด์ พับลิเคชัน.

สุวรรณไชย สถิรพันธุ์. (2534, กรกฎาคม). รู้จักอุปกรณ์ตอน ไดโอด. **วารสาร HOBBY ELECTRONICS,** ม.ป.พ. (04). ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2549, จาก http://electronics.se-ed.com

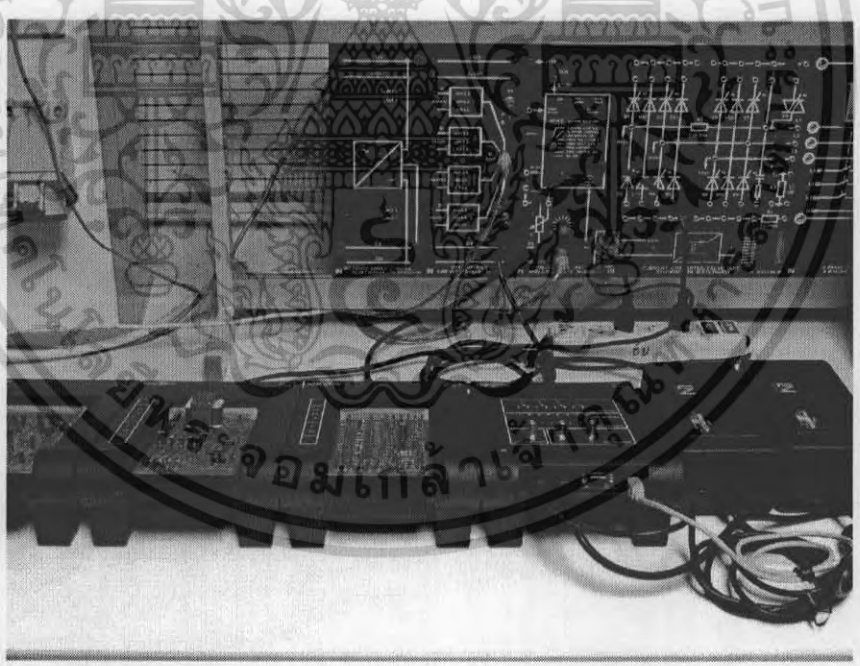
John Hewes. (2006). **Simple Component and Continuity Tester**. Retrieved June 2, from http://www.kpsec.freeuk.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

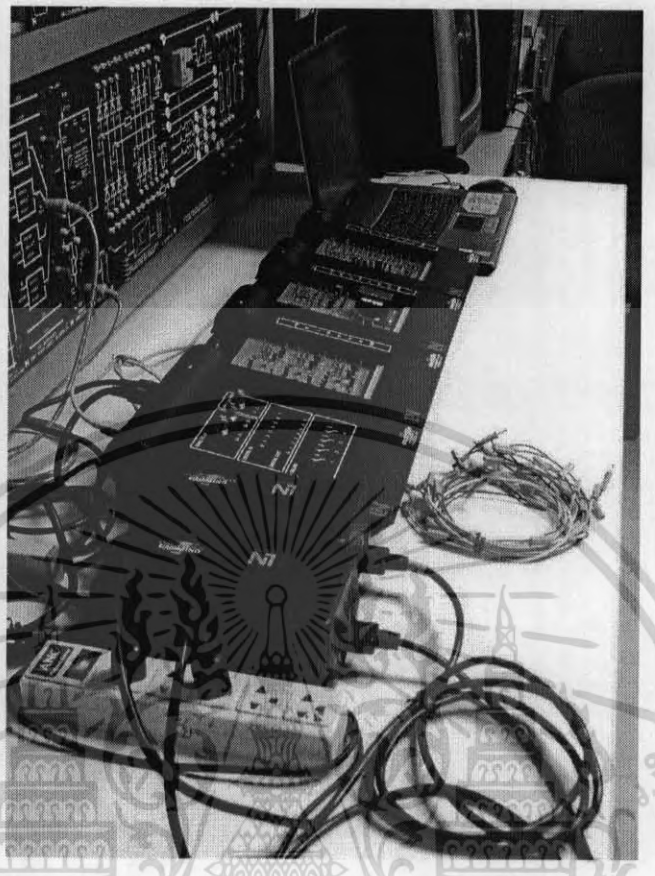
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ด้านหน้าชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง



รูปที่ ก.2 ด้านหลังชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

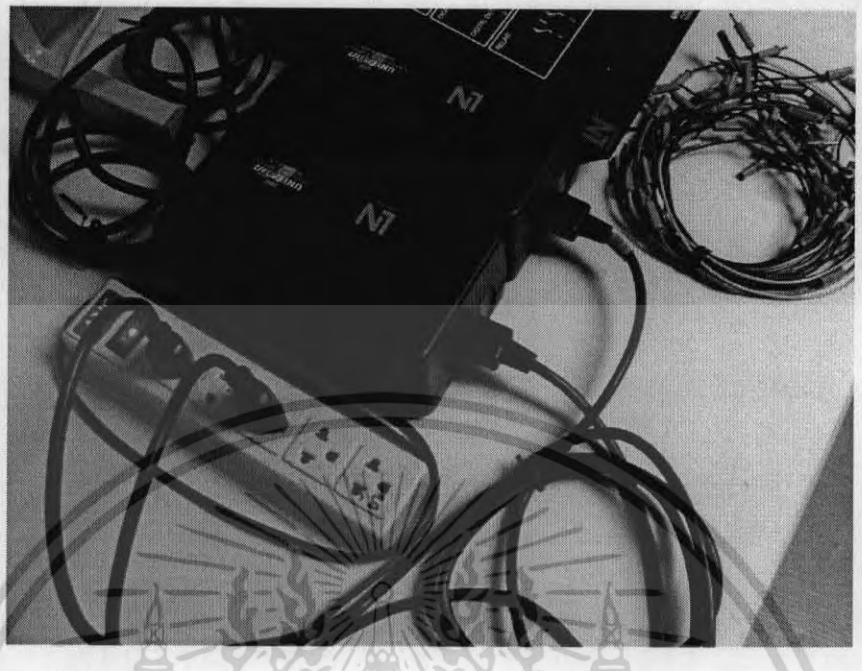
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



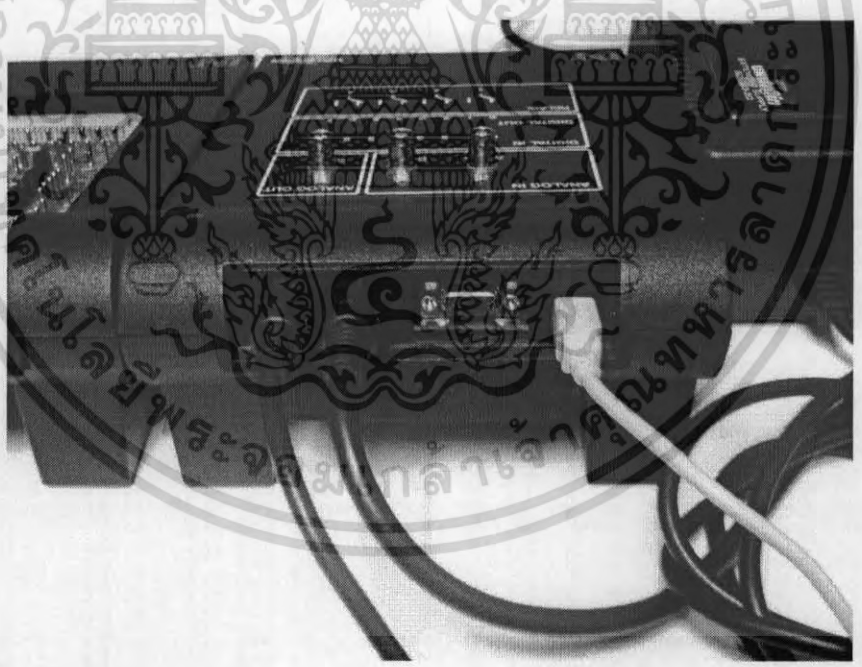
รูปที่ ก.3 ด้านข้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

รูปที่ ก.4 การต่อสาย USB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



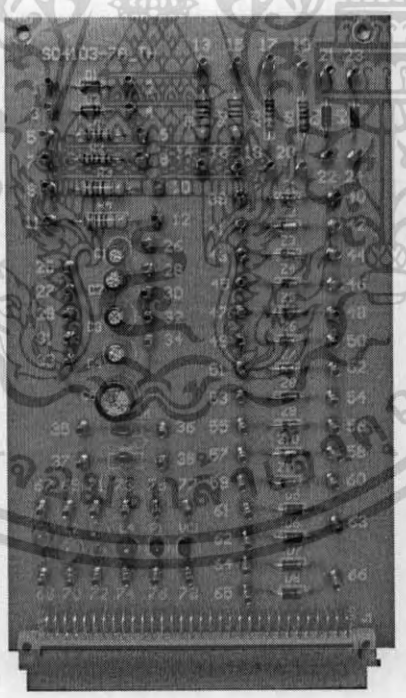
รูปที่ ก.5 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก



รูปที่ ก.6 การต่อสาย USB และการต่อสายแหล่งจ่ายให้กับชุดควบคุม

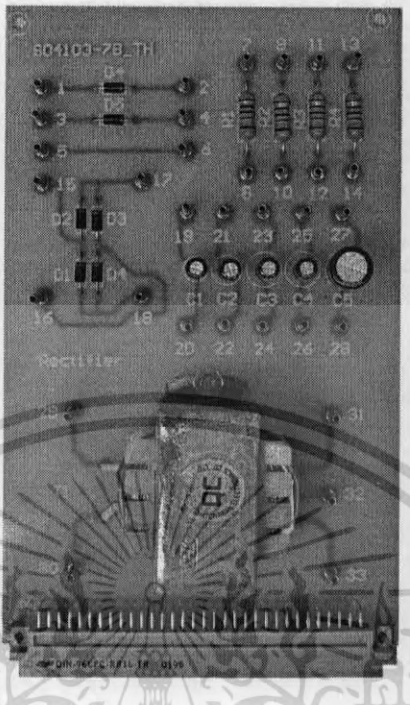
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.7 จอภาพแสดงผลการทดลองทางคอมพิวเตอร์

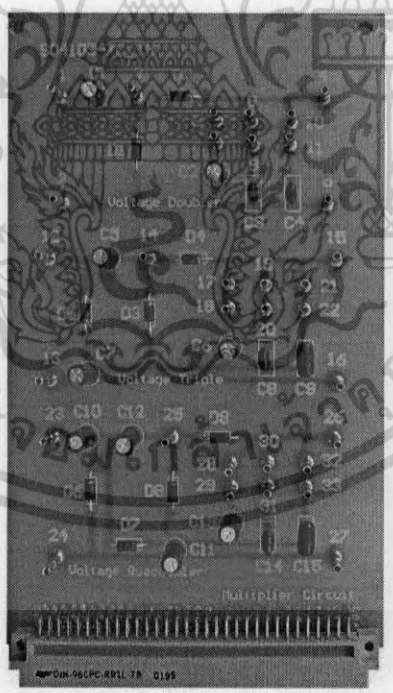


รูปที่ ก.8 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

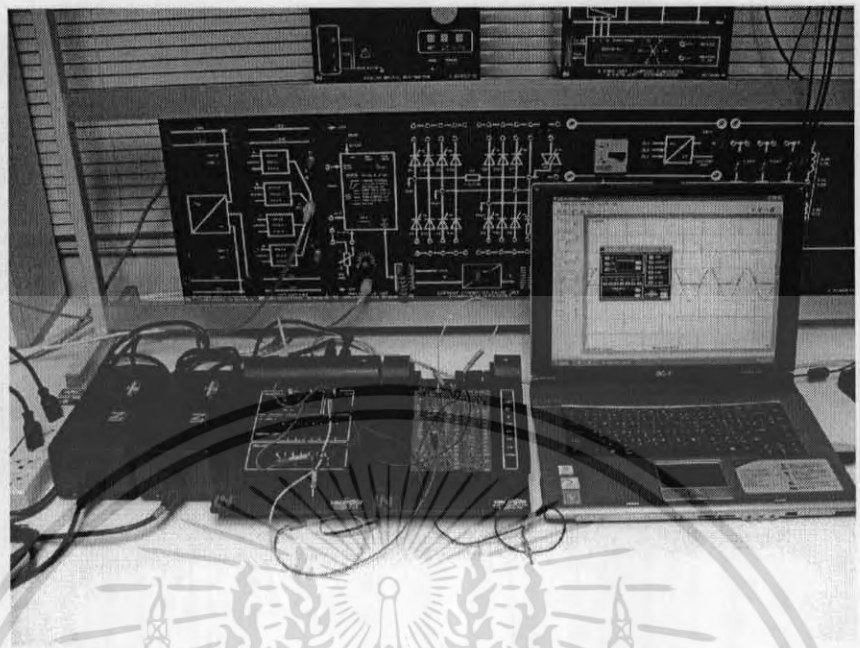


รูปที่ ก.9 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7B_TH

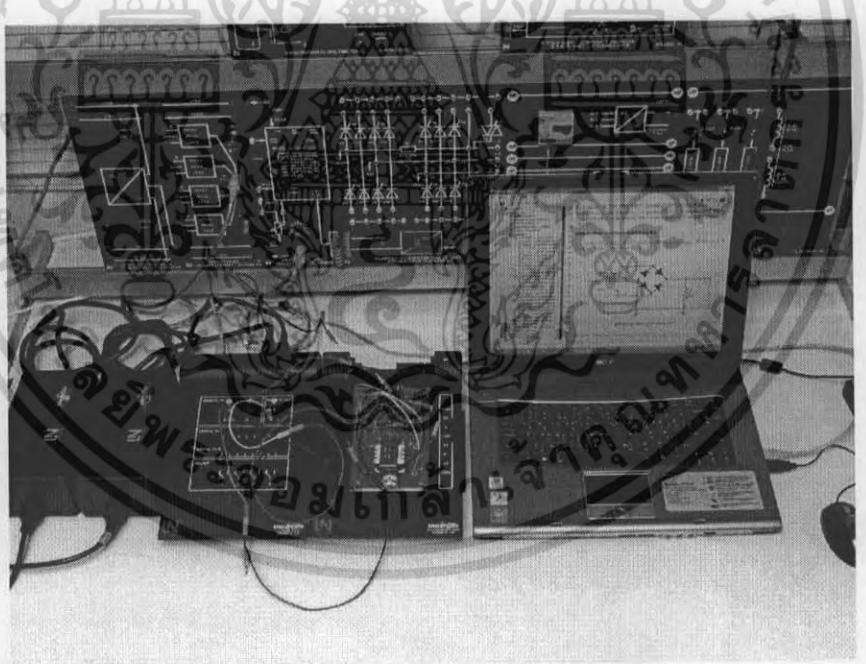


รูปที่ ก.10 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7C_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

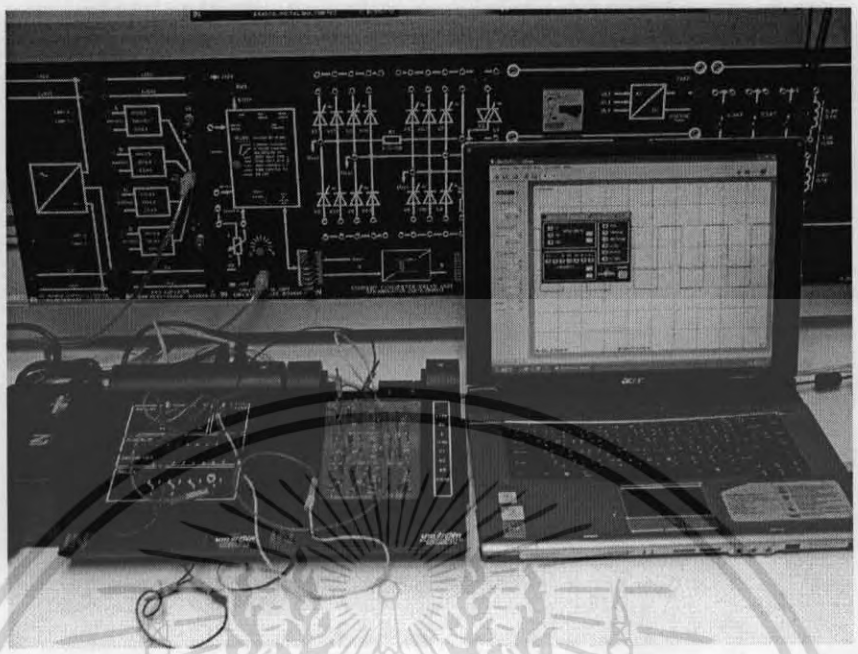


รูปที่ ก.11 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7A_TH

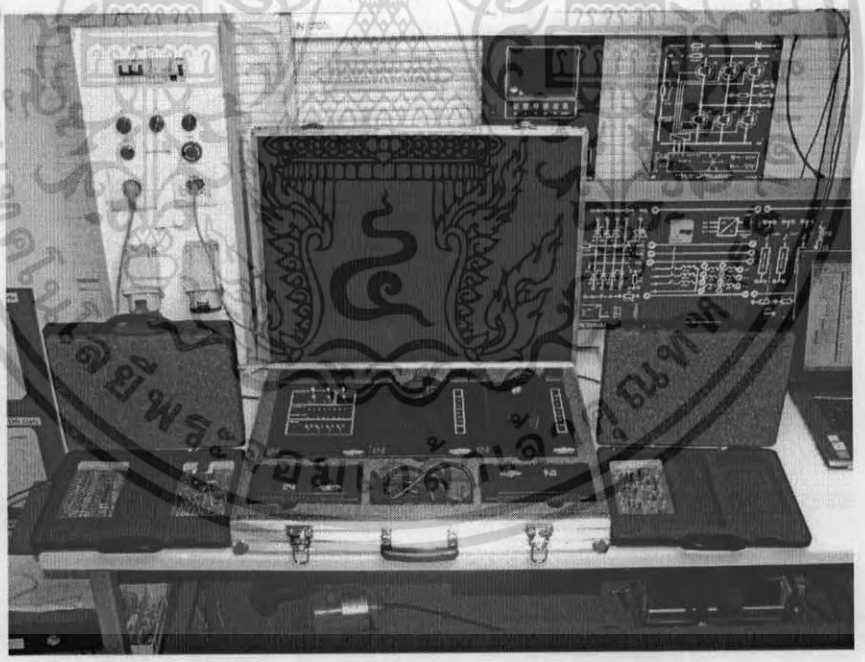


รูปที่ ก.12 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7B_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

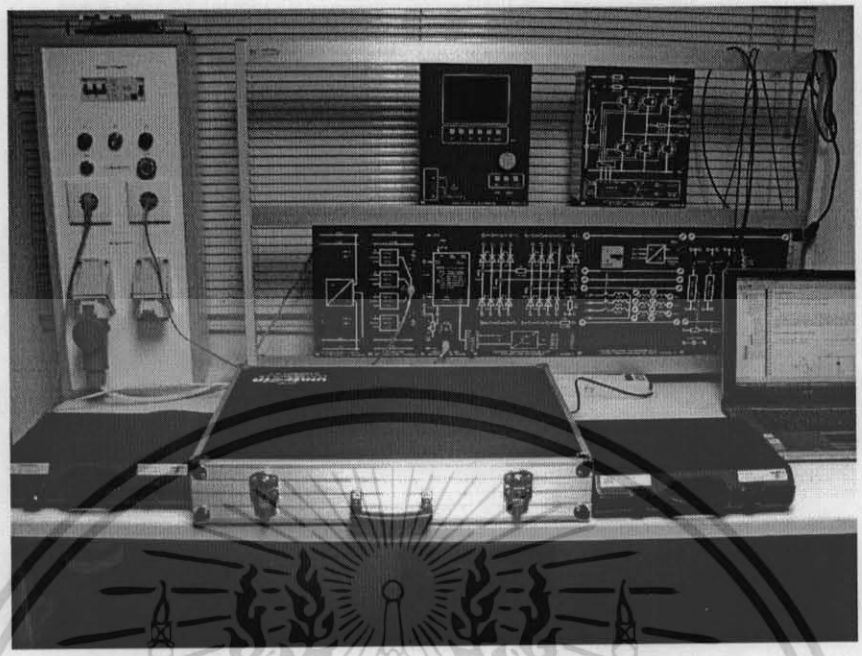


รูปที่ ก.13 การต่อใช้งานการ์ด SO4103-7C_TH



รูปที่ ก.14 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



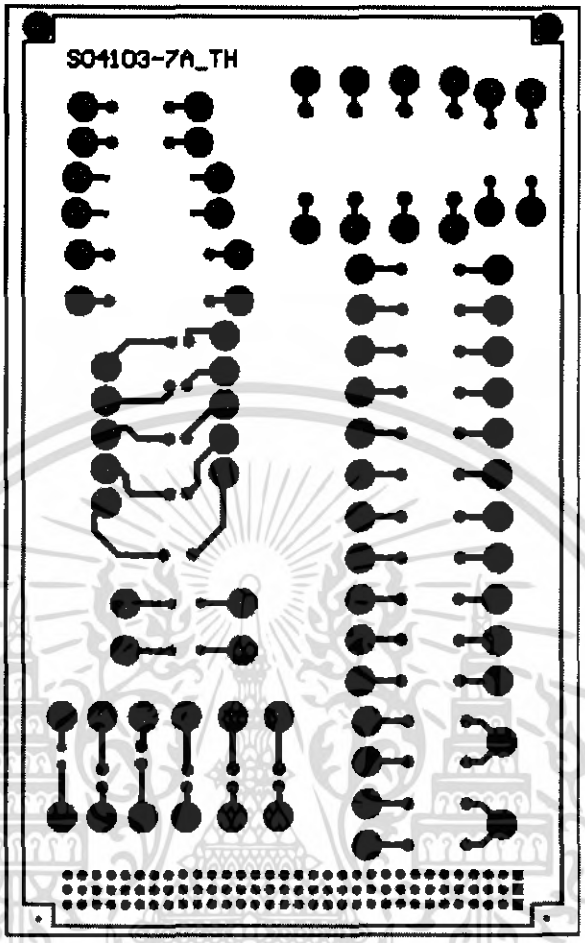
รูปที่ ก.15 การเก็บรักษาชุดฝึกและบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

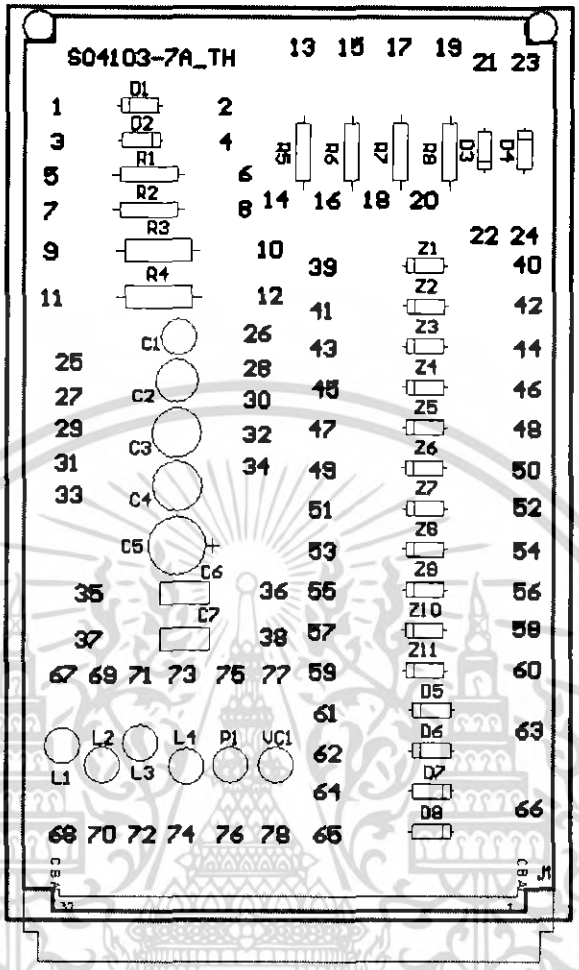
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



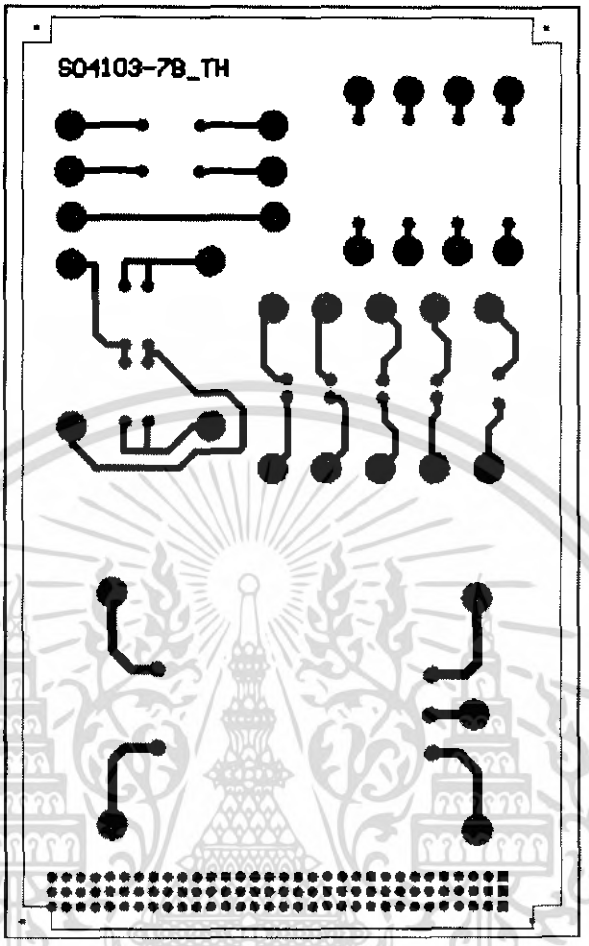
รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



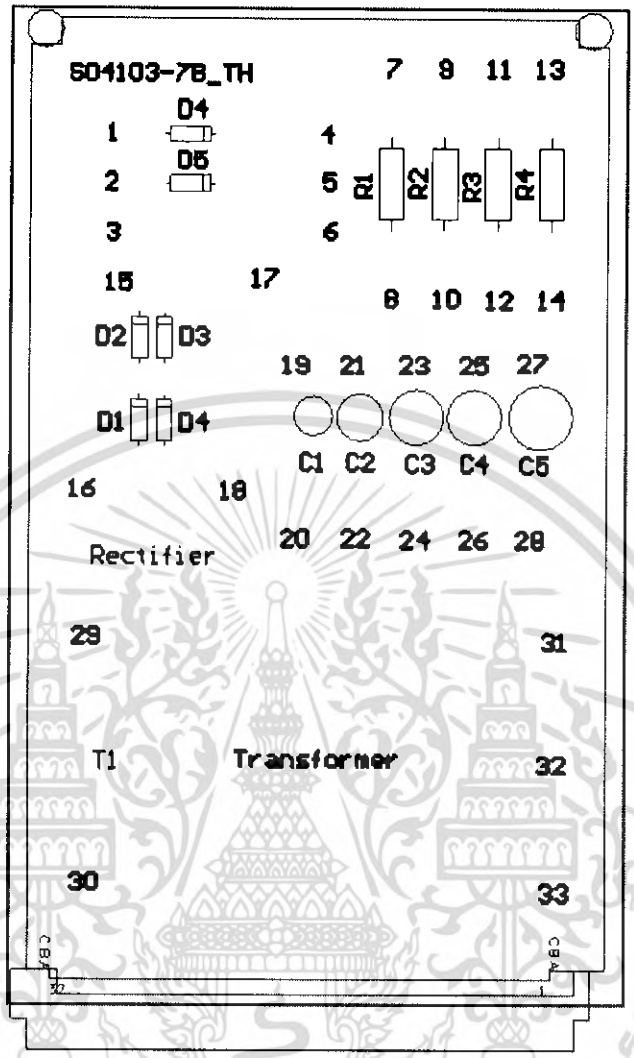
รูปที่ ข.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
การ์ด SO4103-7A_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



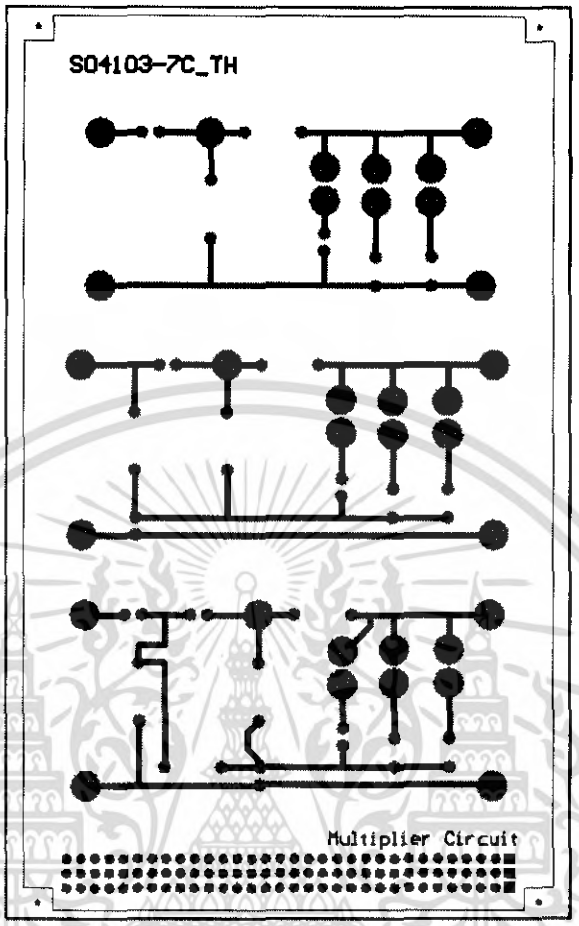
รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7B_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



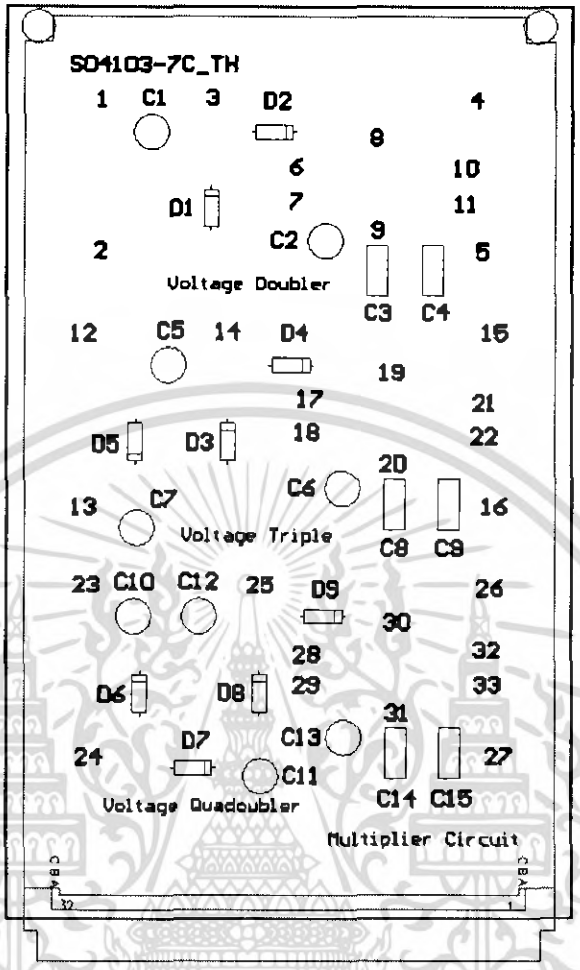
รูปที่ ข.4 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
การ์ด SO4103-7B_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์การ์ด SO4103-7C_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์
การ์ด SO4103-7C_TH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 µF 50 V	1 ตัว
C2	1 µF 16 V	1 ตัว
C3	10 µF 16 V	1 ตัว
C4	100 µF 16 V	1 ตัว
C5	10000 µF 16 V	1 ตัว
C6	103 J 100 V	1 ตัว
C7	104 J 100 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของ Eurocard SO4103-7B_TH

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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	100μF 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 KΩ 1W 1%	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220/9-0-9 1A	1 ตัว
J1	Connecter 96 pin	1 ตัว
จุดเสียบสายนำสัญญาณเครื่องโทรทัศน์		27 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายการรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

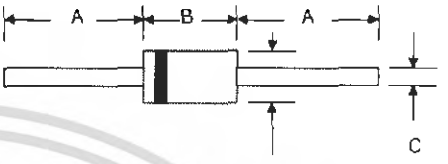
WTE
POWER SEMICONDUCTORS

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_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @T_A = 75°C	Io	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)	$R_{\theta JA}$	50							K/W
Operating Temperature Range	Tj	-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.

© 2000 Won-Top Electronics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

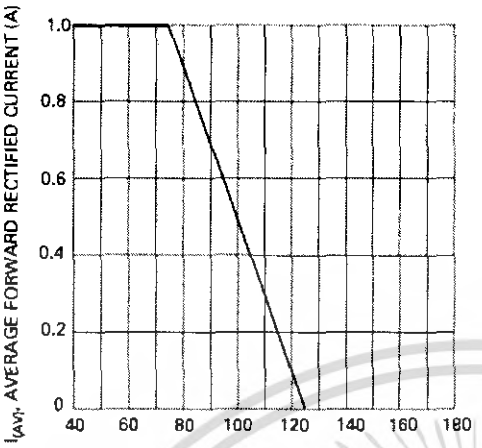


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

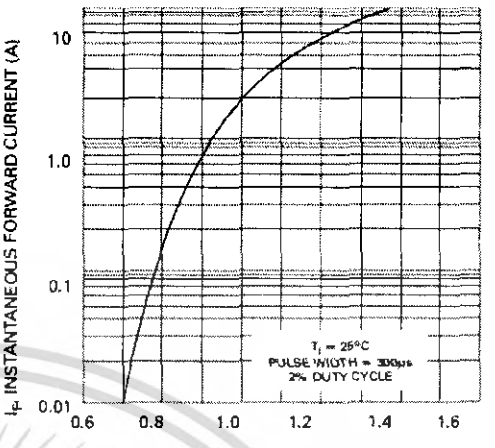


Fig. 2 Typical Forward Characteristics

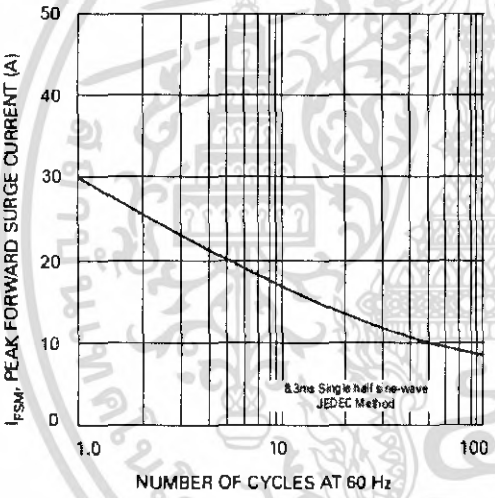


Fig. 3 Max Non-Repetitive Peak Fwd Surge Current

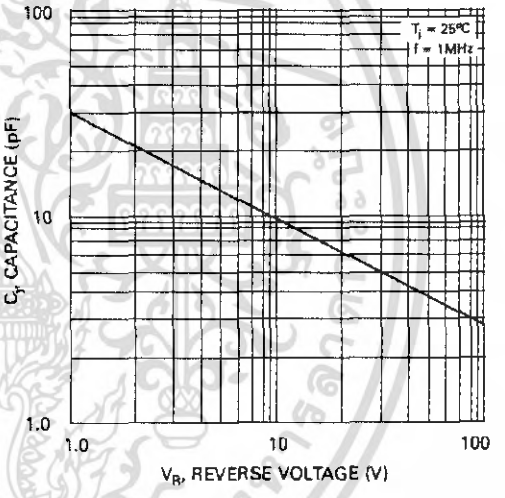


Fig. 4 Typical Junction Capacitance

 © 2000 Won-Top Electronics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®

January 2005

1N4728A - 1N4764A

Zeners

DO-41 Glass case
COLOR BAND DENOTES CATHODE

Absolute Maximum Ratings *

T_a = 25°C unless otherwise noted

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

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

Electrical Characteristics

T_a = 25°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	4.845	5.1	5.355	49	7	550	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	9.555	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

©2005 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics T_C = 25°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	44.65	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_L) at 30°C ± 1°C and 3/8" lead length.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Top Mark Information

Device	Line 1	Line 2	Line 3	Line 4	Line 5
1N4728A	LOGO	47	28	A	XY
1N4729A	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAIWAN OASIS LED DATA SHEET

PART NO. : TOL-50aHRaTEa

DESCRIPTION

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

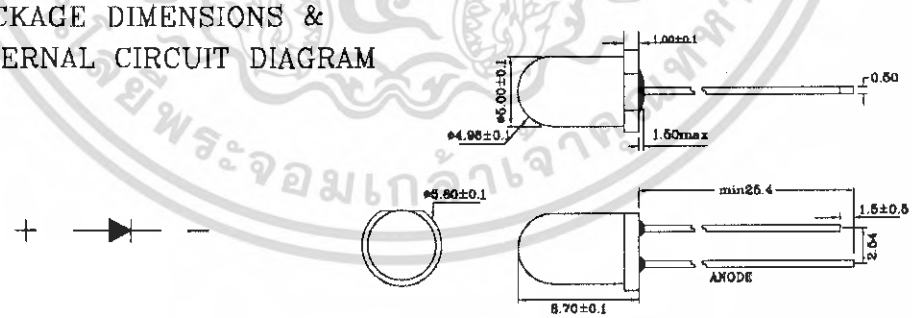
ABSOLUTE MAXIMUM RATING (Ta=25°C)

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 ---------- 260°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	λP		700		nm
SPECTRUM HALF WIDTH	If=20mA	△λ		100		nm
FORWARD VOLTAGE	If=20mA	V_F		2.25	2.50	V
REVERSE CURRENT	V_R=5V	I_R			10	μA
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	2.6:1	TOLERANCE	±0.25 ANGLE ±5°	DRAWN	华明亮	CHECKED	
UNIT	M/M	SHEET NO.	1/1	DRAWING NO.	S-50aHRaTEa-A	CUSTOMER		APPROVED	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

marktech

Photo Diode

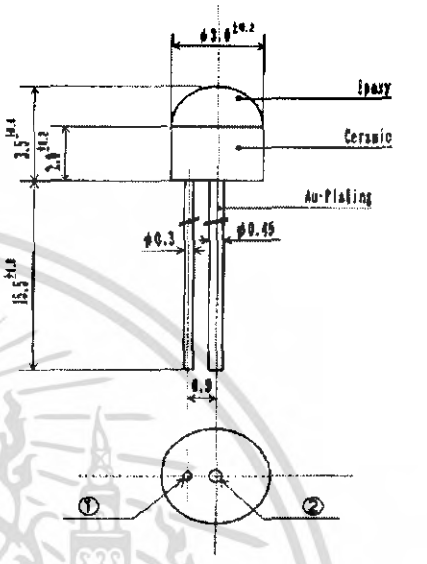
MTD2001M

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	Voc	Ee=5mW/cm²	35	-	-	V
Light Current	I_L	Vr=10V, Ee=5mW/cm²	-	20.00	-	μA
Dark Current	Io	Vr=10V	-	-	5	nA
Spectral Sensitivity	λ	-	-	400 ~ 1100	-	μA
Peak Sensitivity Wavelength	λp	-	-	950	-	V
Beam Angle	θ	-	-	± 65°	-	deg.
Junction Capacitance	C_j	1 MHz, V=0V	-	80	-	pF

* Color Temerature = 2870°K Standard Tungsten Lamp

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

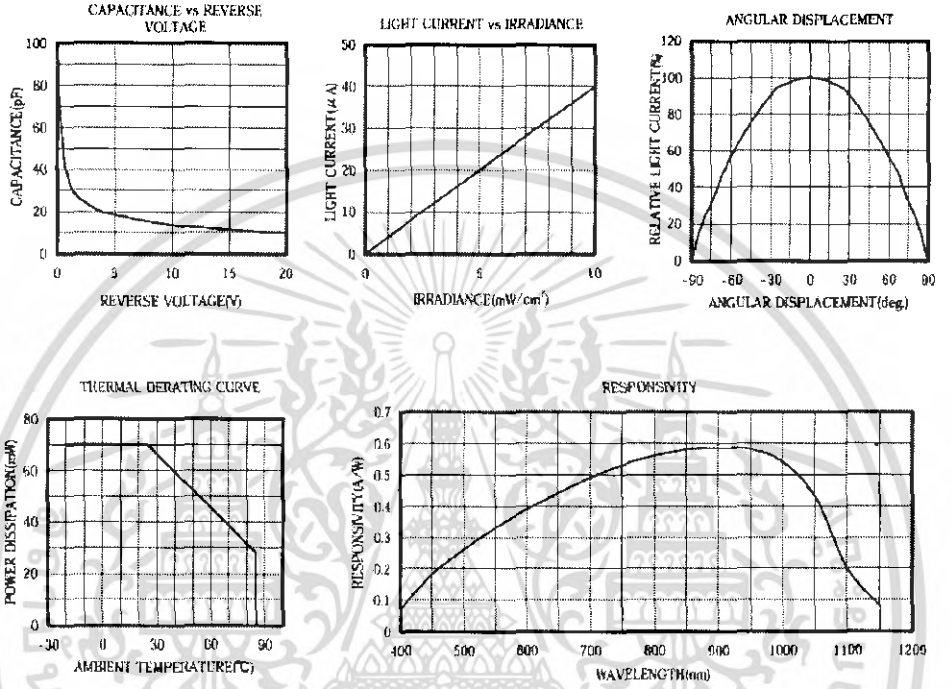
marktech

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MTD2001M Graphs



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

marktech

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOSHIBA 1SV101

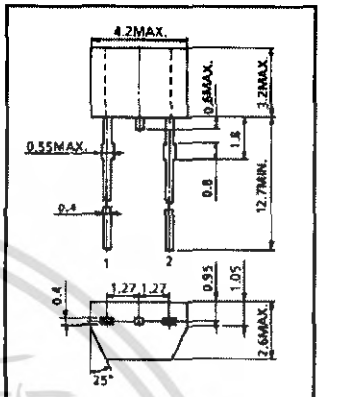
TOSHIBA VARIABLE CAPACITANCE DIODE SILICON EPITAXIAL PLANAR TYPE

1SV101

FM TUNER APPLICATIONS

Unit in mm

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



1. ANODE
2. CATHODE

JEDEC	—
EIAJ	—
TOSHIBA	1-4E1A

Weight : 0.9 g

MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Reverse Voltage	V_R	15	V
Junction Temperature	T_j	125	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55~125	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Reverse Voltage	V_R	I_R = 10 μA	15	—	—	V
Reverse Current	I_R	V_R = 15 V	—	—	10	nA
Capacitance	C_{3V}	V_R = 3 V, f = 1 MHz	28	—	32	pF
Capacitance	C_{9V}	V_R = 9 V, f = 1 MHz	12	—	14	pF
Capacitance Ratio	C_{3V}/C_{9V}	—	2.0	—	2.7	
Series Resistance	r_s	C = 30 pF, f = 50 MHz	—	0.3	0.5	Ω

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

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

and capacitance is classified as Table 1.

000707EAA2

- 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Unit : pF

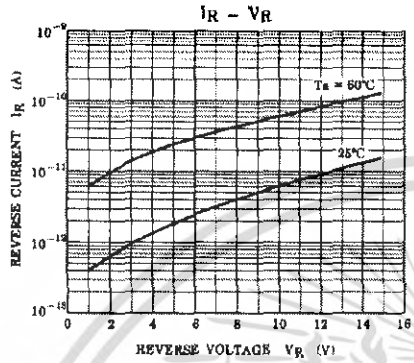
No.	C_{3V}	C_{5V}	C_{7V}	C_{9V}
1	28.20~29.04	20.50~21.11	15.65~16.11	12.066~12.427
2	28.85~29.71	20.97~21.59	16.01~16.49	12.343~12.713
3	29.51~30.39	21.44~22.08	16.38~16.87	12.627~13.005
4	30.19~31.09	21.94~22.59	16.76~17.26	12.917~13.304
5	30.89~31.81	22.45~23.12	17.15~17.66	13.214~13.610
6		22.97~23.65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

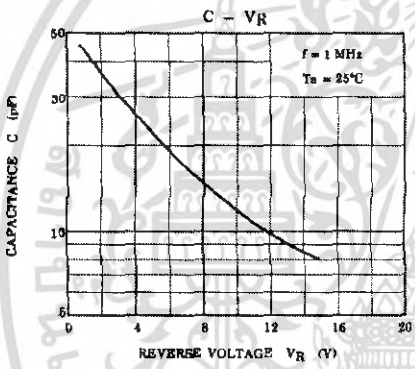
(1) The capacitance value of address classification is shown with confidence to at least ±0.5% accuracy.

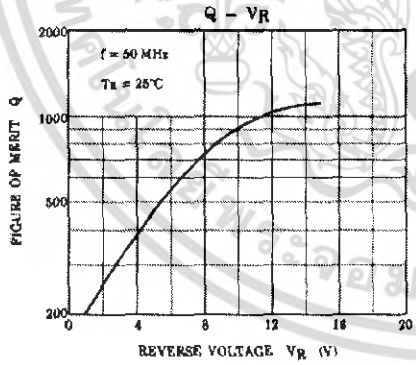
(2) The address is specified in the compounded package (or label).

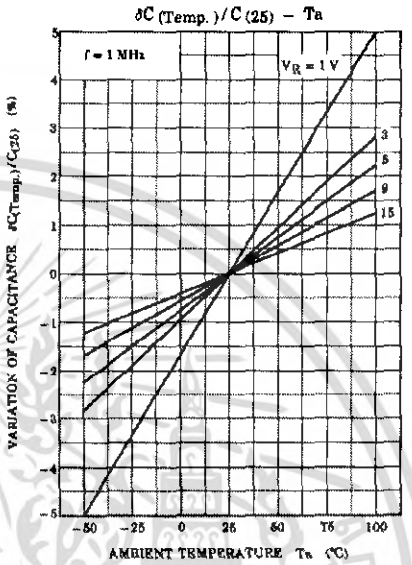
Example $\underset{(C_{3V})}{4} - \underset{(C_{5V})}{3} - \underset{(C_{7V})}{2} - \underset{(C_{9V})}{1}$

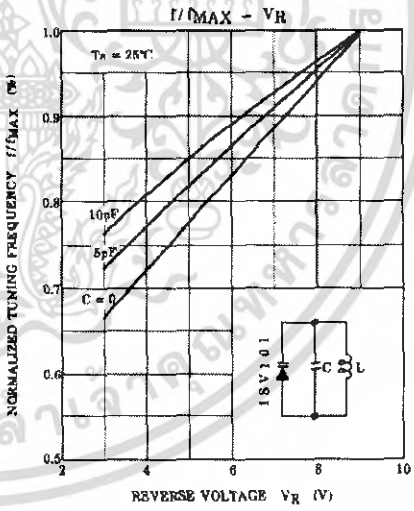
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้











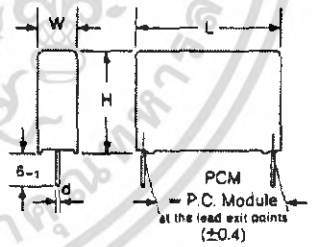
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIMA MKS 4

General Data

Capac-itance	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*
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*
3.3 „	7	16.5	26.5	22.5	10.5	19	26.5	22.5*	11	21	26.5	22.5*	13	24	31.5	27.5*				
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*				
6.8 „	10.5	19	26.5	22.5*	13	24	31.5	27.5*												
10 µF	11	21	31.5	27.5*	15	26	31.5	27.5*												
15 „	13	24	31.5	27.5*	17	34.5	31.5	27.5*												
22 „	15	26	31.5	27.5*																

Capac-itance	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*	6	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	16.5	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 ø if PCM 7.5 and 10
d = 0.8 ø if PCM 15 ... 27.5
d = 1.0 ø if PCM 27.5 and
body > 15 × 26 × 31.5

Dims. in mm.

Taped version
see page 10.

Rights reserved to amend design data without prior notification.

* AC voltage: f = 50 Hz; 1.4 × Vrms + VDC ≤ VDC (rated)

** PCM = Printed circuit module = lead spacing

* On ordering please state the required PCM (lead spacing).

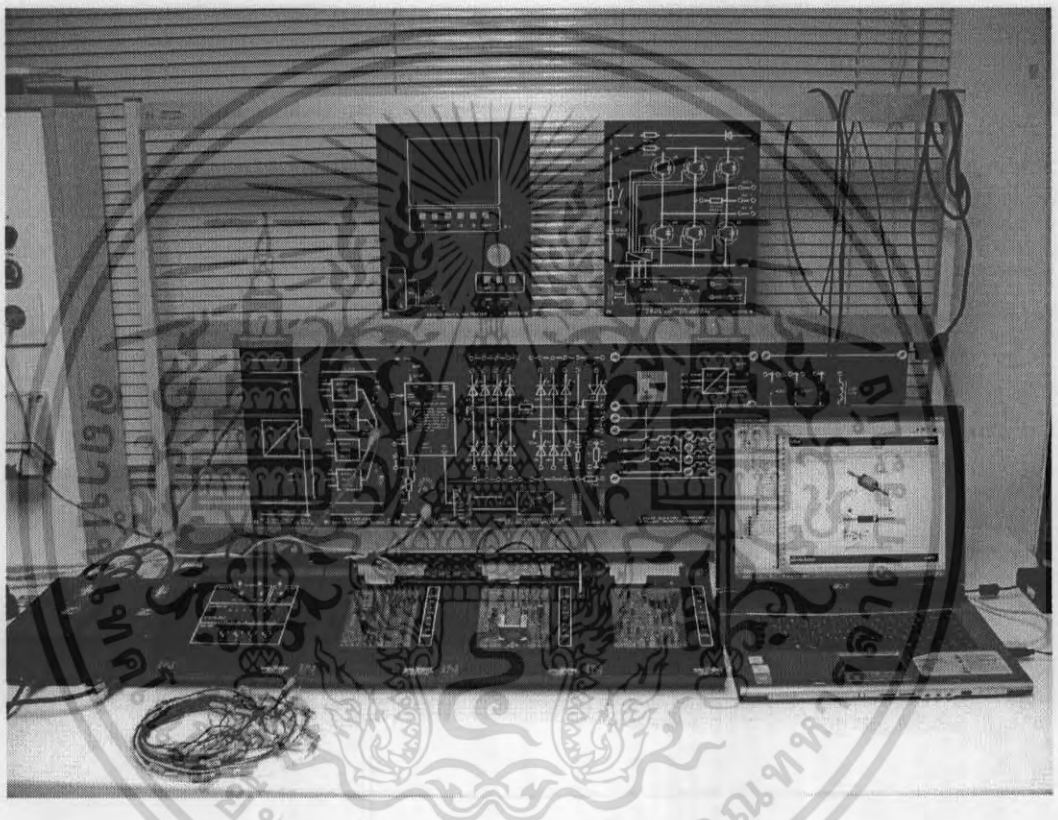
* Produced in accordance with CECC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้
ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ควรศึกษาทำความเข้าใจการใช้งานเบื้องต้นจากคู่มือให้เข้าใจก่อน เพื่อที่จะได้ลงมือปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายของชุดฝึก

2. ส่วนประกอบของชุดฝึก

2.1 ส่วนควบคุม และการเชื่อมต่อสำหรับทำการทดลอง (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 ชุดแรกจะต่อเข้ากับร่องเสียบสายขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับการต่อวงจร ส่วนกราวด์ของดิจิตอลอินพุตจะถูกต่อเข้ากับชุดทดลองเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อนาลอก อินพุต (Analog inputs)

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

5. อนาลอก เอาต์พุต (Analog Outputs)

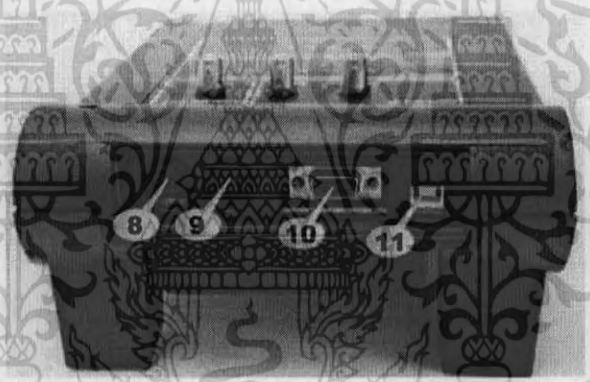
โดยทั่วไปสิ่งที่นำออกมาจากอนาลอกเอาต์พุตจะมีความเร็วสูง สามารถต่อได้จากหัว BNC หรือต่อจากจุด S และ GND ด้วยร่องเสียบขนาด 2 มิลิเมตร ถูกใช้ให้เป็นตัวเครื่องกำเนิดสัญญาณจากฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์

6. พอร์ตเชื่อมต่อ 96 ขา (96 PIN VG terminal)

เป็นพอร์ตที่เชื่อมต่อระหว่างบอร์ดควมคุม กับบอร์ดสำหรับผู้ทดลอง ซึ่งรายละเอียดของขาสามารถดูเพิ่มในหัวข้อรายละเอียดของ Pin configuration of VG terminal

7. ไฟแสดงสถานะ (Status display)

เป็นหลอดแอลอีดี จะติดสว่างเมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟหลักเข้ากับชุดฝึก



รูปที่ จ.2 จุดเชื่อมต่อต่างๆ

จากรูปที่ จ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

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

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

9. จุดเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก (Connecting the main power supply unit)

เป็นจุดต่อแหล่งจ่ายไฟหลักหมายเลข SO4203-2A เป็นจุดจ่ายแรงดันให้กับส่วนควบคุมของชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จุดเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม (RS232)

สำหรับการปฏิบัติงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ คุณต้องเชื่อมต่อจุดนี้เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์แต่อย่างไรก็ตามแนะนำให้ใช้พอร์ต USB เนื่องจากมีความเร็วสูงกว่าในการส่งถ่ายข้อมูล

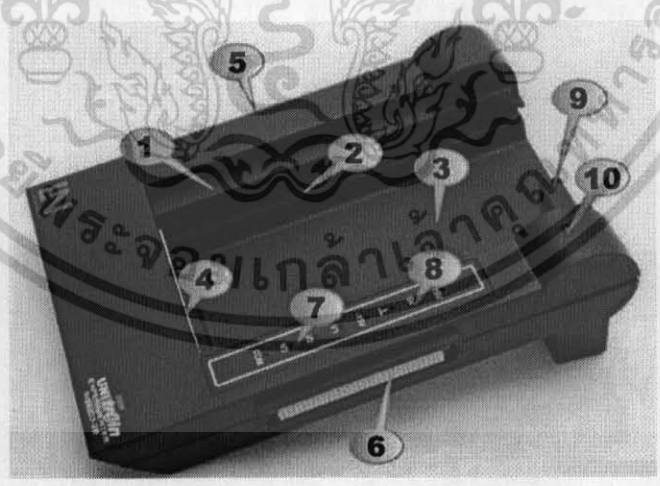
ตารางที่ จ.1 รายละเอียดของตำแหน่งขาพอร์ตอนุกรม (RS232)

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.3 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. จุดวางการ์ดทดลอง (Breadboard seating)

เป็นช่องว่างสำหรับวางการ์ดทดลองของชุดทดลอง

2. ที่บรรจุการ์ดทดลอง (Guide for Uni*Tr@in*-I experiment cards)

ใช้สำหรับยึดการ์ดทดลองให้แน่นจนรู้สึกว่าต่อกันได้สนิท และพร้อมสำหรับการทดลองใบงาน

3. จุดวาง (Recess)

เป็นพื้นที่สำหรับใช้วางมัลติมิเตอร์ (ในชุดฝึกปฏิบัตินี้เราไม่ได้ใช้มัลติมิเตอร์จากภายนอก)

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. แรงดันเอาท์พุท (Voltage outputs)

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

8. แหล่งจ่ายแรงดันคงที่ (Fixed-voltage outputs)

เป็นแหล่งจ่ายไฟที่ถูกกำหนด ได้แก่ +15V, +5V และ -15V

9. ส่วนติดต่ออินฟราเรด (Infrared interface)

10. ไฟแสดงสถานะ (Status display)

เป็นหลอดแอลอีดี จะติดสว่างเมื่อต่อแหล่งจ่ายไฟหลักเข้ากับชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.4 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 จ.5 จุดเชื่อมต่อหัว E11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. SO4203-2A Interface

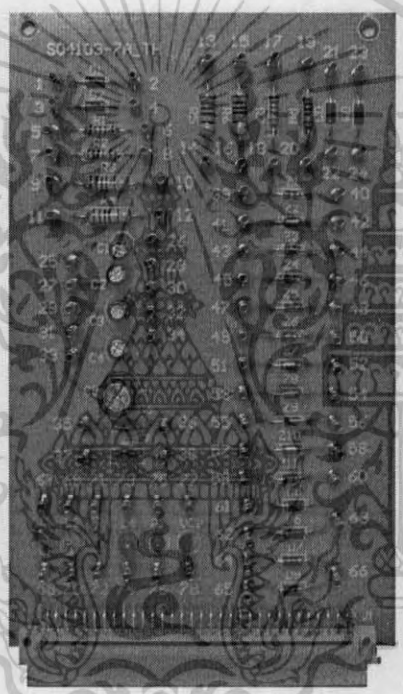
เป็นแหล่งจ่ายไฟแรงดันที่ป้อนให้กับส่วนควบคุมของชุดฝึก ต่อเข้ากับจุดเชื่อมต่อแหล่งจ่ายหลักที่กล่าวมาข้างต้น

2. SO4203-2D Experimenter

เป็นแหล่งจ่ายไฟแรงดันที่ป้อนให้กับ V1, V2, และ V3 เท่านั้น ต่อเข้ากับจุดเชื่อมต่อแหล่งจ่าย

3. การ์ดสำหรับการทดลอง

3.1 การ์ด SO4103-7A_TH



รูปที่ จ.6 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7A_TH

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการใช้งาน และควบคุม

สามารถใช้งานร่วมกับ 'Interface' control elements and connections

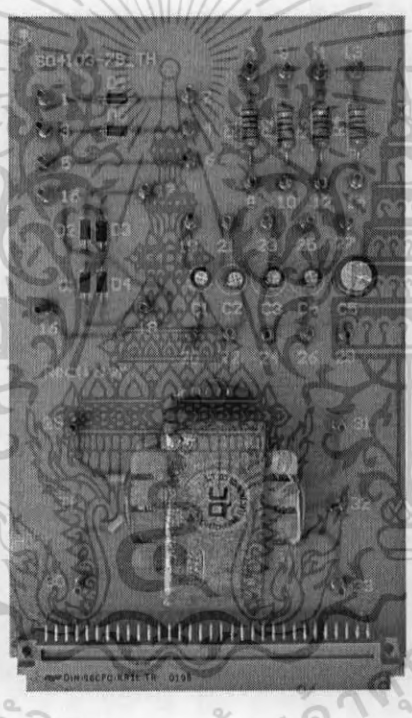
สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัด Measuring Devices ดังนี้ Voltmeter A, Voltmeter B, Amperemeter A, Amperemeter B และ Power Meter

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 จ.7 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7B_TH

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

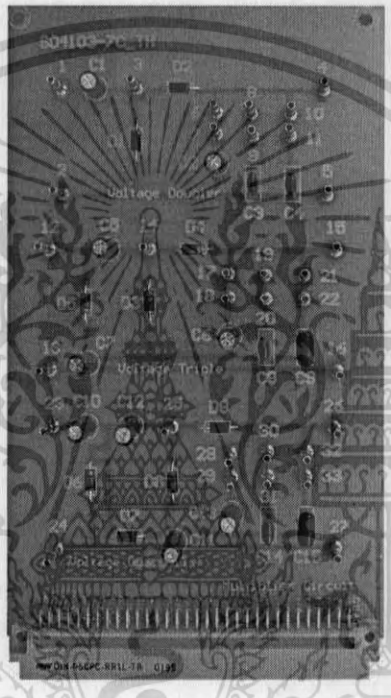
ความสามารถในการใช้งาน และควบคุม

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 จ.8 ลักษณะการ์ดทดลอง SO4103-7C_TH

Eurocard SO4103-7C_TH ใช้ในการทดลองชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ในใบงานการทดลองวงจรทวีแรงดัน 2, 3 และ 4 เท่า

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้งานร่วมกับ Voltage Sources ดังนี้ Function Generator และ DC Source

4. การติดตั้งและใช้งาน

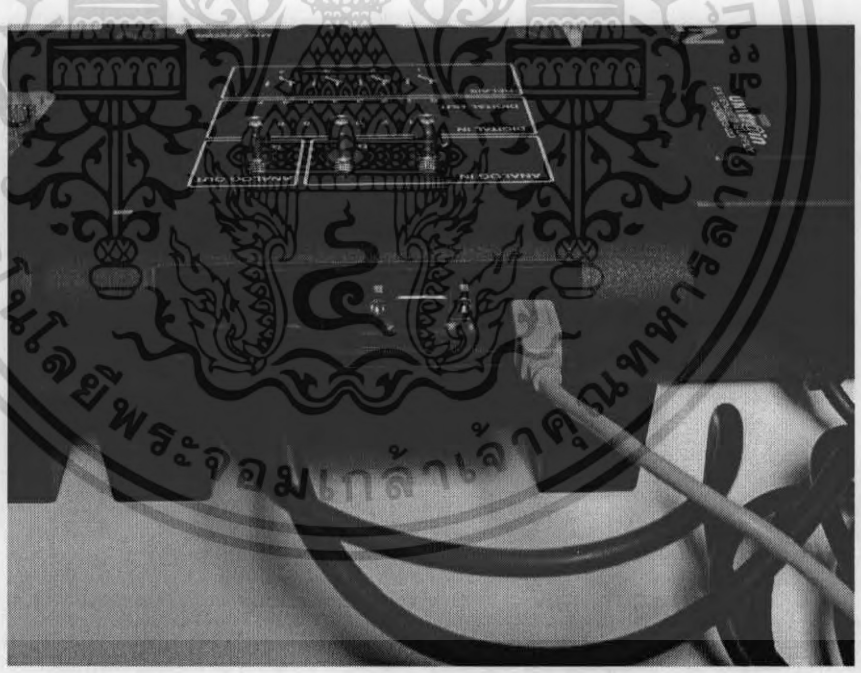
1. ประกอบชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงที่จุดเชื่อมต่อ connecting the USB โดยผ่านสายสัญญาณ USB เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ จ.9 การต่อสาย USB เข้ากับชุดฝึก

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

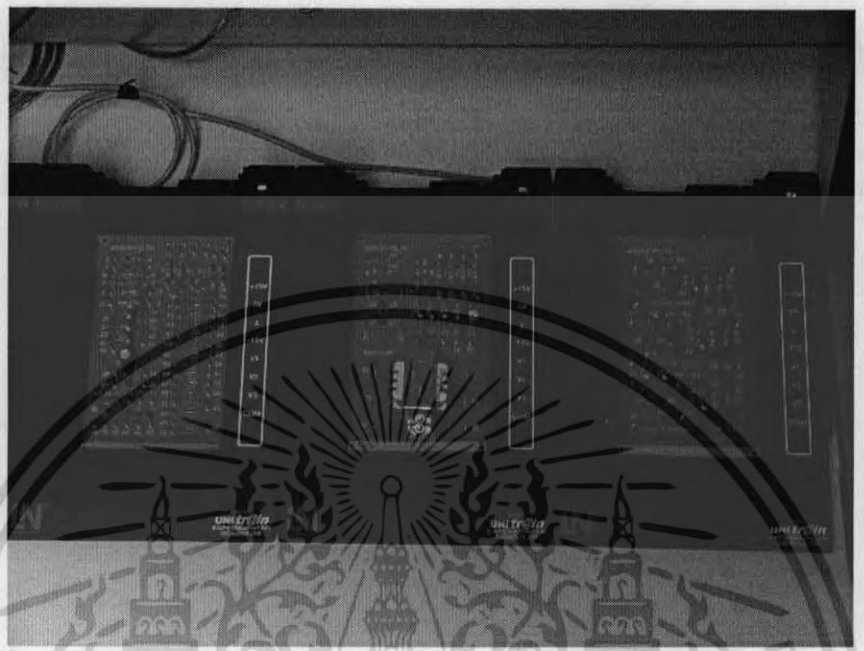
รูปที่ จ.10 การต่อแหล่งจ่ายให้กับชุดฝึก



รูปที่ จ.11 การต่อสายจากแหล่งจ่ายเข้ากับชุดควบคุม

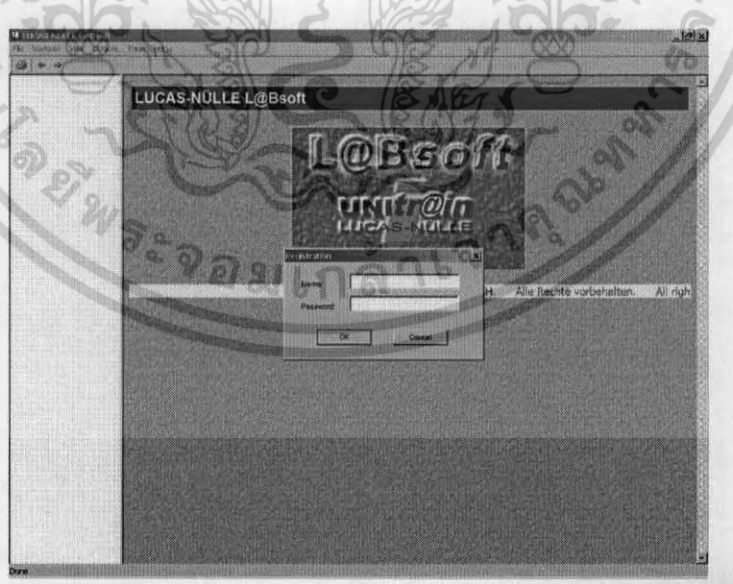
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำการ์ดการทดลอง เสียบเข้ากับบอร์ด Breadboard (SO4203-2C)



รูปที่ จ.12 การนำการ์ดเสียบลงตัวควบคุมสำหรับผู้ทดลอง

4. เปิดโปรแกรม Labsoft.EXE



รูปที่ จ.13 หน้าต่างโปรแกรม Labsoft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการต่อวงจรตามใบงาน

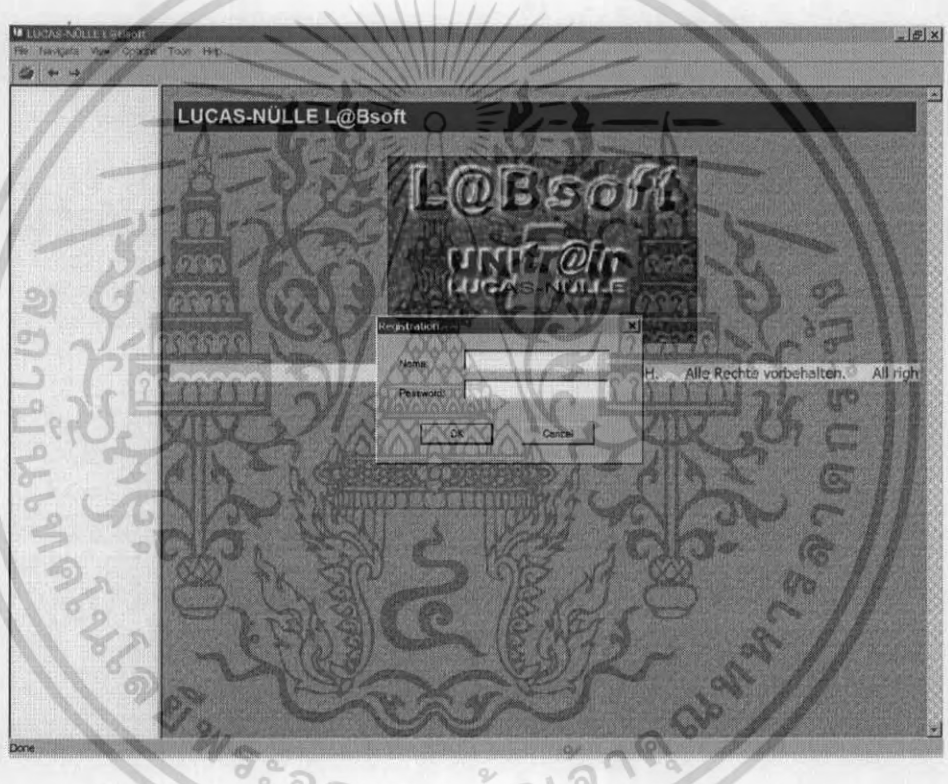
6. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ตามใบงาน

7. ทำการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Labsoft

8. ทำการวัดสัญญาณอินพุต และเอาต์พุต พร้อมบันทึกผลการทดลอง

5. การใช้งานโปรแกรม L@Bsoft เพื่อทดลองใบงาน

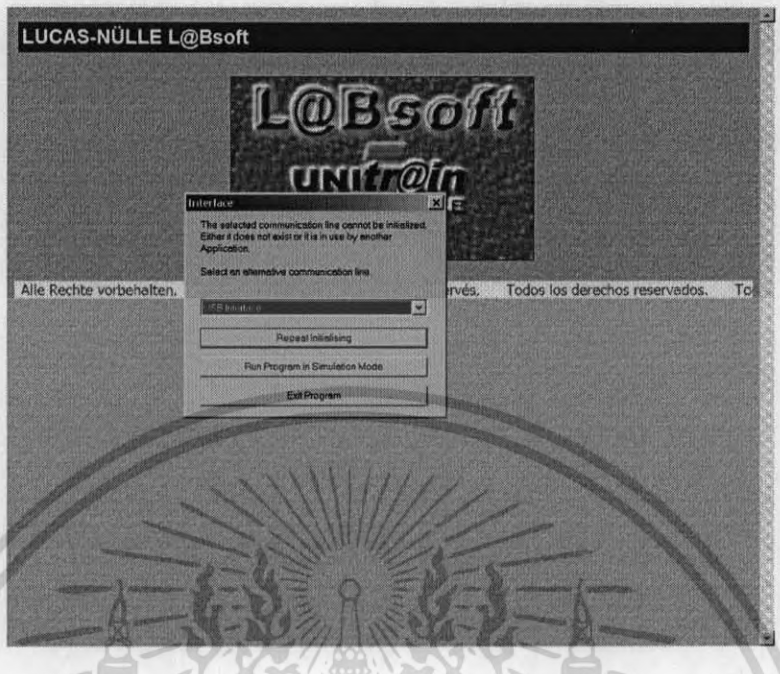
1. เลือก Start - All Program - UniTr@in - L@Bsoft จะปรากฏหน้าต่าง LUCASS-NULLE L@Bsoft จะปรากฏหน้าต่างให้กรอกชื่อนักศึกษา หรือกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน พร้อมด้วย Password ดังรูปที่ จ.14



รูปที่ จ.14 หน้าต่างให้กรอกชื่อ และรหัสของโปรแกรม Labsoft

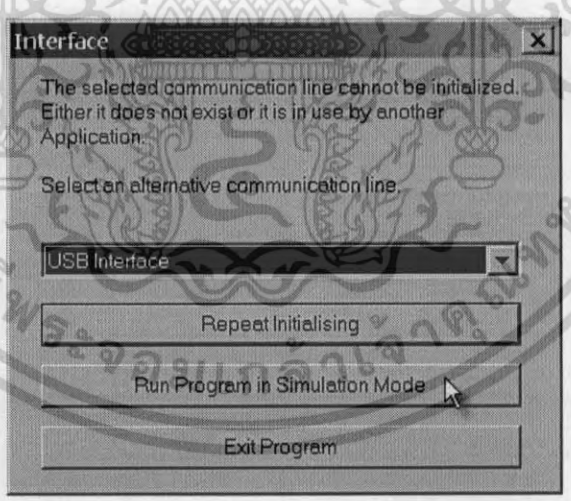
2. เมื่อกรอกชื่อนักศึกษา หรือกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน พร้อมด้วย Password เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม Ok จะปรากฏหน้าต่าง Interface ดังรูปที่ จ.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.15 ปรากฏหน้าต่าง Interface

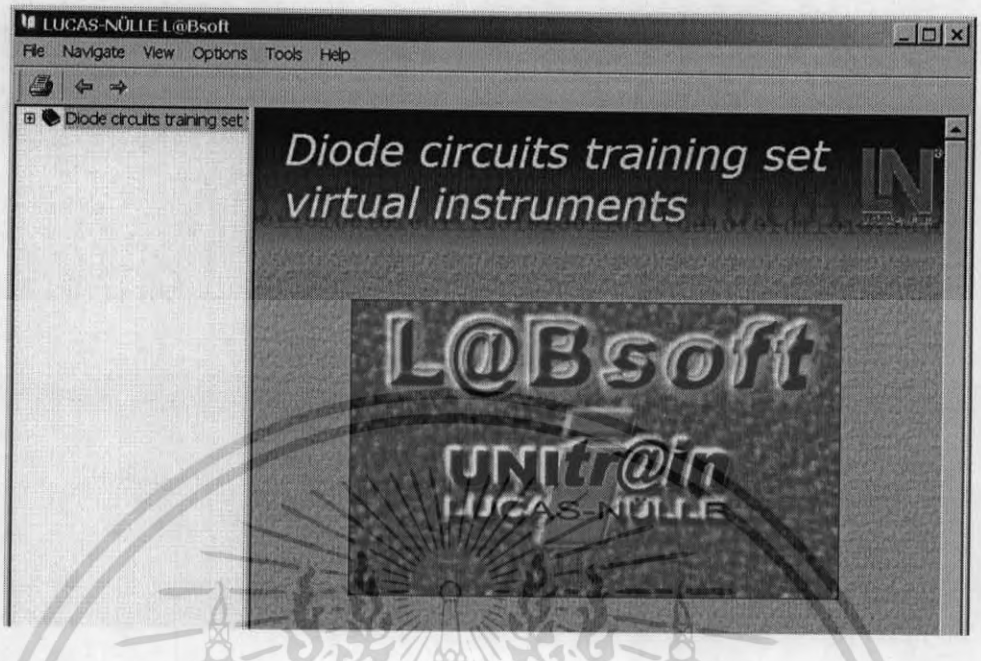
3. ให้เลือกจุดเชื่อมต่อแบบ USB Interface ดังรูปที่ จ.16



รูปที่ จ.16 การเลือกพอร์ตเชื่อมต่อ

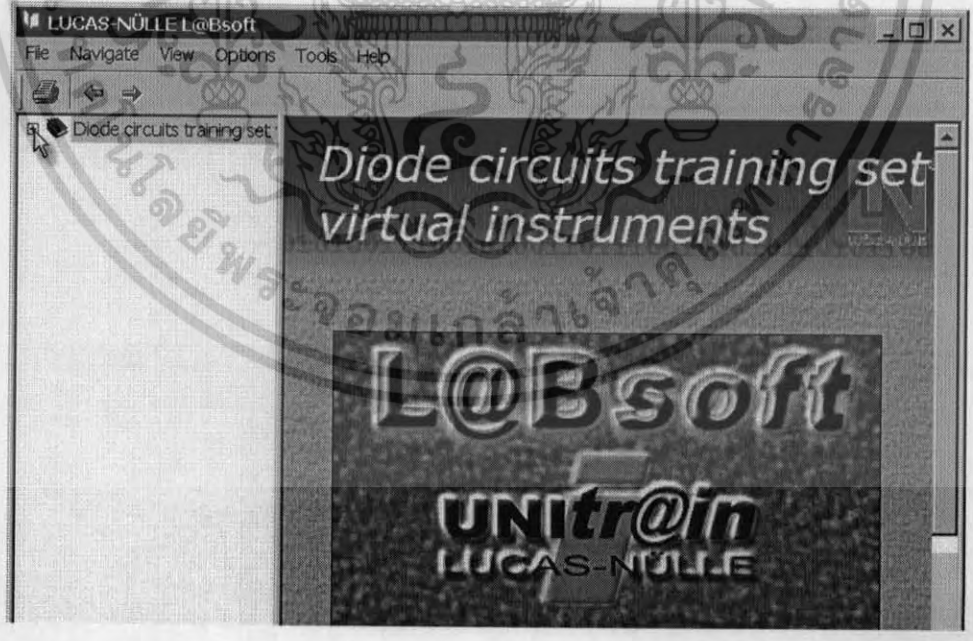
4. จากนั้นให้กดปุ่ม Run Program in Simulation Mode จะเข้าสู่การทดลอง Diode circuits training set virtual instruments ดังรูปที่ จ.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.17 เข้าสู่การทดลอง Diode circuits training set virtual instruments

5. เลื่อนเมาส์คลิกที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือ Diode circuits training set virtual instruments ดังรูปที่ จ.18



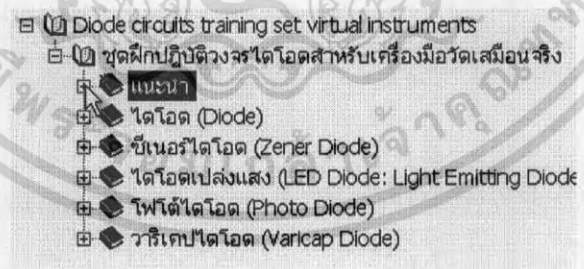
รูปที่ จ.18 เริ่มต้นใช้งานชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

รูปที่ จ.19 เมนูย่อยของชุดฝึก

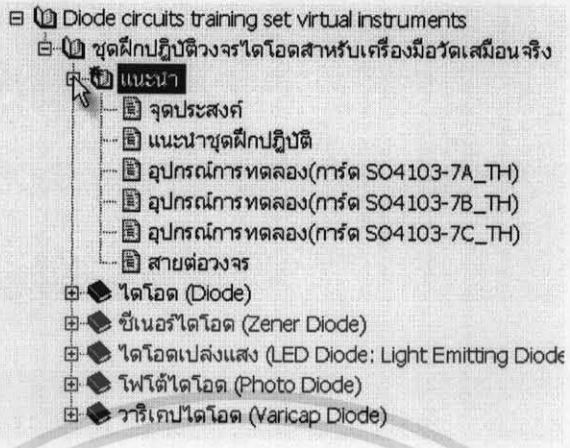
7. เลื่อนเมาส์คลิกที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือของเมนูแนะนำ ดังรูปที่ จ.20



รูปที่ จ.20 การเลือกเมนูแนะนำ

8. จะปรากฏหน้าต่างเมนูย่อยของแนะนำ ดังรูปที่ จ.21

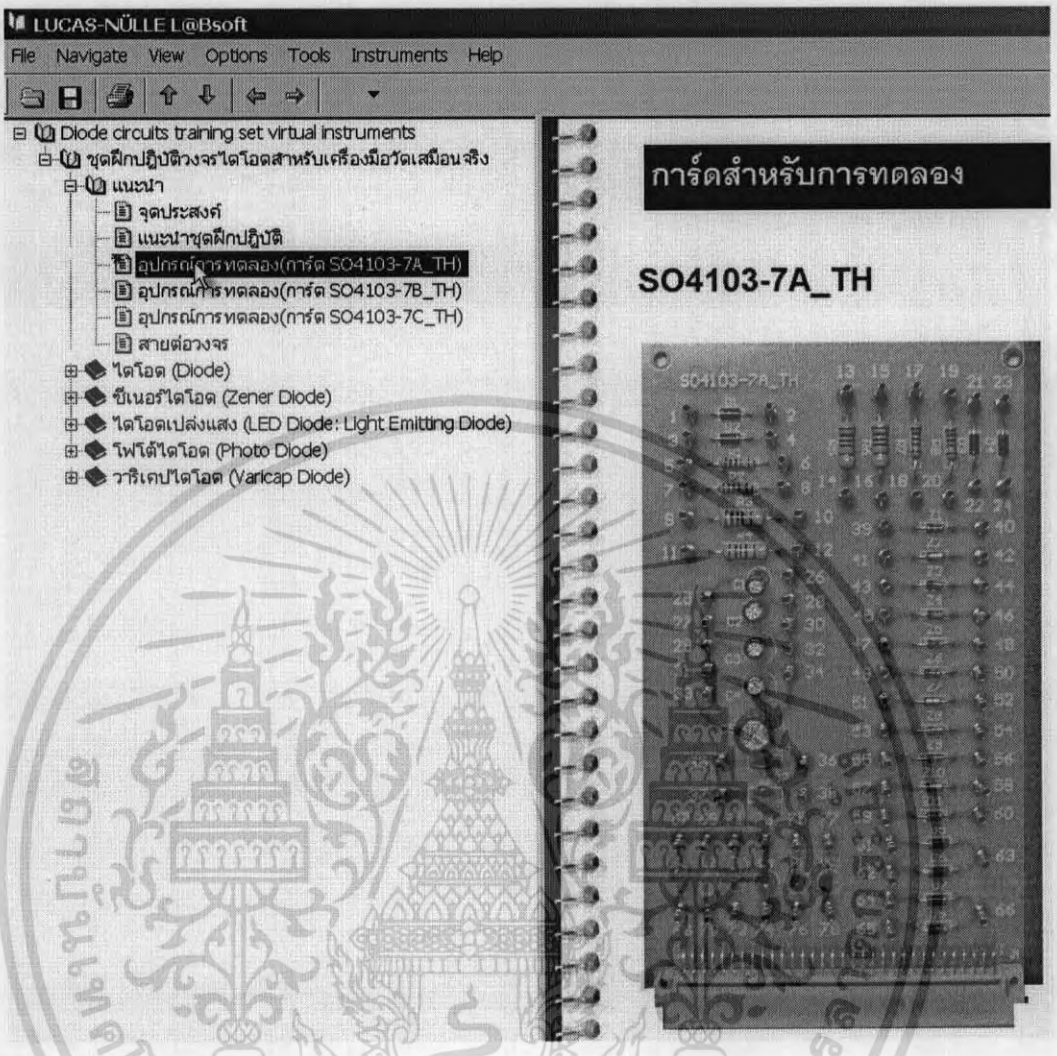
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.21 เมนูย่อยของแนะนำ

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

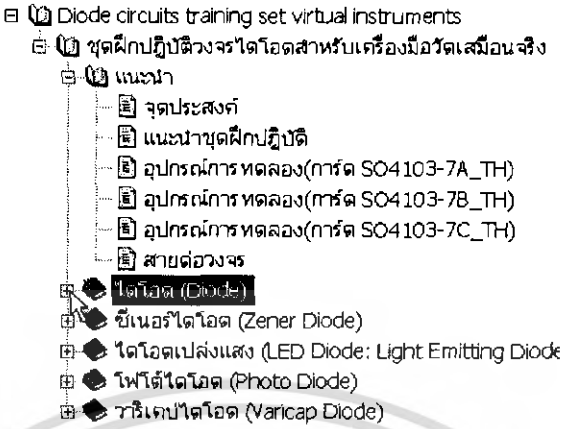
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.22 การ์ดชุดฝึก และรายละเอียดของการ์ด

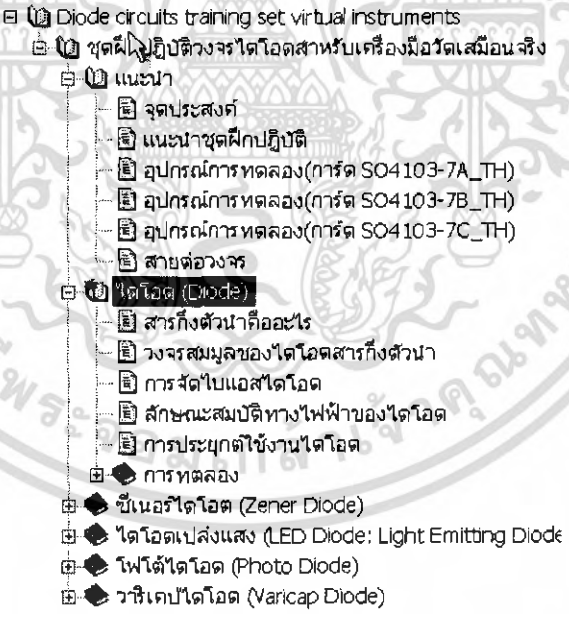
10. เมื่ออ่านคำแนะนำทั้งหมดแล้ว ให้ทำการศึกษาเนื้อหาสารกึ่งตัวนำ โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือของไดโอด ในที่จะข้อศึกษาเนื้อหาของไดโอดเท่านั้น ดังรูปที่ จ.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.23 การเลือกเนื้อหาของไดโอด

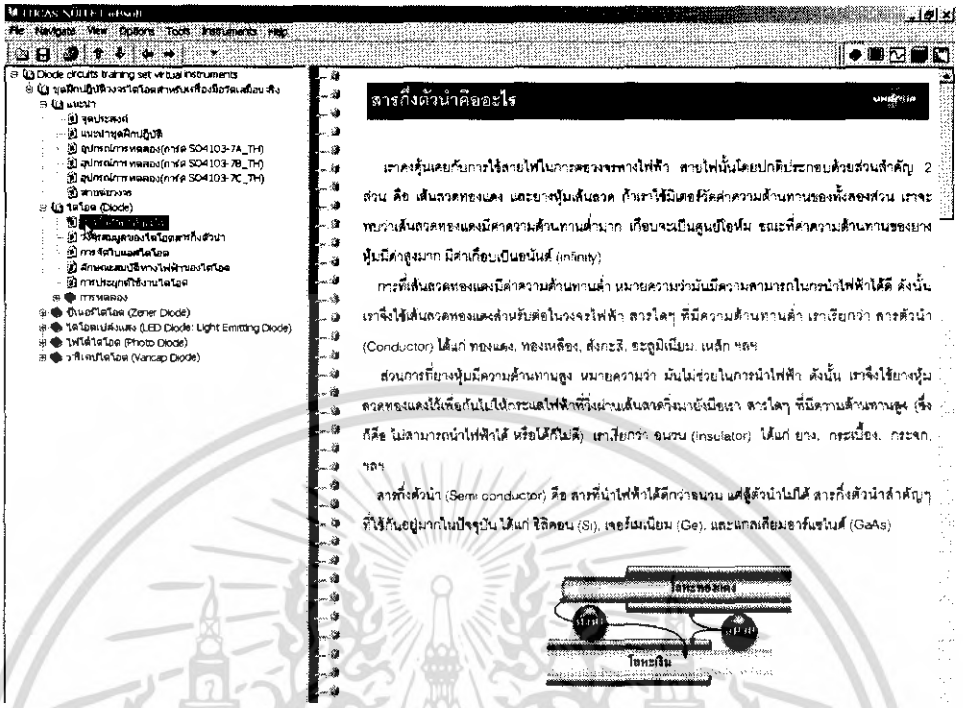
11. จากนั้นให้คลิกเครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือของไดโอด จะปรากฏเมนูย่อยของเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย สารกึ่งตัวนำคืออะไร, วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ, การจัดไบแอสไดโอด, ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของไดโอด, การประยุกต์ใช้งาน ดังรูปที่ จ.24



รูปที่ จ.24 เมนูย่อยของเนื้อหาของไดโอด

12. ให้ลองคลิกเนื้อหา จะปรากฏเนื้อหาของไดโอด ดังรูปที่ จ.25

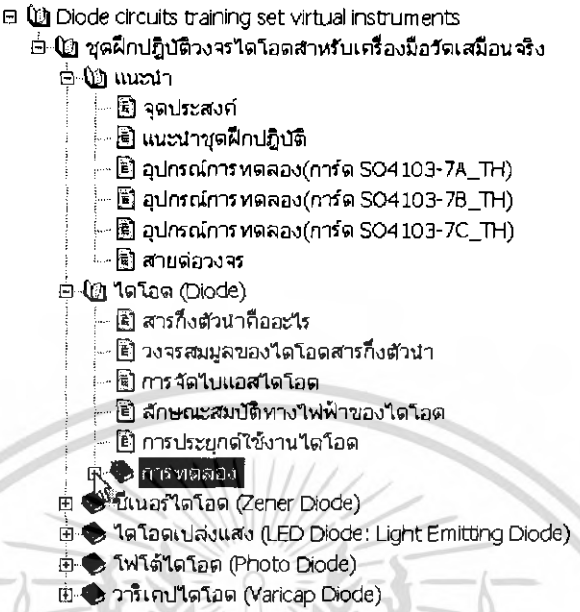
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.25 ตัวอย่างของเนื้อหาของไดโอด

13. เมื่อศึกษาเนื้อหาไดโอดเบื้องต้นแล้ว ให้ทดลองปฏิบัติชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยการเลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายบวกรูปหน้าหนังสือการทดลอง ดังรูปที่ จ.26

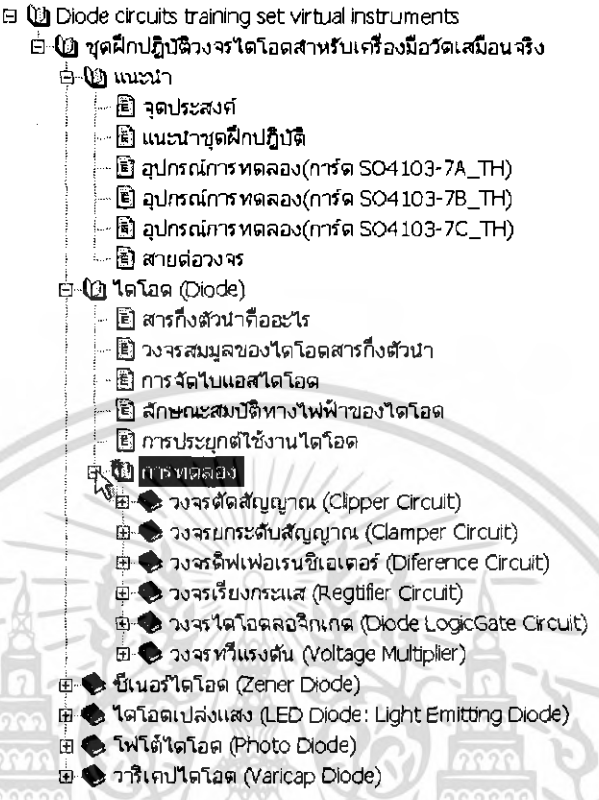
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.26 การเลือกการทดลองไดโอด

14. จะปรากฏเมนูย่อยของการทดลอง จัดเป็นหัวข้อของวงจรการทดลอง ดังรูปที่ จ.27

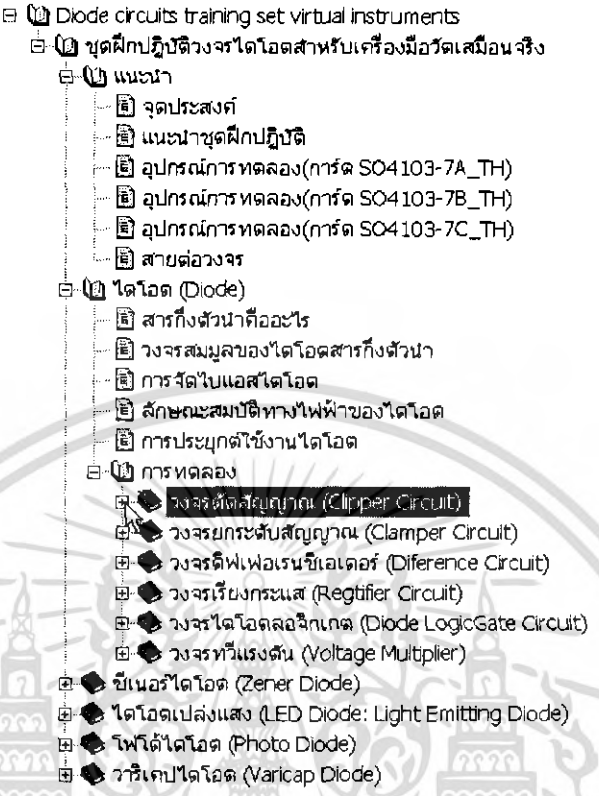
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.27 เมนูย่อยของการทดลองวงจรไดโอด

15. เลื่อนเมาส์ไปที่เครื่องหมายบวกหน้ารูปหนังสือวงจรตัดสัญญาณ (Clipper Circuit) ดังรูปที่ จ.28

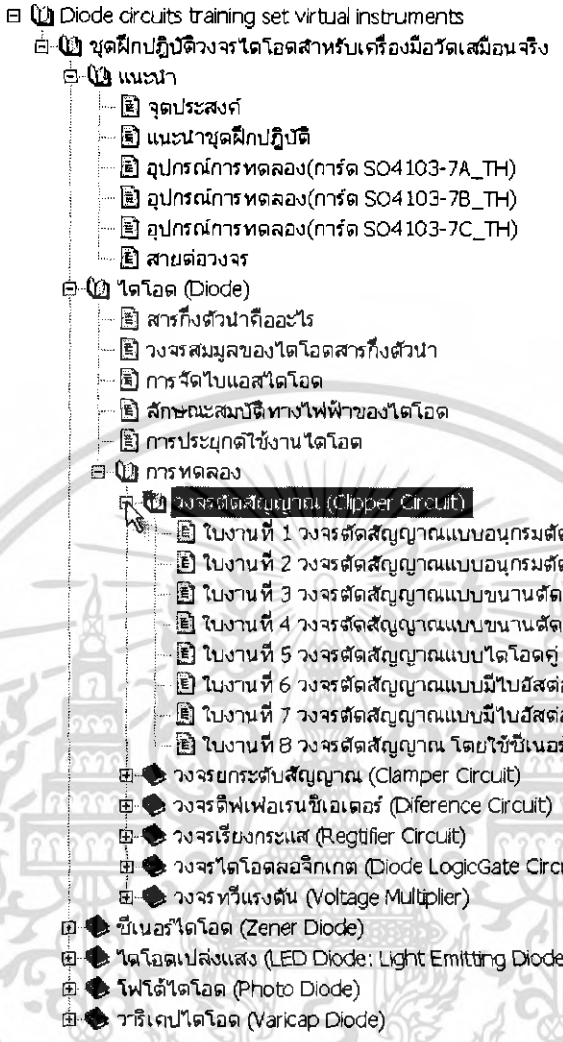
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.28 การเลือกหัวข้อการทดลอง

16. ให้ลองคลิกการทดลองวงจรตัดสัญญาณ จะปรากฏเมนูย่อยของการทดลองวงจรตัดสัญญาณ โดยเรียงลำดับการทดลองจากใบงานที่ 1 ถึง 8 ดังรูปที่ จ.29

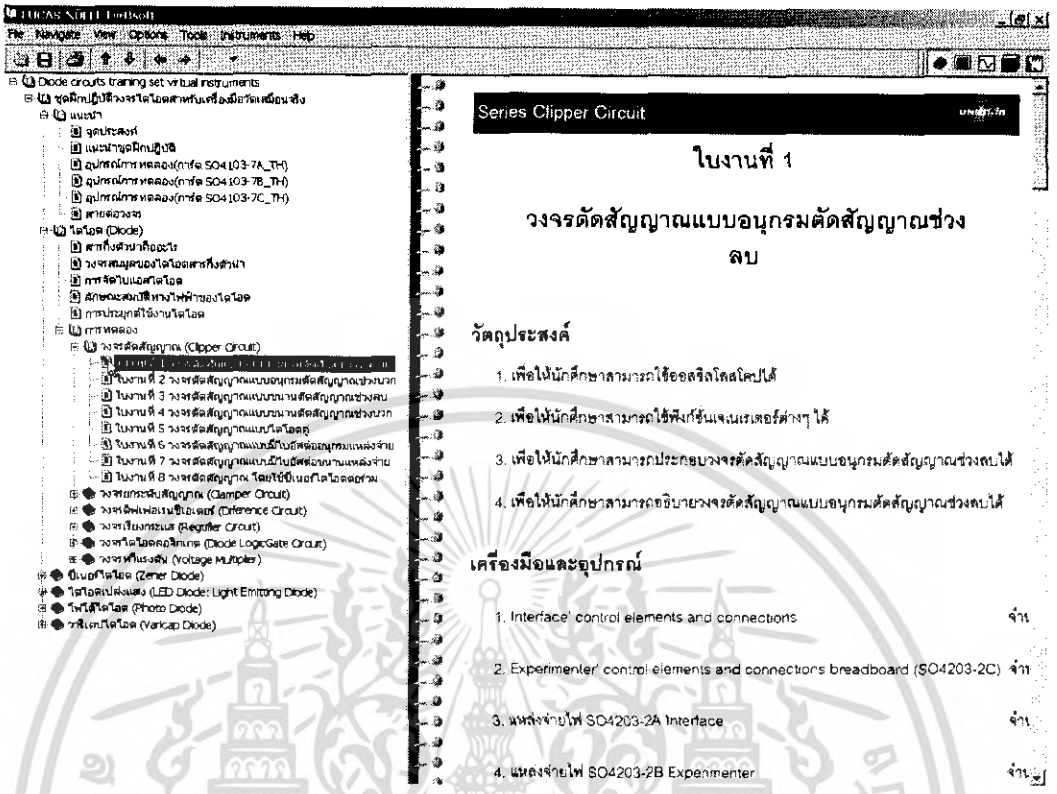
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.29 เมนูย่อยของใบงานวงจรตัดสัญญาณ

17. ให้ลองคลิกใบงานที่ 1 จะปรากฏใบงานที่ 1 เรื่องวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ ดังรูปที่ จ.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

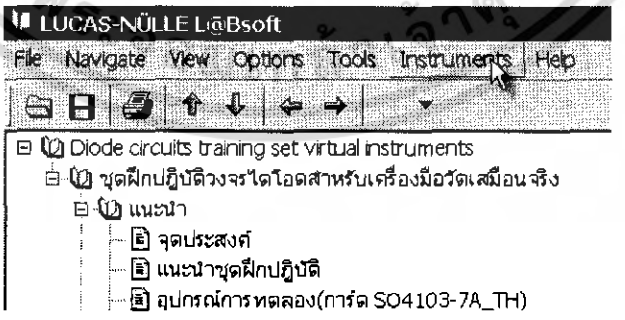


รูปที่ จ.30 ตัวอย่างใบงาน

20. ให้ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนการทดลอง จนเสร็จสิ้น

ในส่วนการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

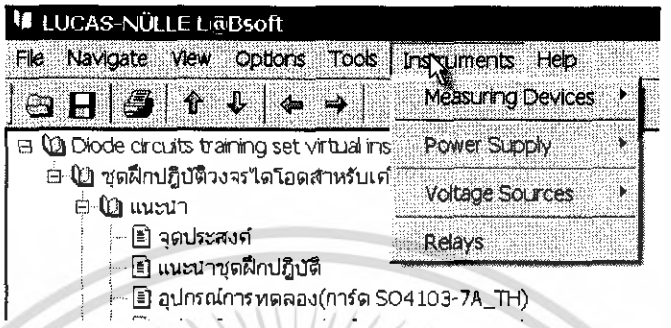
21. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments ดังรูปที่ จ.31



รูปที่ จ.31 เมนูบาร์ของ Instruments

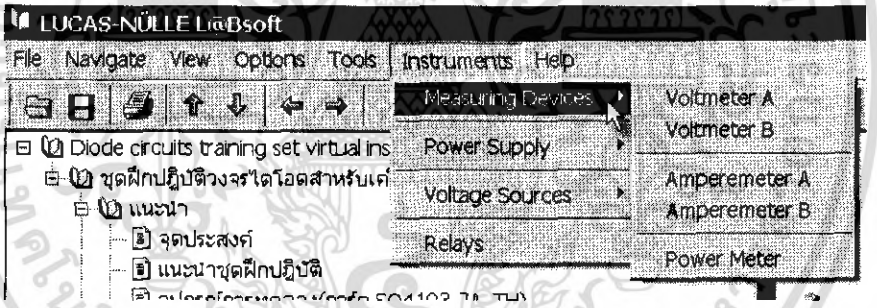
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ จ.32 การเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จาก Instruments

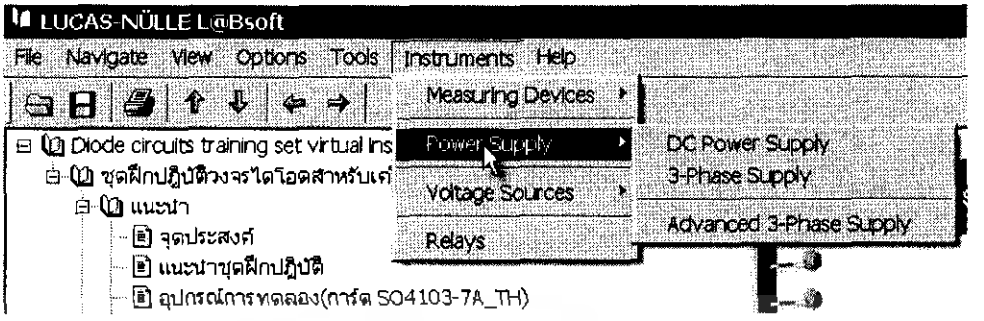
23. ให้คลิกเมนู Measuring Devices จะปรากฏเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ซึ่งในชุดฝึกนี้จะใช้ Voltmeter A และ Voltmeter B เท่านั้น ดังรูปที่ จ.33



รูปที่ จ.33 รายการอุปกรณ์ของ Measuring Devices ทั้งหมด

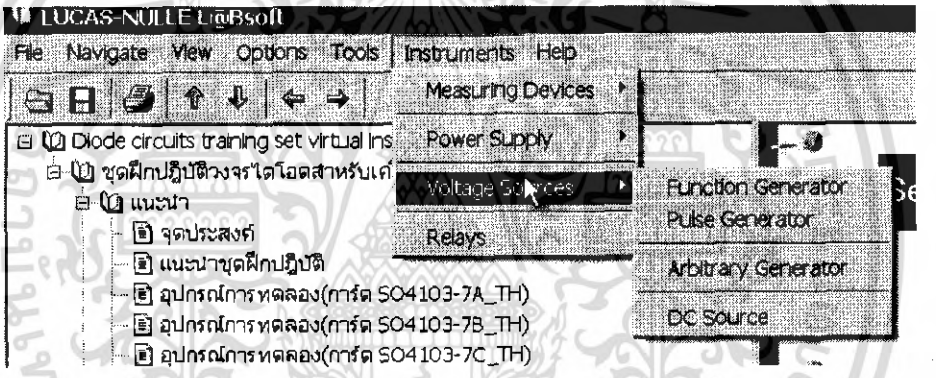
24. ทดลองคลิกเมนู Power Supply จะปรากฏแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงและกระแสสลับ ดังรูปที่ จ. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

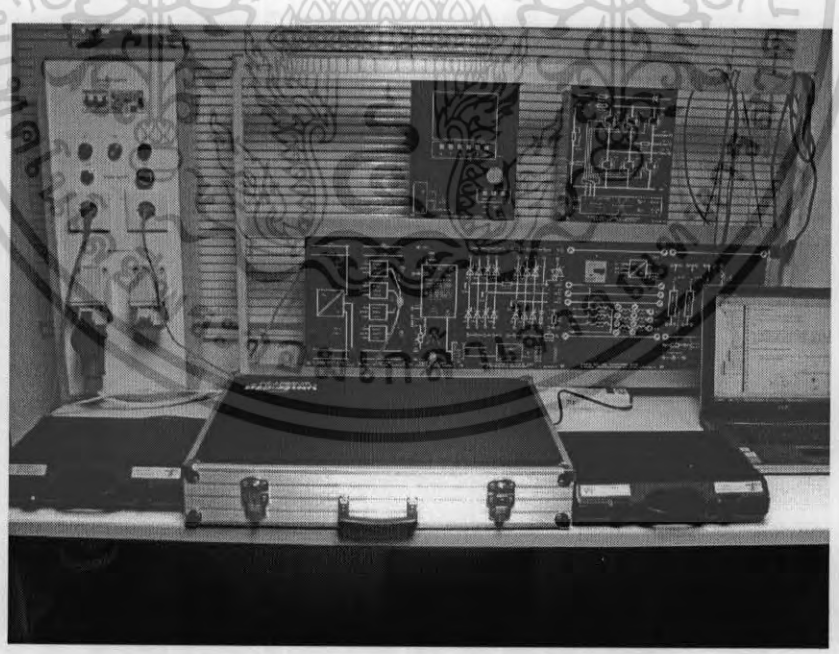
6.1 การดูแลรักษา

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.36 การจัดเก็บชุดฝึกไว้ในกล่อง

4. ปิดฝากล่องให้มิดชิด และจัดวางชุดฝึกให้เรียบร้อยอย่าปล่อยให้ขว้างทางเท้า



รูปที่ จ.37 การจัดวางชุดฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อควรระวัง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นแบบฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในการติดต่อชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

```
<? Xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<Config Version="100" UserPath="C:\Program Files\LUCAS-
NULLE\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 &amp;quot;Control Techniques
1&amp;quot;"
      Group="Diode circuits training set virtual instruments"
      Location="C:\Program Files\LUCAS-
NULLE\L@BSOFT\BooksENU\Semiconductors\"   Toolset="00"/>
      </Courses>
</Config>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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="การ์ดทดลอง" identifierref="การ์ดทดลอง_01">
<title>อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7A_TH)</title>
</item>
<item identifier="การ์ดทดลอง" identifierref="การ์ดทดลอง_02">
<title>อุปกรณ์การทดลอง(การ์ด SO4103-7B_TH)</title>
</item>
<item identifier="การ์ดทดลอง" identifierref="การ์ดทดลอง_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="คู่มือการงานเบื้องต้น" identifierref="การใช้งานโปรแกรม_01">
<title>วิดีโอตัวอย่างการใช้โปรแกรม Labsoft</title>
</item>
<item identifier="คู่มือการงานเบื้องต้น" 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_02">
<title>วงจรสมมูลของไดโอดสารกึ่งตัวนำ</title>
</item>
<item identifier="ไดโอด" identifierref="ไดโอด_03">
<title>การจัดไบแอสไดโอด</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>การทดลอง</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>วงจรยกระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<item identifier="วงจรยกระดับสัญญาณ" identifierref="วงจรยกระดับสัญญาณ_01">
<title>ใบงานที่ 9 วงจรยกระดับสัญญาณ แบบยกระดับสัญญาณด้านบวก</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ (Diference Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์" identifierref="วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์_01">
<title>ใบงานที่ 10 วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์สัญญาณด้านบวก</title>
</item>
<item identifier="วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์" identifierref="วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์_02">
<title>ใบงานที่ 11 วงจรดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์สัญญาณด้านลบ</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>วงจรเรียงกระแส (Regtifier Circuit)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส" identifierref="วงจรเรียงกระแส_01">
<title>ใบงานที่ 12 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Haft Wave Rectifier Circuit)</title>
</item>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส" identifierref="วงจรเรียงกระแส_02">
<title>ใบงานที่ 13 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full wave Rectifier Circuit)</title>
</item>
<item identifier="วงจรเรียงกระแส" identifierref="วงจรเรียงกระแส_03">
<title>ใบงานที่ 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>ใบงานที่ 15 แอนด์เกต (AND GATE)</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต" identifierref="OR GATE">
<title>ใบงานที่ 16 ออร์เกต (OR GATE)</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต" identifierref="NOT GATE">
<title>ใบงานที่ 17 นอตเกต (NOT GATE)</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต" identifierref="NAND GATE">
<title>ใบงานที่ 18 แนนด์เกต (NAND GATE)</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดลอจิกเกต" identifierref="NOR GATE">
<title>ใบงานที่ 19 นอร์เกต (NOR GATE)</title>
</item>
</item>
<item identifier="Diodes07">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<title>วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรทวีแรงดัน" identifierref="วงจรทวีแรงดัน_01">
<title>ใบงานที่ 20 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า (Voltage Double)</title>
</item>
<item identifier="วงจรทวีแรงดัน" identifierref="วงจรทวีแรงดัน_02">
<title>ใบงานที่ 21 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า (Voltage Triple)</title>
</item>
<item identifier="วงจรทวีแรงดัน" identifierref="วงจรทวีแรงดัน_03">
<title>ใบงานที่ 22 วงจรทวีแรงดัน 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="วงจรซีเนอร์ไดโอด" identifierref="วงจรซีเนอร์ไดโอด_01">
<title>ใบงานที่ 23 การหาคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดแต่ละเบอร์</title>
</item>
<item identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด" identifierref="วงจรซีเนอร์ไดโอด_02">
<title>ใบงานที่ 24 วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด</title>
</item>
<item identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด" identifierref="วงจรซีเนอร์ไดโอด_03">
<title>ใบงานที่ 25 วงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับ</title>
</item>
<item identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด" identifierref="วงจรซีเนอร์ไดโอด_04">
<title>ใบงานที่ 26 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด</title>
</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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน</title>
</item>
<item identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง" identifierref="วงจรไดโอดเปล่งแสง_04">
<title>ใบงานที่ 30 การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กันอย่างไม่ถูกต้อง </title>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="50">
<title>โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="โฟโต้ไดโอด" identifierref="โฟโต้ไดโอด_01">
<title>โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)</title>
</item>
<item identifier="โฟโต้ไดโอด" identifierref="โฟโต้ไดโอด_02">
<title>การต่อใช้งานโฟโต้ไดโอด</title>
</item>
<item identifier="Diodes07">
<title>การทดลอง</title>
<metadata>
<toolset id="50" />
</metadata>
<item identifier="วงจรโฟโต้ไดโอด" identifierref="วงจรโฟโต้ไดโอด_01">
<title>ใบงานที่ 31 </title>
</item>
</item>
</item>
<item identifier="50">
<title>วาริเคปไดโอด (Varicap Diode)</title>
<metadata>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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>
"แนะนำ"
<resource identifier="จุดประสงค์" href="Dioeds\Diode circuits
training_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="แนะนำชุดปฏิบัติ" href="Dioeds\Diode circuits
training_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="การ์ดทดลอง_01" href="Dioeds\SO4103-7A_TH.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="การ์ดทดลอง_02" href="Dioeds\SO4103-7B_TH.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="การ์ดทดลอง_03" href="Dioeds\SO4103-7C_TH.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="สายต่อวงจร_04" href="Dioeds\Circuit Line.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="เครื่องพิมพ์_01" href="Dioeds\Printer Setup.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="การใช้งานโปรแกรม_01" href="Dioeds\Present
Labsoft\Present  Labsoft.html" type="webcontent" />
<resource identifier="เครื่องมือ_01" href="Dioeds\Tool\Tool.html"
type="webcontent" />
"เนื้อหา"
<resource identifier="ไดโอด_01" href="Dioeds\Dioeds_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_02" href="Dioeds\Dioeds_02.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_03" href="Dioeds\Dioeds_03.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_04" href="Dioeds\Dioeds_04.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ไดโอด_05" href="Dioeds\Dioeds_06.htm"
type="webcontent" />
"ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode)"
<resource identifier="ซีเนอร์ไดโอด_01" href="Dioeds\Zener Diode_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="ซีเนอร์ไดโอด_02" href="Dioeds\Zener Diode_02.htm"
type="webcontent" />
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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" />
"โฟโต้ไดโอด(Photo Diode)"
<resource identifier="โฟโต้ไดโอด_01" href="Dioeds\Photo Diode_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="โฟโต้ไดโอด_02" href="Dioeds\Photo Diode_02.htm"
type="webcontent" />
"วาริเคปไดโอด (Varicap Diode)"
<resource identifier="วาริเคปไดโอด_01" href="Dioeds\Varicap Diode.htm"
type="webcontent" />
"โบงาน"
"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" />
"วงจรยกระดับสัญญาณ (Clamper Circuit)"
<resource identifier="วงจรยกระดับสัญญาณ_01" href="Dioeds\Clamper Circuit_01.htm"
type="webcontent" />
"วงจรดิฟเฟอเรนซิเอเตอร์ (Diference Circui)"
<resource identifier="วงจรดิฟเฟอเรนซิเอเตอร์_01" href="Dioeds\Diference
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรดิฟเฟอเรนซิเอเตอร์_02" href="Dioeds\Diference
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
"วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit)"
<resource identifier="วงจรเรียงกระแส_01" href="Dioeds\Half Wave Rectifier.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรเรียงกระแส_02" href="Dioeds\Full wave Rectifier.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรเรียงกระแส_03" href="Dioeds\Bridge Rectifier
Circuit.htm" type="webcontent" />
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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" />
วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier)"
<resource identifier="วงจรทวีแรงดัน_01" href="Dioeds\Voltage Double.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรทวีแรงดัน_02" href="Dioeds\Voltage Triple.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรทวีแรงดัน_03" href="Dioeds\Voltage Quadruple.htm"
type="webcontent" />
ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Circuit)"
<resource identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด_01" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด_02" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_02.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด_03" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_03.htm" type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรซีเนอร์ไดโอด_04" href="Dioeds\Zener Diode
Circuit_04.htm" type="webcontent" />
ไดโอดเปล่งแสง (Light  Diode)"
<resource identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง_01" href="Dioeds\LED Circuit_01.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง_02" href="Dioeds\LED Circuit_02.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง_03" href="Dioeds\LED Circuit_03.htm"
type="webcontent" />
<resource identifier="วงจรไดโอดเปล่งแสง_04" href="Dioeds\LED Circuit_04.htm"
type="webcontent" />
โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)"
<resource identifier="วงจรโฟโต้ไดโอด_01" href="Dioeds\Photo Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
วาริเคปไดโอด (Varicap Diode)"
<resource identifier="วงจรวาริเคปไดโอด_01" href="Dioeds\Varicap Diode
Circuit_01.htm" type="webcontent" />
</resources>
</manifest>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

รายงานผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน			✓			
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน		✓				
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง		✓				
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม		✓				
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	✓					
6.เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่องโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก		✓				
7.กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง			✓			
8.แบบฝึกหัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น			✓			
9.ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้		✓				
10.สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง		✓				

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ประเมิน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน	✓					
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน	✓					
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง	✓					
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	✓					
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	✓					
6.เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่องโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	✓					
7.ระบบงานการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	✓					
8.แบบฝึกหัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น	✓					
9.ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	✓					
10.สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ประเมิน

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

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพโปรแกรม

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับโปรแกรม	✓					
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับโปรแกรม	✓					
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง	✓					
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของโปรแกรมมีความเหมาะสม	✓					
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในโปรแกรมมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	✓					
6 เนื้อหาในโปรแกรมแต่ละส่วนมีความเชื่อโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	✓					
7 กระบวนการในโปรแกรมการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง		✓				
8 แบบฝึกหัดในโปรแกรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น	✓					
9 โปรแกรมการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้		✓				
10 สามารถนำความรู้ที่ได้จากโปรแกรมการทดลองไปใช้งานได้จริง	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน	√					
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	√					
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน	√					
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	√					
5. ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับไวงาน	√					
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้	√					
7. ชุดทดลองนี้มีความดึงดูดใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้	√					
8.การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดทดลองมีความเหมาะสม		√				
9.ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ	√					
10.ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	√					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดนเมียนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1 ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน	✓					
2 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	✓					
3 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน	✓					
4 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน		✓				
5 ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับในเวลา	✓					
6 ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้	✓					
7 ชุดทดลองนี้มีความดูดใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้	✓					
8.การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดทดลองมีความเหมาะสม		✓				
9.ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ	✓					
10 ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	✓					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ผู้ประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ ให้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ประเมิน

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

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน		√				
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อการใช้งาน	√					
3. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนการต่อการใช้งาน	√	√				
4. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	√					
5. ชุดทดลองนี้มีความเหมาะสมกับในงาน	√					
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้		√				
7. ชุดทดลองนี้มีความจูงใจและน่าสนใจเหมาะสมกับการเรียนรู้		√				
8.การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนชุดทดลองมีความเหมาะสม	√					
9.ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทำงานของไดโอดชนิดต่างๆ	√					
10.ชุดทดลองนี้สามารถแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน	√					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ประเมิน

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

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/[illegible] **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราศรี

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจธ. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงาน "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไลโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายปรัชญา โอชาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
2. นายสรศักดิ์ ธรรมวงษ์ษา รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสแม รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/[illegible] **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติพงศ์ มะโน

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงาน "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายปรัชญา โอชาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
2. นายธรศักดิ์ ธรรมวงษ์นา รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสมบ รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/[illegible] **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน อาจารย์อำพล ทองระอา

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ศจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงาน "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดแบบจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายปรัชญา ไอราพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
2. นายสรศักดิ์ ธรรมวงษ์มา รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสแม รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ รามศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/ **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ศจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงานเรื่อง "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายปรัชญา ไชยาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
2. นายธรศักดิ์ ธรรมวงษ์ษา รหัสประจำตัว 48035522
3. นายอาทิตย์ เจ๊ะสมัน รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/ [illegible] **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ศจธ. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงานเรื่อง "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายปรัชญา โอชาพงศ์ รหัสประจำตัว 48035503
2. นายตรศักดิ์ ธรรมวงษ์มา รหัสประจำตัว 48035522
3. นายณาณิศย์ เจ๊ะสแม รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/[illegible] **วันที่** 15 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน ดร.ณรงค์ พิมสาร

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน ในหัวข้อโครงงานเรื่อง "ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง" ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1.	นายปรัชญา	โอชาพงศ์	รหัสประจำตัว 48035503
2.	นายสรศักดิ์	ธรรมวงษ์ษา	รหัสประจำตัว 48035522
3.	นายอาทิตย์	เจ๊ะสแม	รหัสประจำตัว 48035530

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราศรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ
ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1

วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงลบได้

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

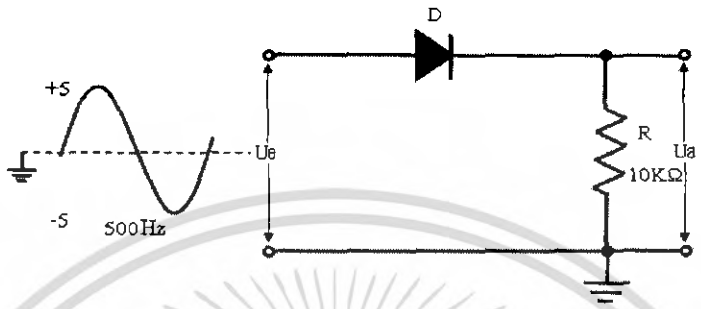
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณหรือวงจรลิมิตเตอร์ เป็นวงจรตัดรูปคลื่นสัญญาณไฟสลับที่ส่งเข้ามา วงจรตัดสัญญาณเบื้องต้นนิยมใช้ไดโอด แบ่งลักษณะการจัดไดโอดในวงจรตัดสัญญาณได้เป็นไดโอดต่ออนุกรม และไดโอดต่อขนาน วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดอนุกรมประกอบด้วย ไดโอดต่ออันดับกับตัวต้านทาน R มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R เป็นเอาต์พุตของวงจร หลักการของวงจรคือ การใช้ไดโอดทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เมื่อไดโอดได้รับไบอัสตรงไดโอดทำงานคล้ายกับสวิตช์ปิด (On) และเมื่อไดโอดได้รับไบอัสกลับไดโอดทำงานคล้ายสวิตช์เปิด (Off)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

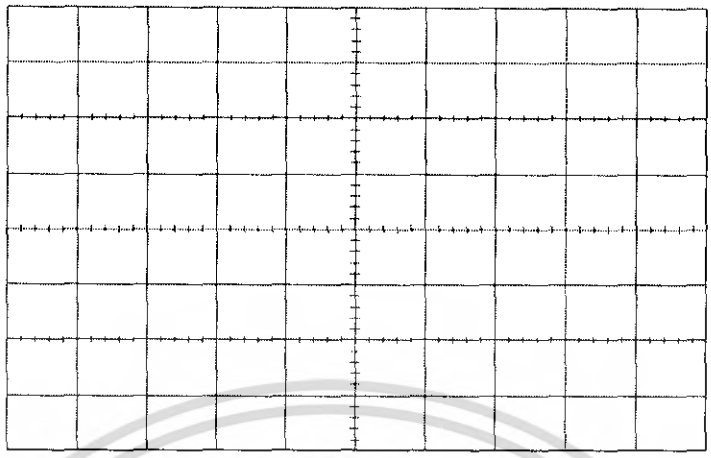
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. สังเกตที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ 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

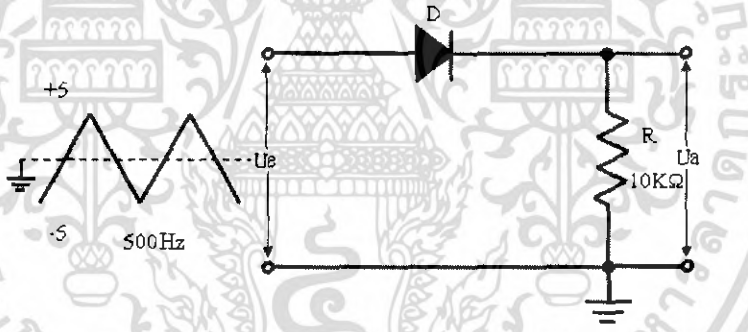
5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 1.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

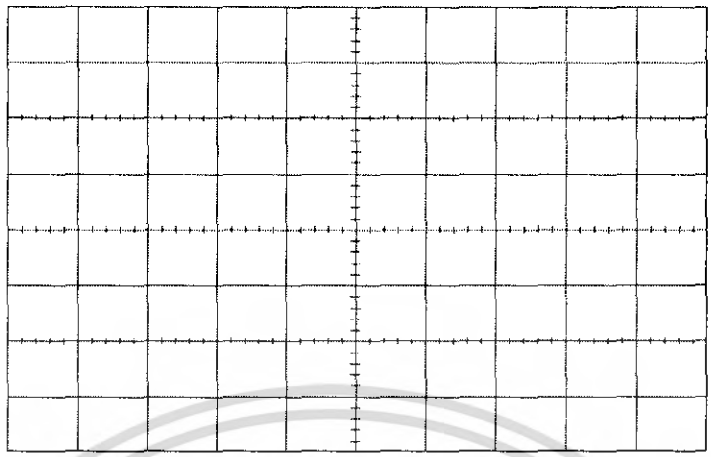
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

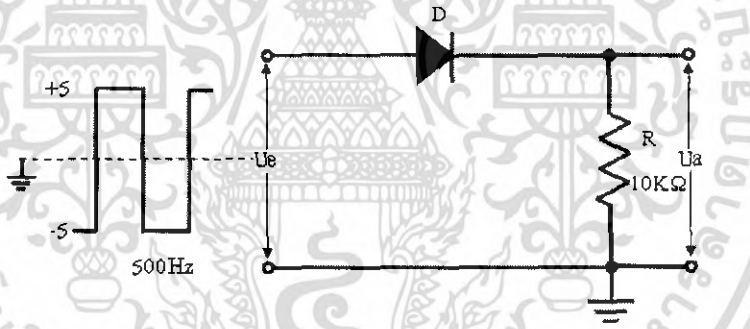
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

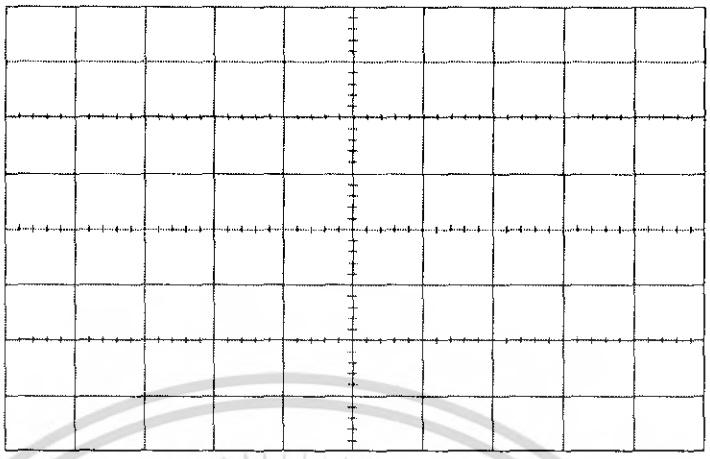
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 1.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวก

วัตถุประสงค์

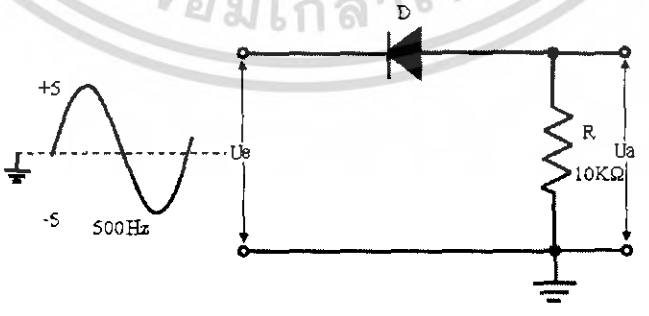
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวกได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวกได้

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

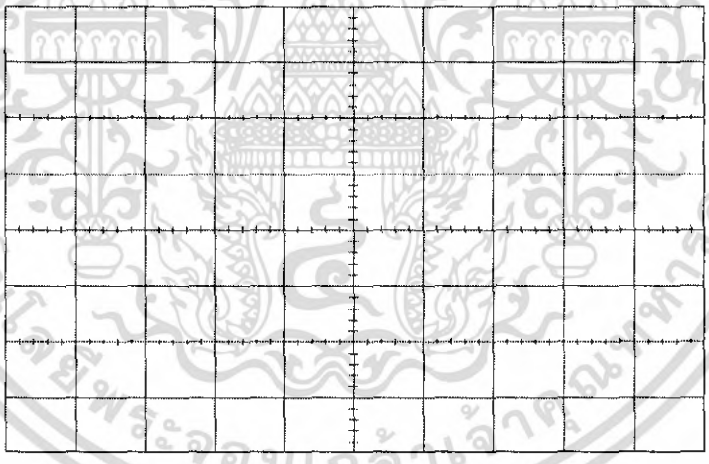
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 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

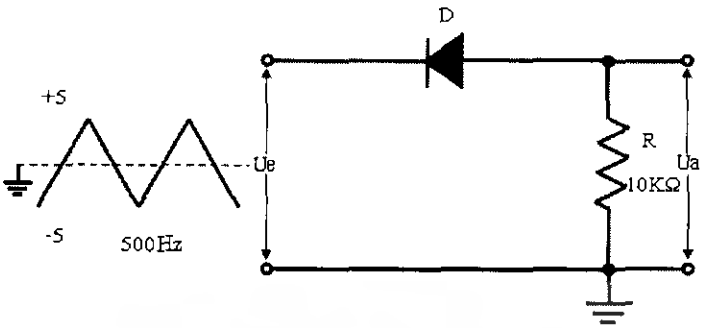
5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 2.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 2.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 2.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

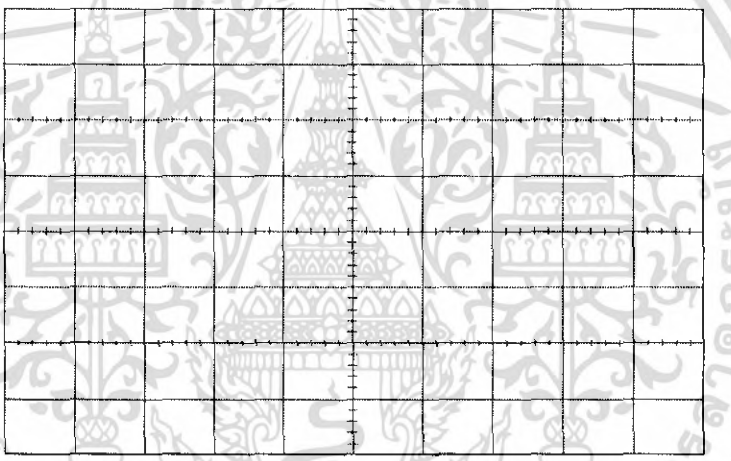
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

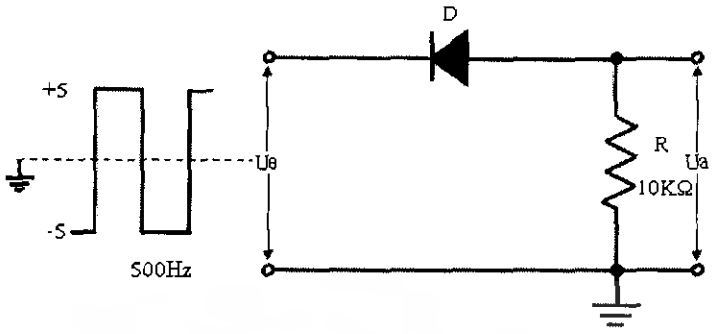
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 2.2



กราฟที่ 2.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

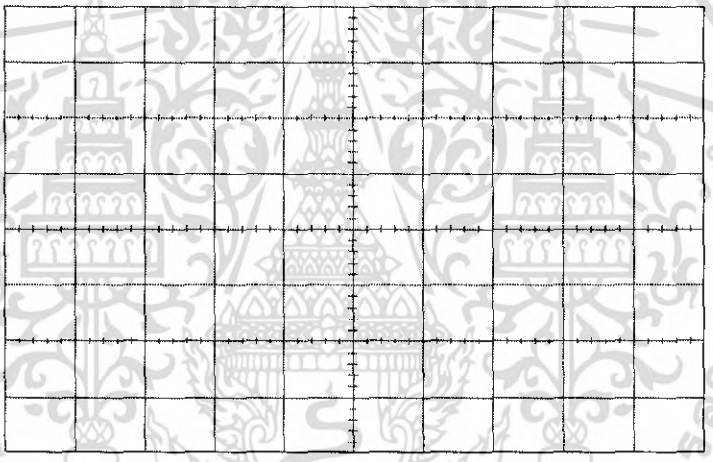
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 2.3



กราฟที่ 2.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.3 มีส่วนไหนเหมือนกัน และส่วนไหนแตกต่างกัน

2. จงอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมตัดสัญญาณช่วงบวก

3. ปุ่ม SINE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร

4. ปุ่ม TRIANGLE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร

5. ปุ่ม RECTANGLE ใน Function Generator ทำหน้าที่อะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3

วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงลบได้

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

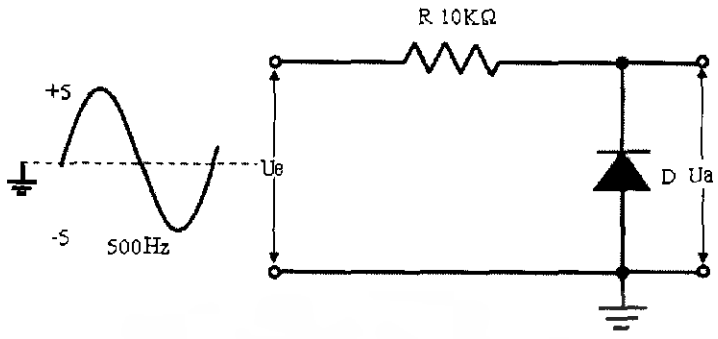
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณหรือวงจรลิมิตเตอร์ เป็นวงจรตัดรูปคลื่นสัญญาณไฟสลับที่ส่งเข้ามา วงจรตัดสัญญาณเบื้องต้นนิยมใช้ไดโอด แบ่งลักษณะการจัดไดโอดในวงจรตัดสัญญาณได้เป็นไดโอดต่ออนุกรม และไดโอดต่อขนาน วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน ลักษณะของวงจร ไดโอดจะต่อขนานกับขั้วสัญญาณเอาต์พุต โดยมีตัวต้านทาน R ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลผ่านไดโอดมิให้เกินค่าสูงสุด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

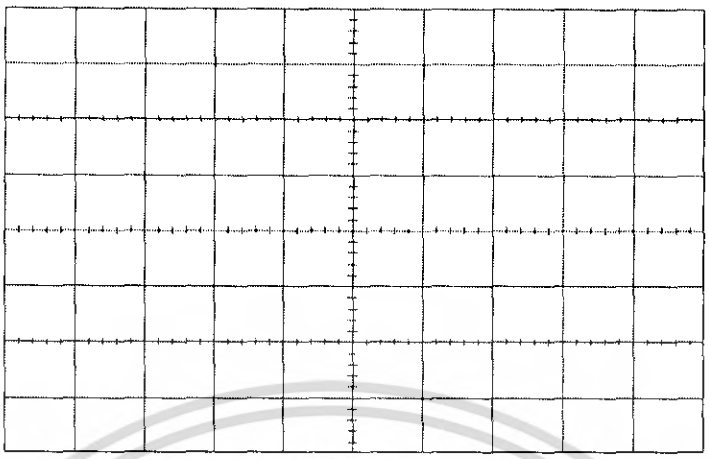
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ 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

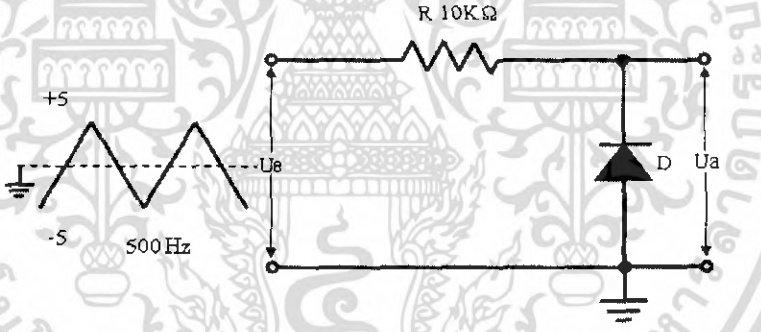
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 3.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 3.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

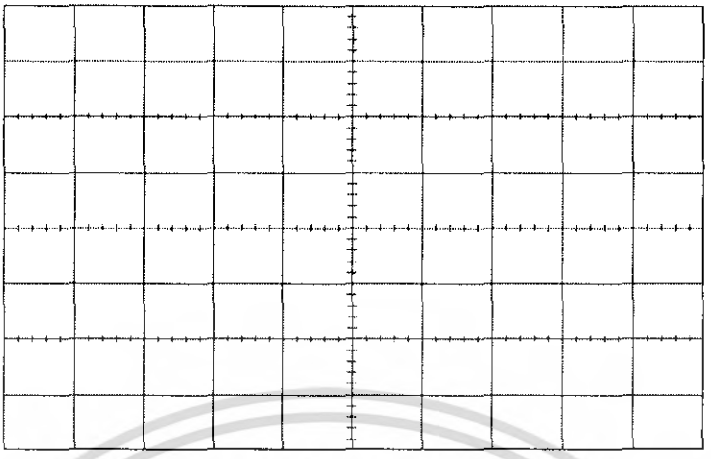
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

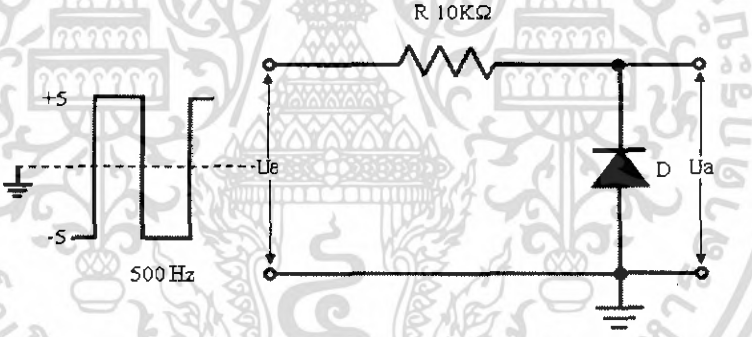
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

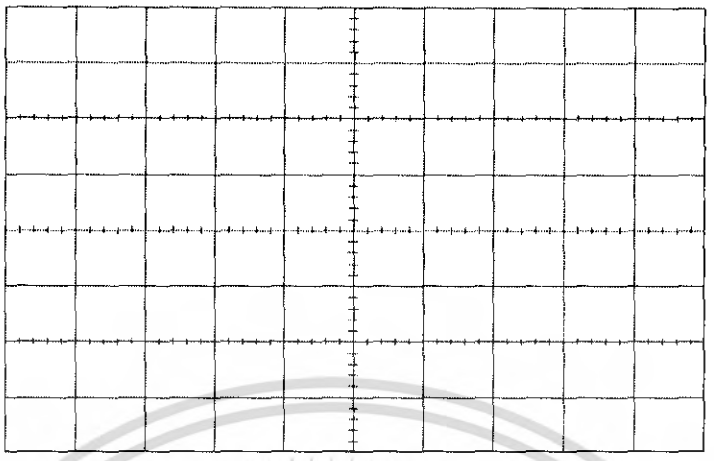
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สภาวะการจ่ายไบอัสให้ตัวไดโอดมี 2 สภาวะคือ
2. วงจรตัดสัญญาณมีชื่อเรียกอีกชื่อว่าอะไร
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

วงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก

วัตถุประสงค์

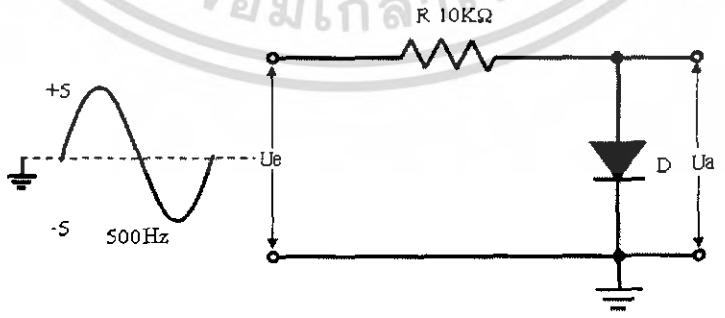
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้ออสซิลโลสโคปได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้เฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวกได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวกได้

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

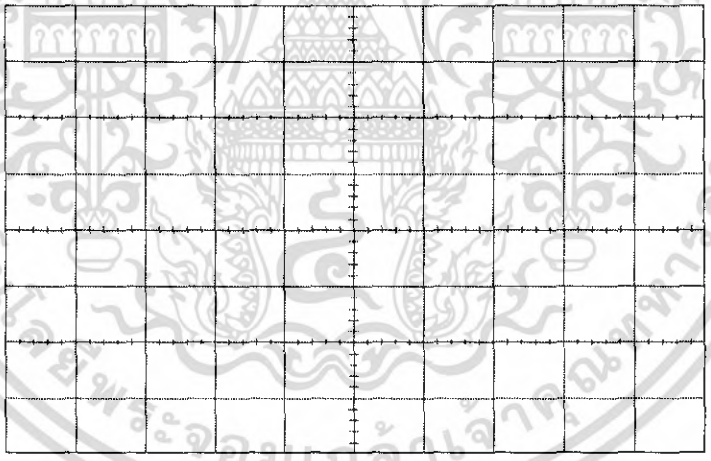
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 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

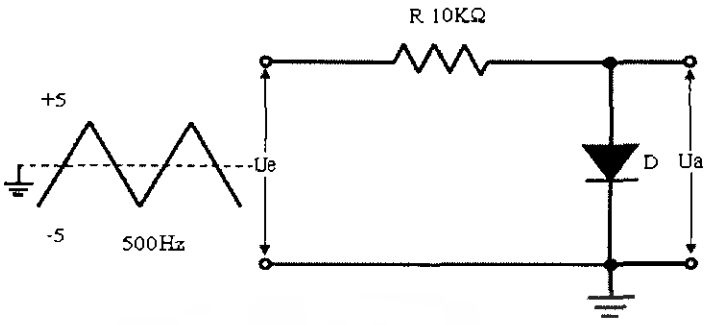
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 4.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 4.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

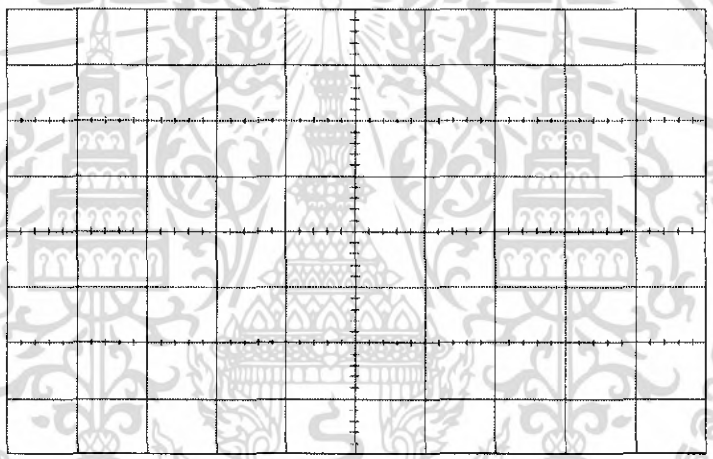
6. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม

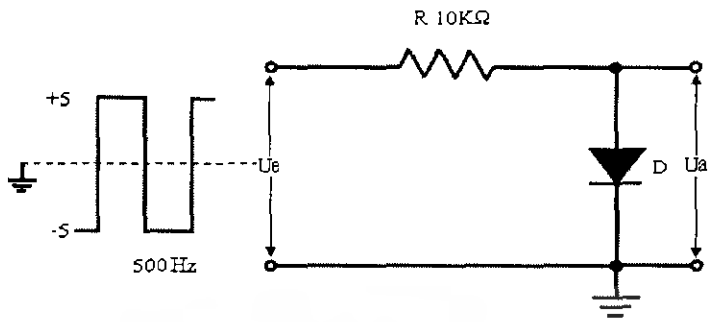
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.2



กราฟที่ 4.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

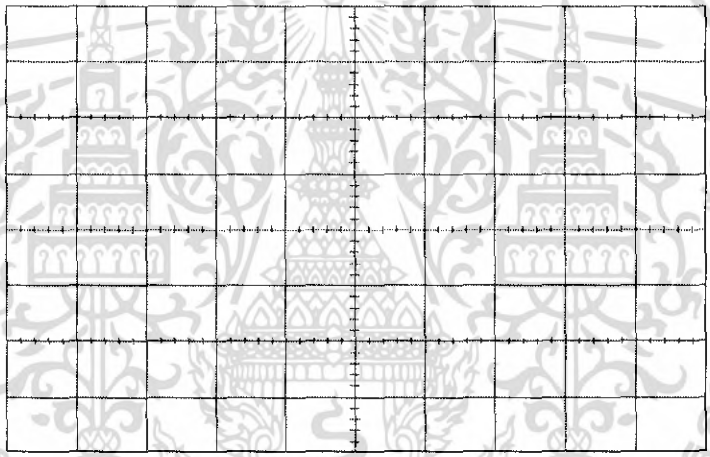
8. ให้ปรับ Function Generator โดยการกดปุ่มในส่วนของรูปร่างสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร ตามรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรตัดสัญญาณแบบขนาน โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 4.3



กราฟที่ 4.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเปรียบเทียบการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมกับวงจรตัดสัญญาณแบบขนาน

2. จงอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบขนานตัดสัญญาณช่วงบวก

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5
วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้โวลต์มิเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ได้

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

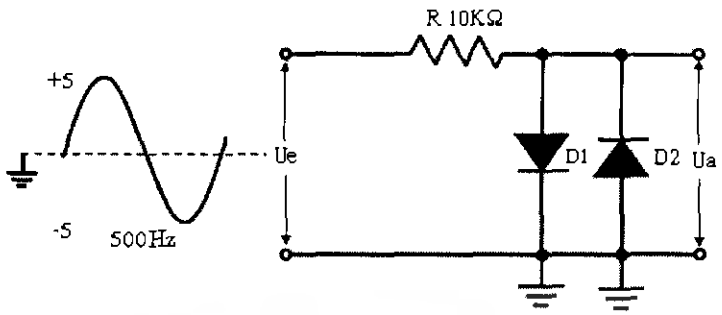
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณแบบไดโอดคู่ (Dual Diode Clipper) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดสัญญาณอินพุตทั้งด้านบวกและด้านลบ วงจรประกอบด้วยวงจรตัดสัญญาณแบบไบอัส 2 วงจรต่อขนานกัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรม โดยใช้สัญญาณรูปคลื่นไซน์

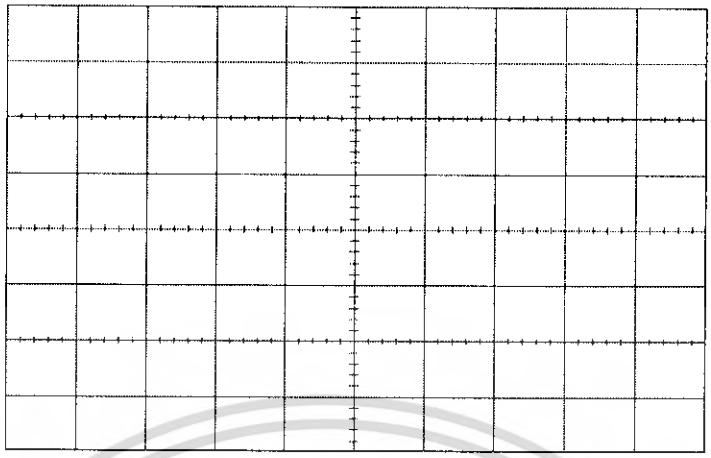
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 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 5.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 5.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

6. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
วงจรตัดสัญญาณแบบอนุกรมมีไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสอนุกรมได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสอนุกรมได้

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

เป็นวงจรตัดสัญญาณช่วงบวกแบบอันดับ ถ้าไม่มีแบตเตอรี่จ่ายไบอัสให้ไดโอด จะทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสนั่นเอง โดยตัดสัญญาณครึ่งบวกออกเหลือเฉพาะครึ่งลบออกเอาต์พุต ถ้าจ่ายแบตเตอรี่เป็นไบอัสตรงให้ไดโอด จะทำให้ได้โอดนำกระแสของสัญญาณอินพุตบวกระดับหนึ่งเท่าของแรงดันของแบตเตอรี่ ส่วนสัญญาณช่วงลบจะถูกส่งออกเอาต์พุตทั้งหมด ถ้าจ่ายแบตเตอรี่ไบอัสกลับให้ไดโอด จะทำให้ไดโอดไม่นำกระแสในครึ่งบวกของสัญญาณอินพุต และไม่นำกระแสในครึ่งลบบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับแรงดันของแบตเตอรี่

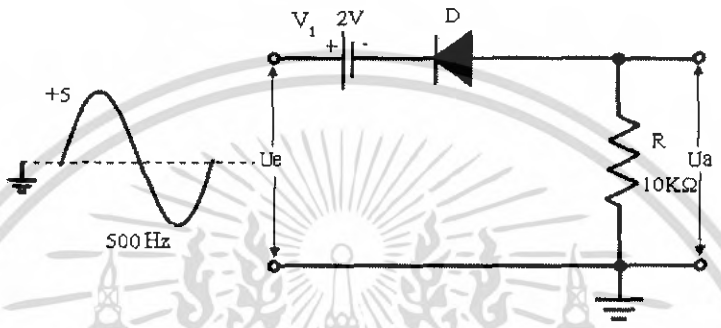
ส่วนวงจรตัดสัญญาณช่วงลบแบบอันดับ ถ้าไม่มีแบตเตอรี่จ่ายไบอัสให้ไดโอด จะทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสนั่นเอง โดยตัดสัญญาณครึ่งลบออกเหลือเฉพาะครึ่งบวกออกเอาต์พุต ถ้าจ่ายแบตเตอรี่เป็นไบอัสกลับให้ไดโอด จะทำให้ได้โอดไม่นำกระแสของสัญญาณอินพุต และไม่นำกระแสในครึ่งบวกบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับระดับแรงดันแบตเตอรี่ ถ้าจ่ายแบตเตอรี่เป็นไบอัสตรงให้ไดโอด จะทำให้ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำกระแสในครึ่งบวกของสัญญาณอินพุตทั้งหมด และนำกระแสในครึ่งลบบางส่วนของสัญญาณอินพุต เท่ากับแรงดันของแบตเตอรี่

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 วงจรตัดสัญญาณมีไบอัสตัดสัญญาณช่วงบวก

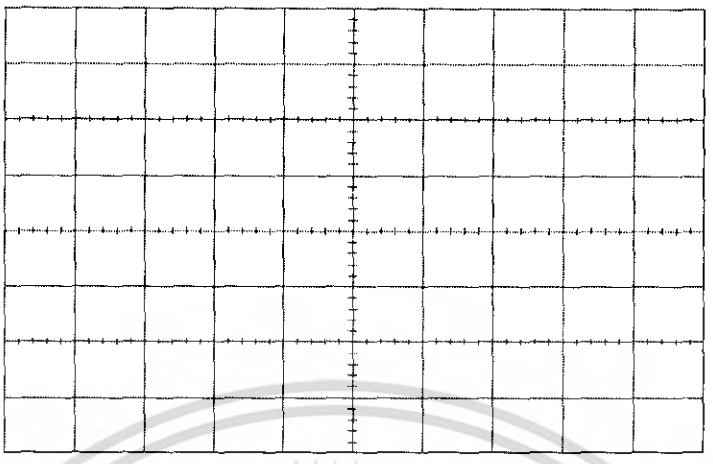
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 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

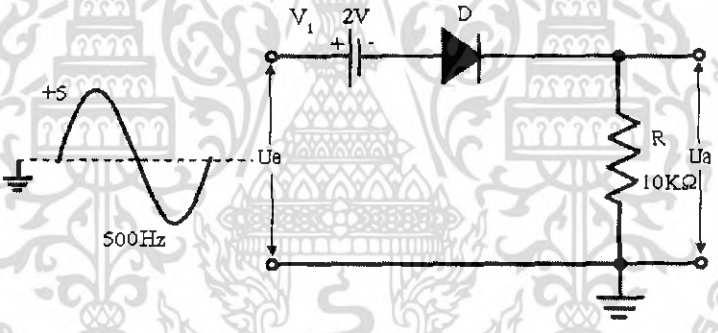
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 6.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 6.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

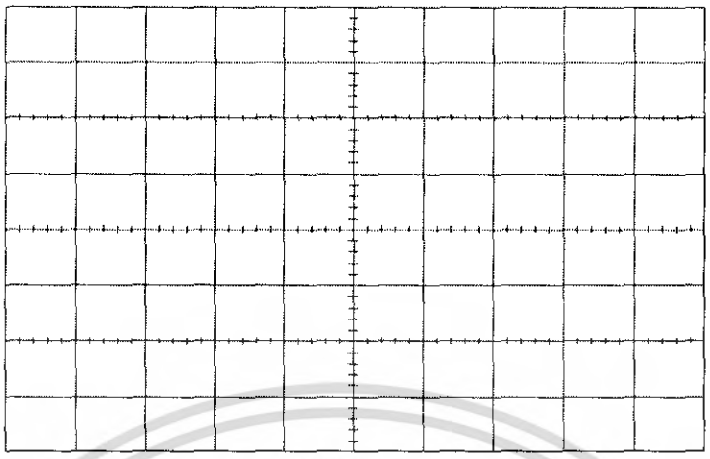
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 6.2 โดยทำการกลับขั้วไดโอด



รูปที่ 6.2 วงจรตัดสัญญาณมีไบอัสตัดสัญญาณช่วงลบ

7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากรูปที่ 6.1 ถ้า V1 ลัดวงจรสัญญาณที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร
2. จากรูปที่ 6.2 ถ้า V1 ลัดวงจรเสมือนกับวงจรใด
3. จงบอกข้อดีในการต่อไบอัสให้กับวงจรตัดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7
วงจรตัดสัญญาณแบบขนานมีไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัสได้

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

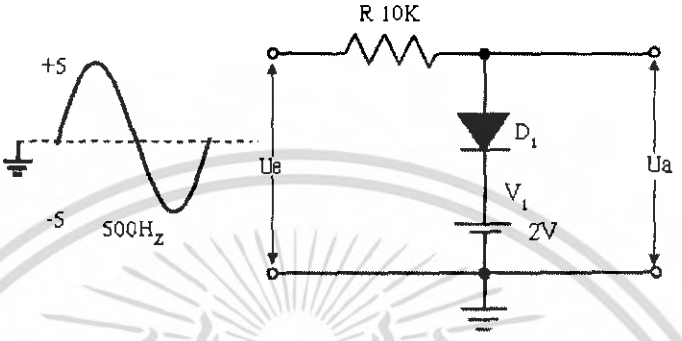
ทฤษฎีเบื้องต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

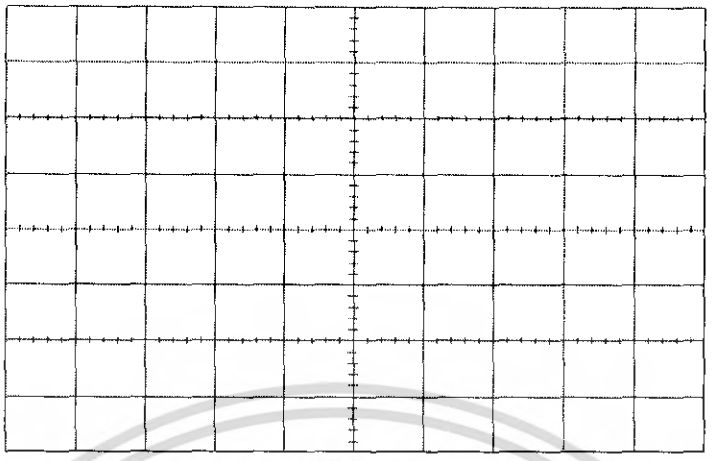
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 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

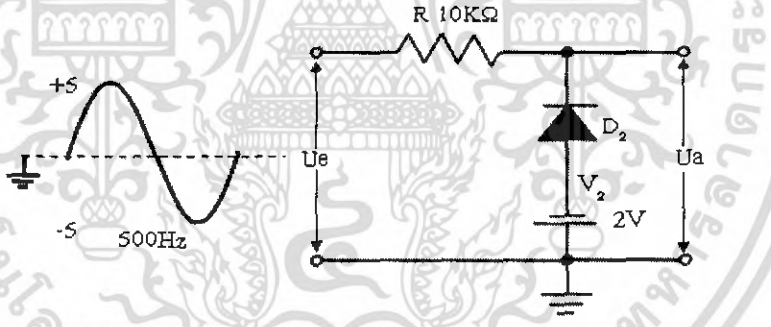
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 7.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

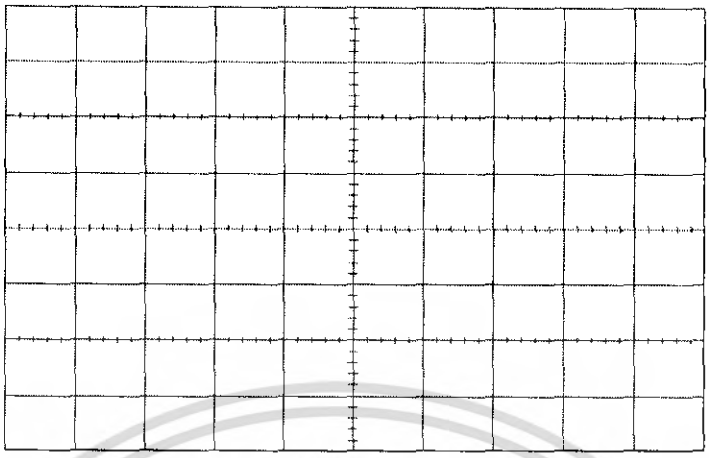
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 7.2 ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) รูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร และต่อแหล่งจ่าย 3 FOLD DC SUPPLY ปรับตำแหน่ง V_2 ขนาดแรงดัน 2V ต่อขนานกับเครื่องกำเนิดสัญญาณดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส 2 โวลต์

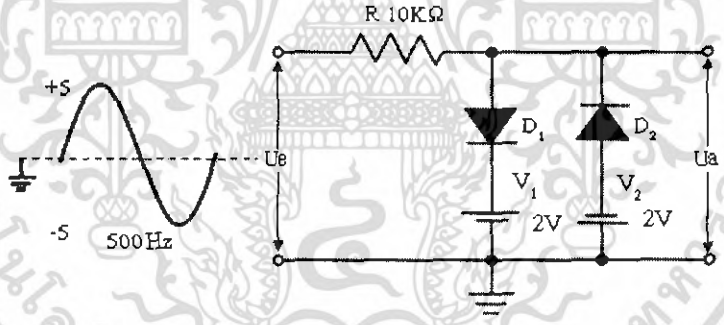
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

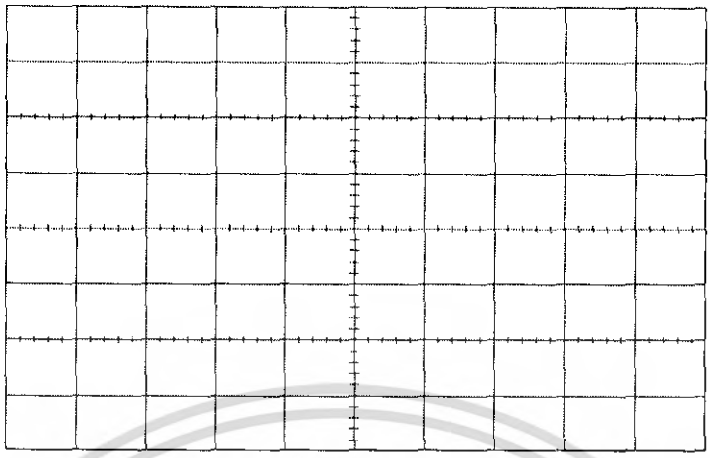
8. ประกอบวงจรตามรูปที่ 7.3 ปรับเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) รูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz เพื่อป้อนเป็นสัญญาณอินพุทให้วงจร และต่อแหล่งจ่าย 3 FOLD DC SUPPLY ปรับตำแหน่ง V_1, V_2 ขนาดแรงดัน 2V ต่อขนานกับเครื่องกำเนิดสัญญาณดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 วงจรตัดสัญญาณแบบมีไบอัส 2 แหล่งจ่าย 2V

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 7.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การต่อแบตเตอรี่ V1 ในรูปวงจรที่7.1 มีผลอย่างไรต่อวงจร
2. จากรูปวงจรที่ 7.1 จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร
3. จากรูปวงจรที่ 7.2 จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8
วงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัสได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณแบบมีซีเนอร์ไดโอดต่อไบอัสได้

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

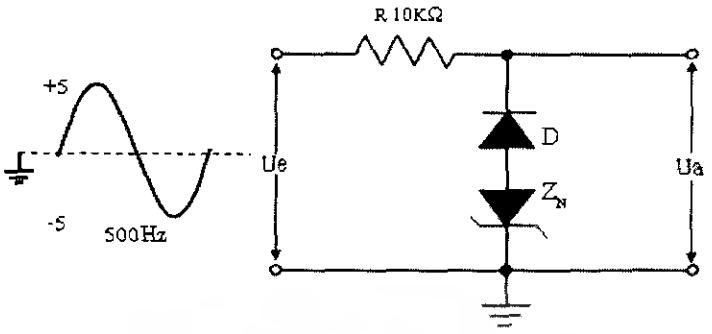
ทฤษฎีเบื้องต้น

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

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 8.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.1 วงจรตัดสัญญาณช่วงลบ

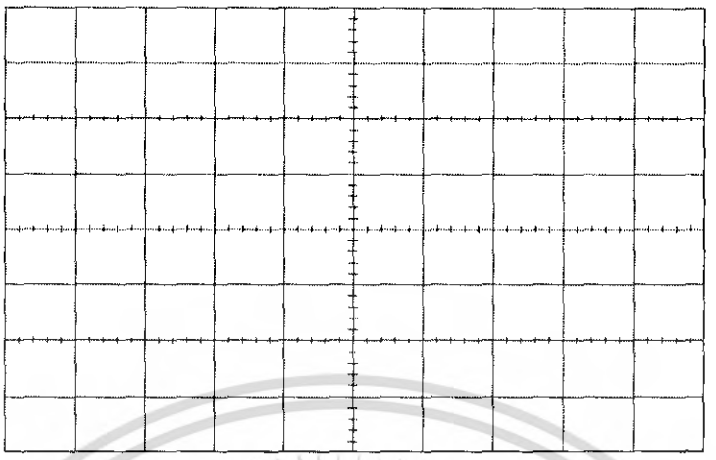
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 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

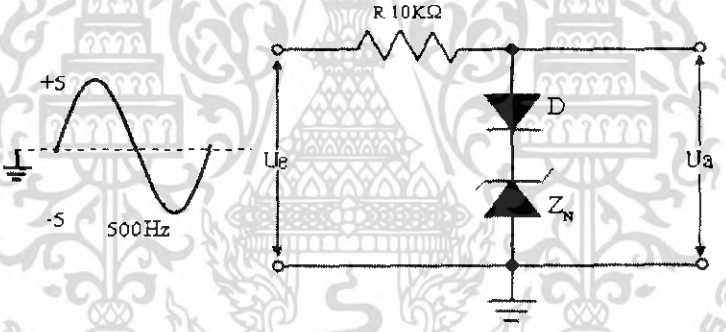
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 8.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 8.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 8.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

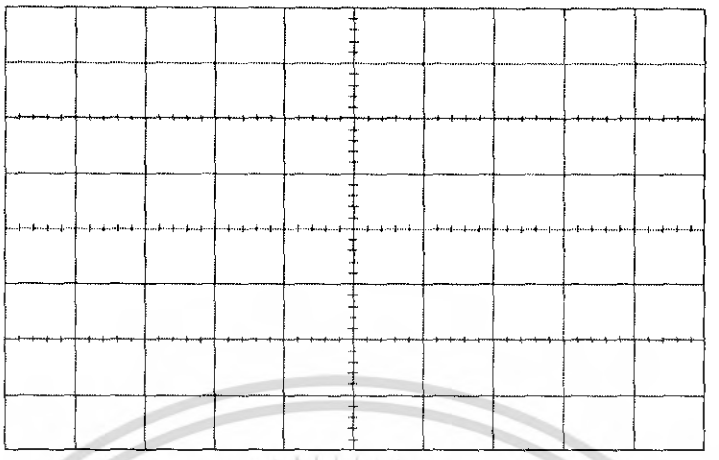
6. ทำการกลับขั้วไดโอด และซีเนอร์ไดโอด ดังรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 วงจรตัดสัญญาณช่วงบวก

7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 8.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 8.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ซีเนอร์ไดโอดทำหน้าที่อะไรในวงจร
2. ถ้าหากกลับขั้วซีเนอร์ไดโอดจะมีผลอย่างไรต่อวงจร
3. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9
วงจรยกระดับสัญญาณ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรยกระดับสัญญาณได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรยกระดับสัญญาณได้

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

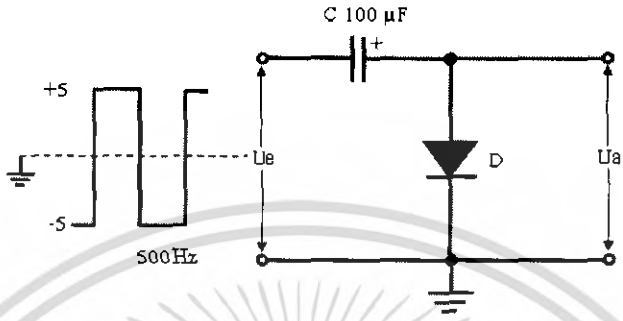
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรยกระดับสัญญาณโดยจะให้สัญญาณเอาต์พุตที่มีลักษณะเหมือนสัญญาอินพุตทุกประการ แต่ระดับแรงดันสูงสุดหรือต่ำสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะถูกยกระดับอยู่ที่ระดับแรงดันอ้างอิงที่ศูนย์โวลต์ กล่าวคือค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาณเอาต์พุตจะเท่ากับค่าแรงดันจากยอดถึงยอด (Peak To Peak) ของสัญญาณอินพุต ดังนั้นถ้าลักษณะของสัญญาณอินพุตมีสวิงทั้งช่วงบวกและช่วงลบอย่างสมมาตรกัน โดยมีจุดอ้างอิงหรือศูนย์กลางการสวิงที่ระดับศูนย์โวลต์ ค่าแรงดันสูงสุดขอสัญญาณเอาต์พุตจะมีค่าเป็น 2 เท่าของแรงดันสัญญาณอินพุต โดยคิดจากระดับอ้างอิงศูนย์โวลต์ และทางปฏิบัติค่าแรงดันเอาต์พุตจะต่ำกว่าทางอุดมคติที่กล่าวมาเล็กน้อย เนื่องจากมีแรงดันตกคร่อมไดโอดอยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งเท่ากับแรงดันขณะได้รับการไบอัสตรงของไดโอด (ประมาณ 600 มิลลิโวลต์ สำหรับไดโอดชนิดซิลิกอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 วงจรยกระดับสัญญาณแบบแรงดันลบ

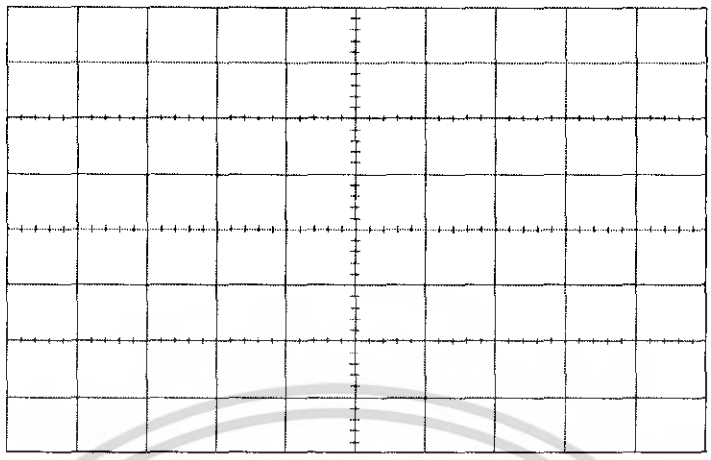
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

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

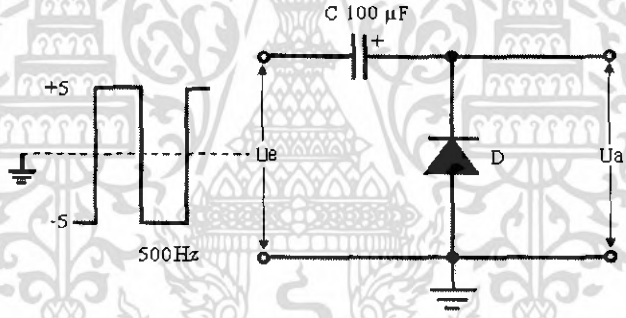
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 9.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 9.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 9.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

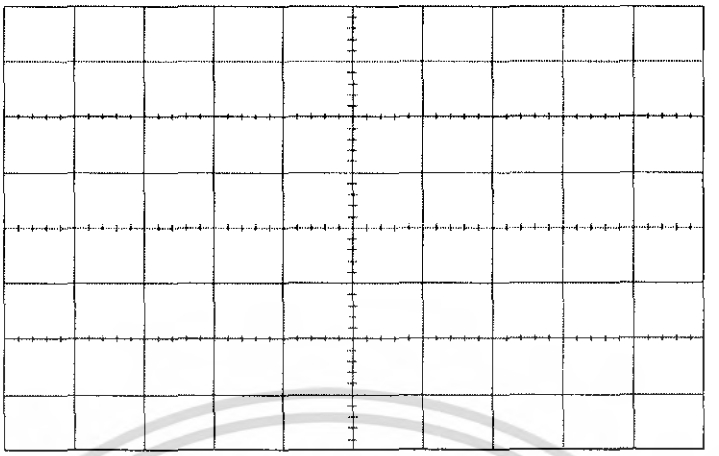
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 9.2 โดยทำการกลับขั้วไดโอด



รูปที่ 9.2 วงจรยกระดับสัญญาณแบบแรงดันบวก

7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 9.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรที่ 9.1 เป็นวงจรยกระดับแรงดันทางด้านซีกใด
2. จากวงจรที่ 9.1 ถ้ากลับขั้วไดโอดจะมีผลอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10
วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวกได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาบวกได้

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

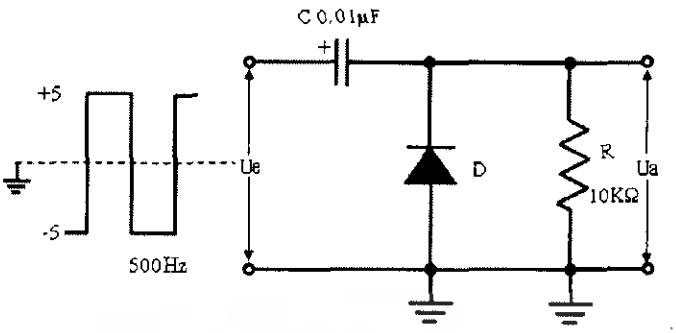
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจร RC ดิฟเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนขอบขาขึ้นและขอบขาลงสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสไปค์บางส่วนออก และได้สัญญาณเอาต์พุตซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ในการดีเทกต์ขอบขาขึ้น หรือขอบขาลงของสัญญาณสี่เหลี่ยมหรือสัญญาณพัลส์ และโดยทั่วไปมีชื่อเรียกว่า วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 10.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.1 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

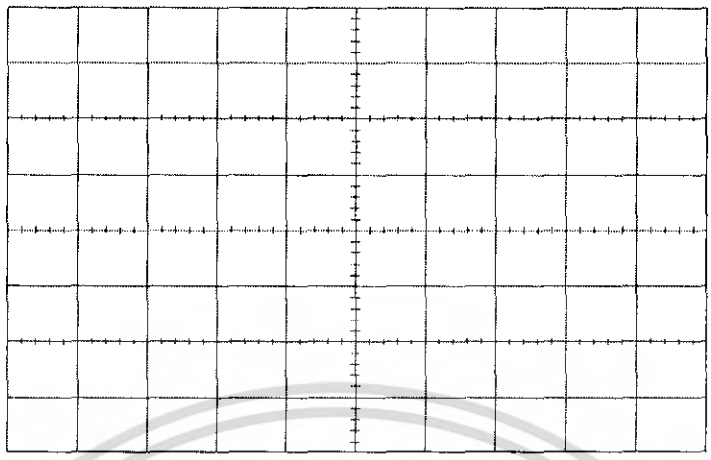
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ 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

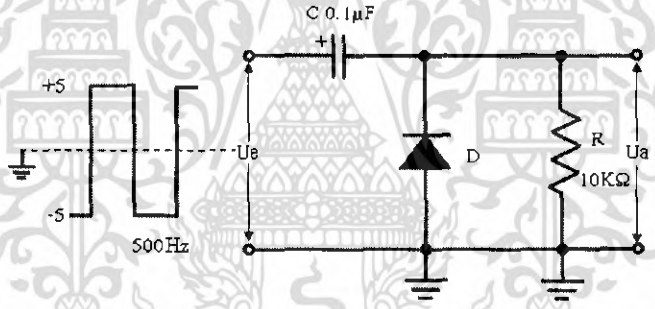
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 10.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 10.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

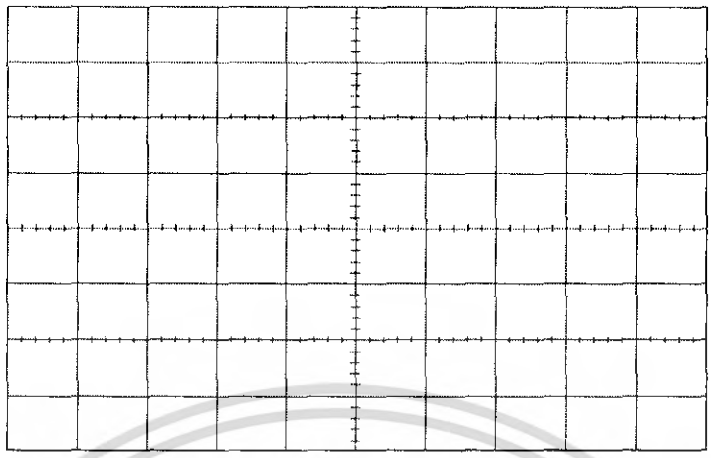
6. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประเป็น 0.1μF ดังรูปวงจรที่ 10.2



รูปที่ 10.2 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 0.1μF

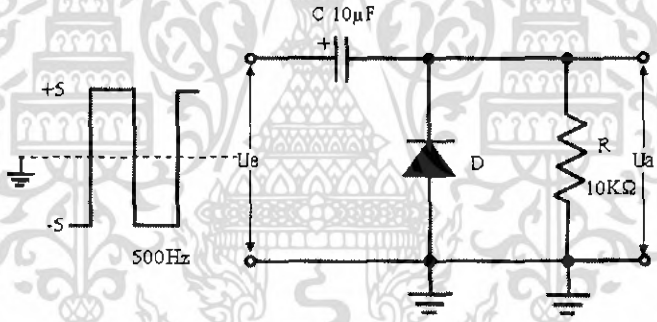
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 10.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

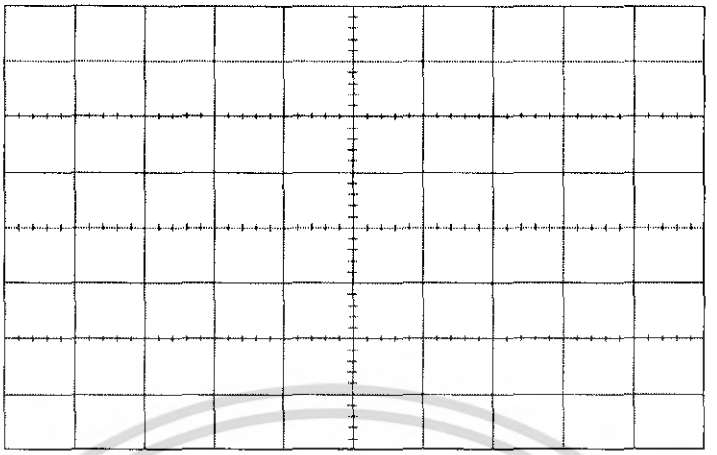
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประเป็น 10μF ดังรูปวงจรที่ 10.3



รูปที่ 10.3 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่า C เป็น 10μF

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 10.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนขอบขาขึ้นและขอบขาลงสัญญาณอินพุตแบบใด
2. วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์จัดวงจรใช้งานเหมือนวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน หรือความถี่สูงผ่าน
3. จากการทดลองวงจรใดคือวงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 11
วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบ

วัตถุประสงค์

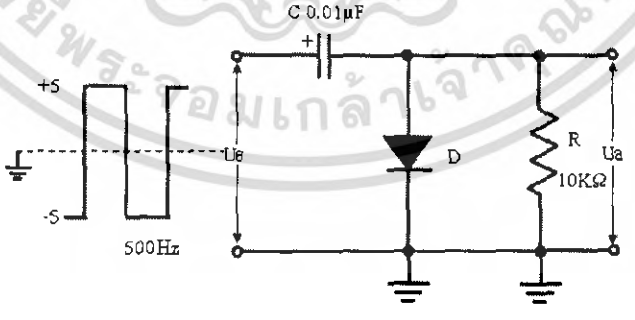
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ขอบขาลบได้

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 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์

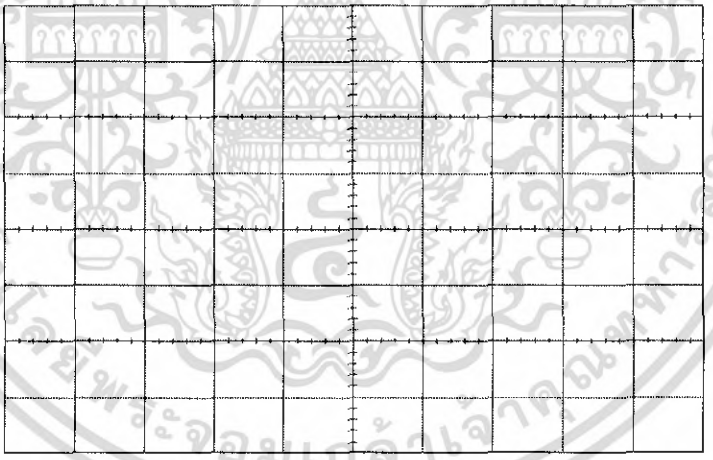
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 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

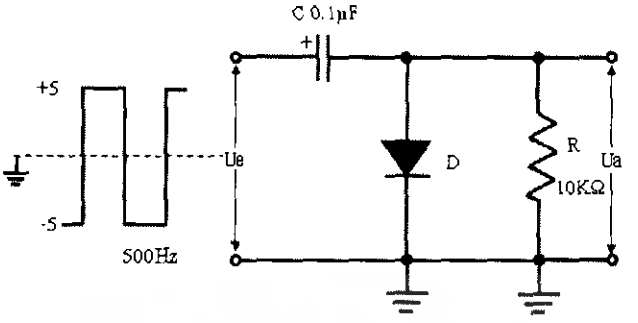
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 10.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 11.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 11.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

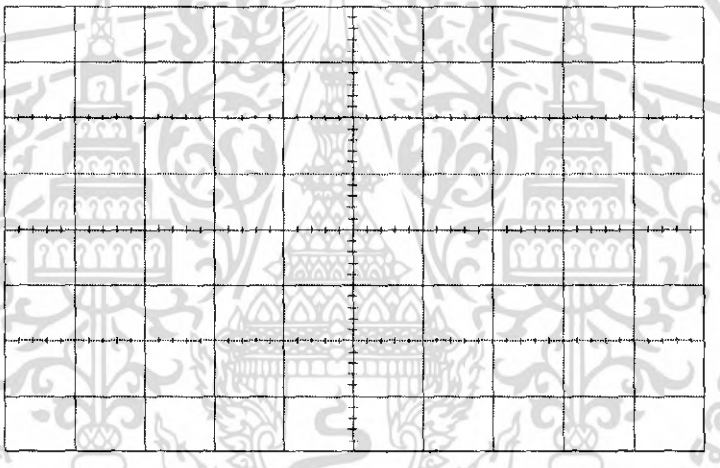
6. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประเป็น 0.1μF ดังรูปวงจรที่ 11.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.2 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 0.1μF

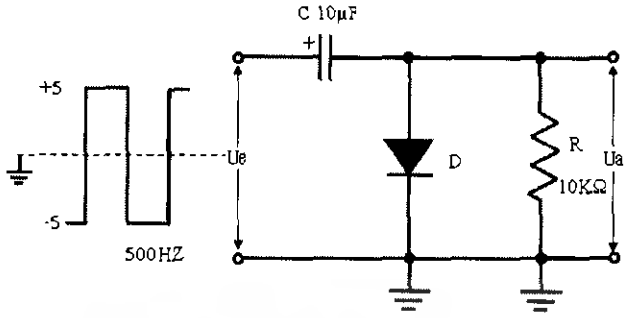
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 11.2



กราฟที่ 11.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

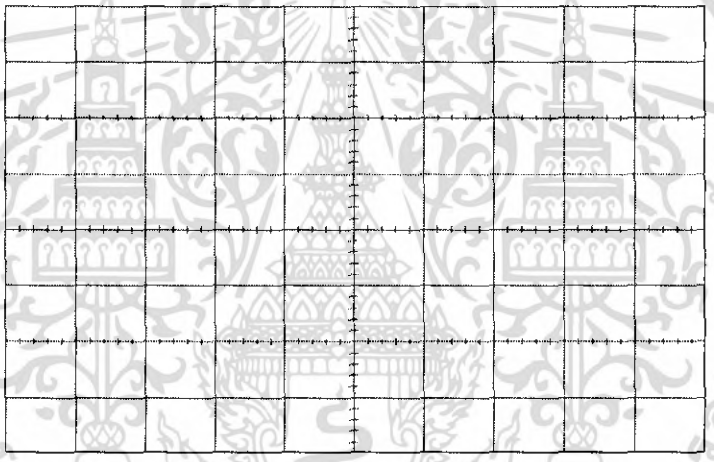
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประเป็น 10μF ดังรูปวงจรที่ 11.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.3 วงจรไดโอดดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ โดยเปลี่ยนค่า C เป็น 10μF

9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 11.3



กราฟที่ 11.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บในวงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์จะทำหน้าที่อะไร
2. วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่น้อย R และ C มีค่าน้อยหรือมาก
3. วงจรดิฟเฟอเรนติเอเตอร์ค่าคงที่มาก R และ C มีค่าน้อยหรือมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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. Voltmultimiter A ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1 เครื่อง
7. Voltmultimiter B ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1 เครื่อง
8. Function Generator ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1เครื่อง
9. Oscilloscope ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1 เครื่อง
10. การ์ดทดลอง SO4103-7B_TH	จำนวน 1 ชุด
11. สายไฟต่อวงจร	จำนวน 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

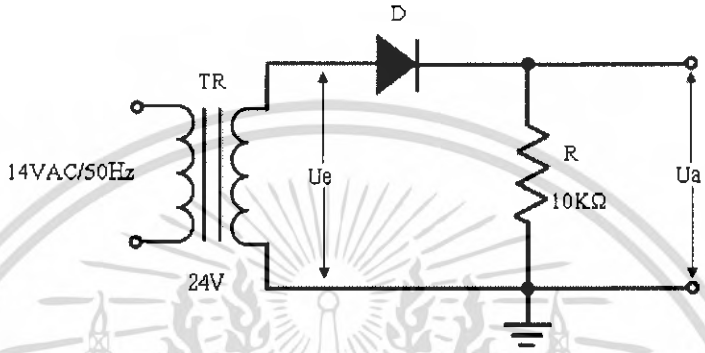
วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จะเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดเอาแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาอาจเป็นครึ่งบวกหรือครึ่งลบแล้วแต่การจัดวงจรไดโอด แรงดันที่ส่งออกเอาท์พุทจะเป็นช่วงๆ คือช่วงมีแรงดันและช่วงไม่มีแรงดันสลับกันไป วงจรประกอบด้วยไดโอดตัวเดียว

การทำงานของวงจร ไฟกระแสสลับจะมาปรากฏที่ขาแอโนด โดยไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว คือช่วงที่ได้รับไบอัสตรง ดังนั้นวงจรจะมีกระแสไหลเพียงช่วงบวกของไฟสลับเท่านั้น ถ้าช่วงลบจะไม่มีกระแสไหล แรงไฟตรงที่เอาท์พุทนี้ยังนำไปใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่ได้ เพราะเป็นไฟตรงที่ไม่เรียบพอ (Pulse D.C) จึงต้องมีการกรอง (Filter) ให้เรียบโดยใช้ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

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



รูปที่ 12.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

1.1 ใช้ Voltmultimiter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ue = ...Vrms

1.2 ใช้ Voltmultimiter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ua = ...Vrms

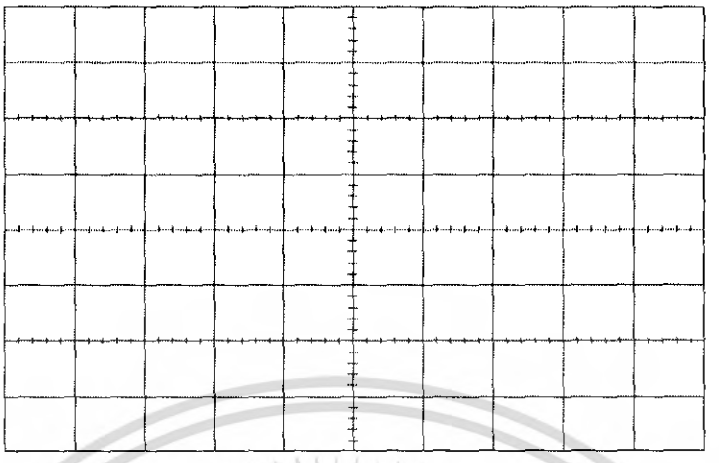
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimiter A และ B

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ Ua 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

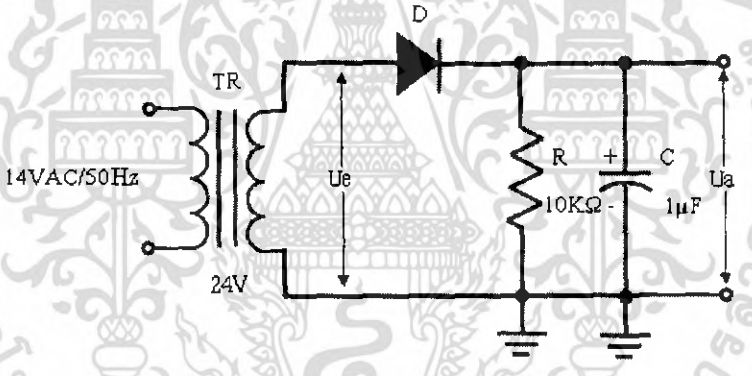
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 12.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

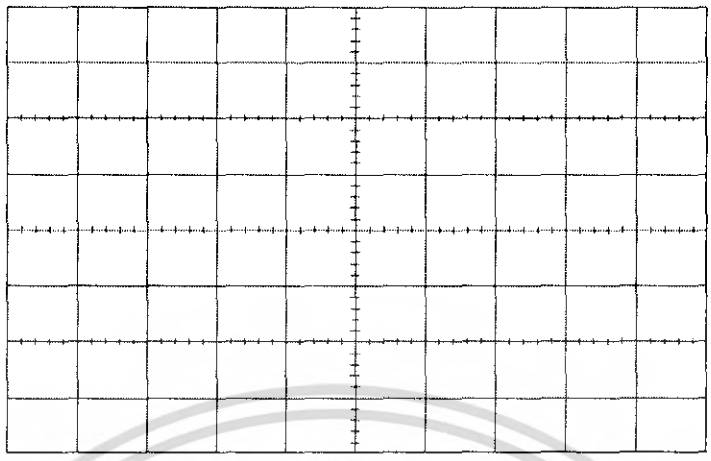
6. ต่อตัวเก็บประจุค่า 1μF ดังวงจรรูปที่ 12.2



รูปที่ 12.2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ 1μF

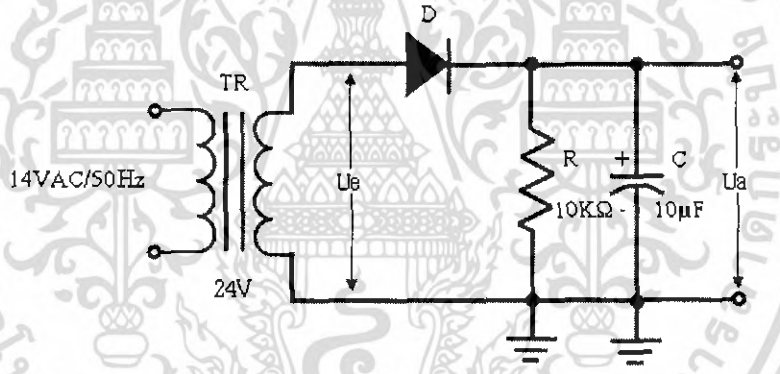
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

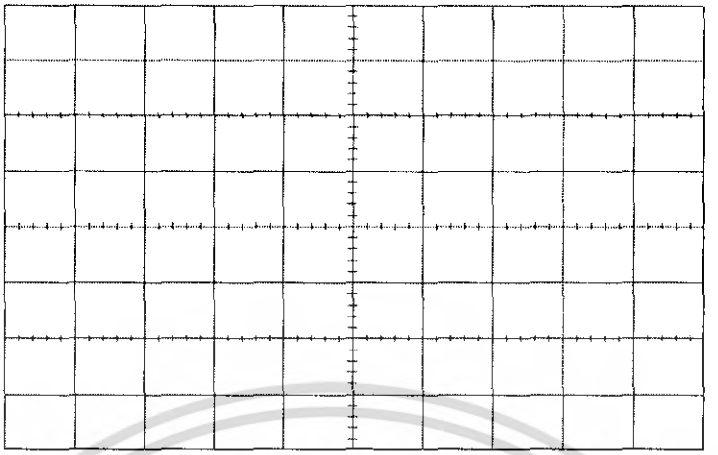
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF ดังรูปที่ 12.3



รูปที่ 12.3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF

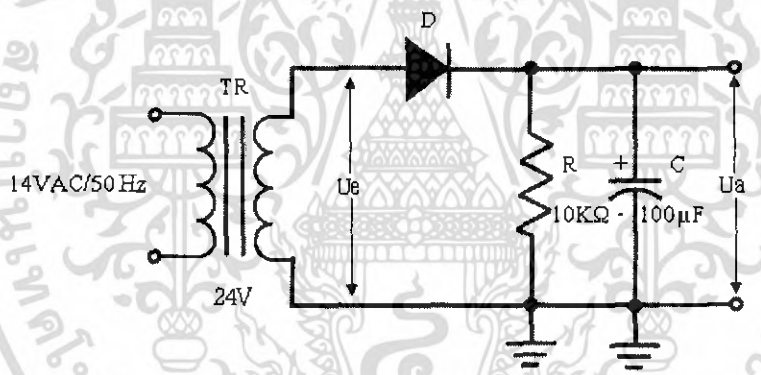
9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

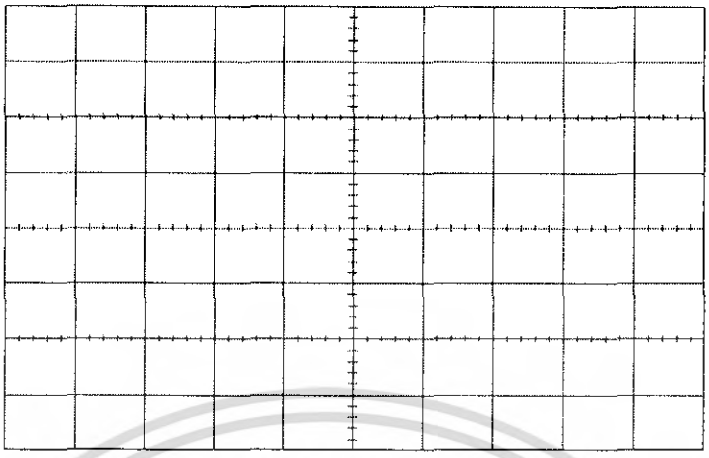
10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF ดังรูปวงจรที่ 12.4



รูปที่ 12.4 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF

11. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 12.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 12.4 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 13
วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นขณะต่อตัวเก็บประจุได้

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. Voltmultimiter A ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1 เครื่อง
7. Voltmultimiter 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

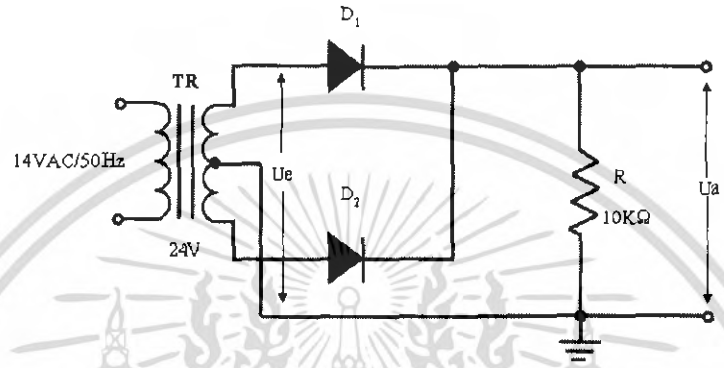
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น จะสามารถเรียงแรงดันไฟสลับให้ออกเอาท์พุทได้ทั้งช่วงบวกและช่วงลบของแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาที่อินพุทของวงจร โดยไม่มีส่วนใดของแรงดันไฟสลับถูกตัดทิ้งไป ลักษณะของวงจรจะใช้ไดโอด 2 ตัว ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟสลับเป็นสัญญาณไฟตรงโดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าแบบมีแท็ปกลาง (Center Trap) ทำหน้าที่แบ่งเฟสให้เกิดการต่างเฟสกัน 180 องศา ระหว่างสัญญาณที่ออกจากส่วนบนและส่วนล่างของขดทุติยภูมิของหม้อแปลงเพื่อให้ไดโอดทั้ง 2 ตัวสลับกันทำงาน ดังนั้นวงจรจึงสามารถจ่ายกระแสได้เรียบและสูงกว่าวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 เพื่อป้อนเป็นอินพุทให้วงจร



รูปที่ 13.1 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

1.1 ใช้ Voltmultimiter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ue =..... Vrms

1.2 ใช้ Voltmultimiter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ua =..... Vrms

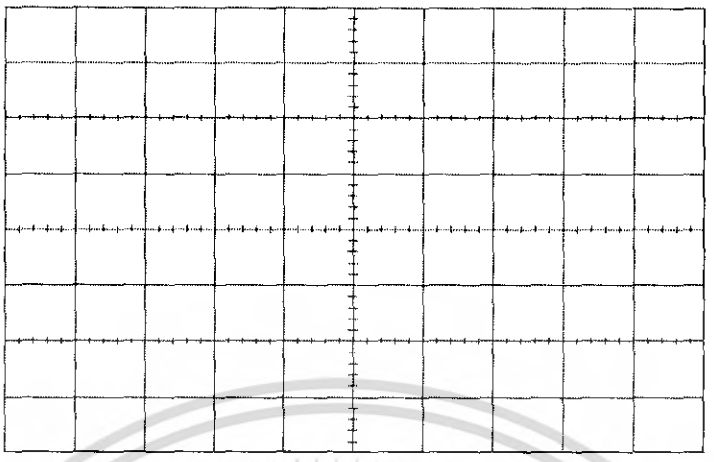
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimiter A และ B

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ Ua 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

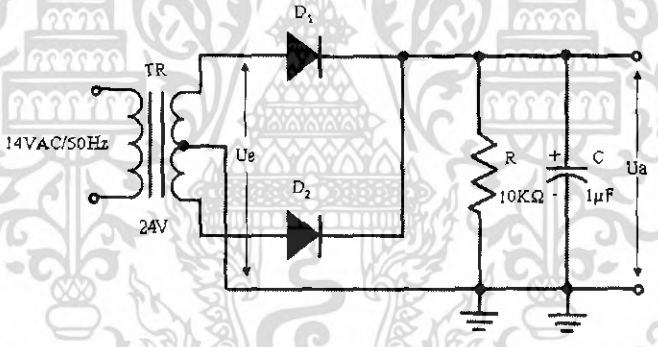
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 13.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

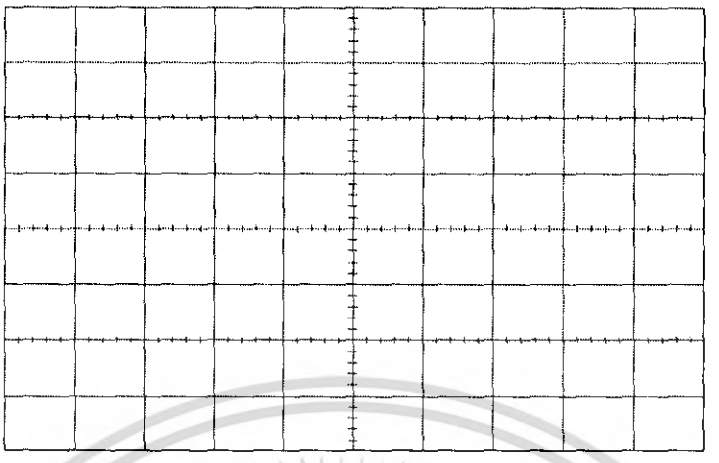
6. ต่อตัวเก็บประจุค่า 1μF ดังวงจรรูปที่ 13.2



รูปที่ 13.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ 1μF

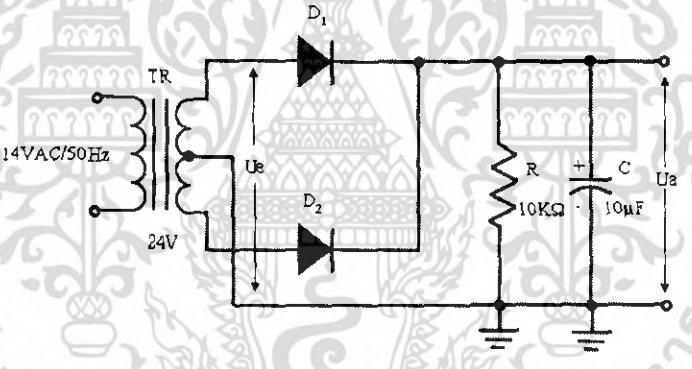
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

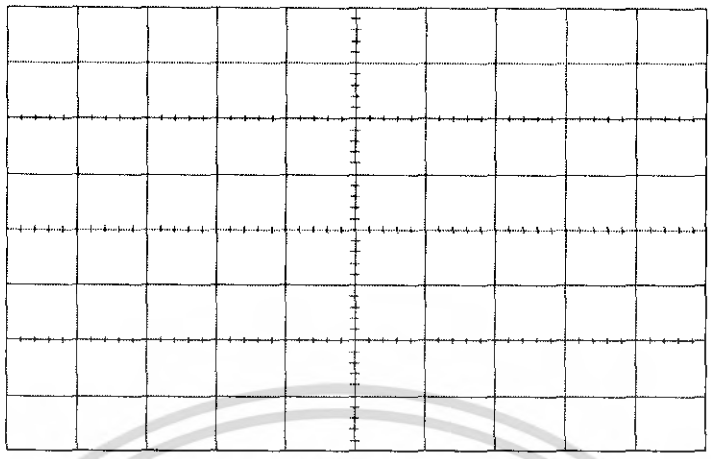
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF ดังรูปที่ 13.3



รูปที่ 13.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF

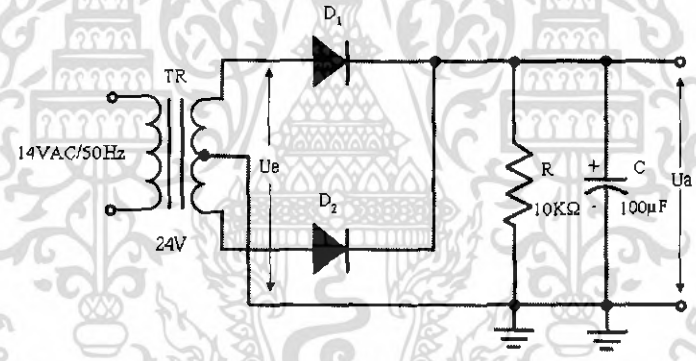
9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

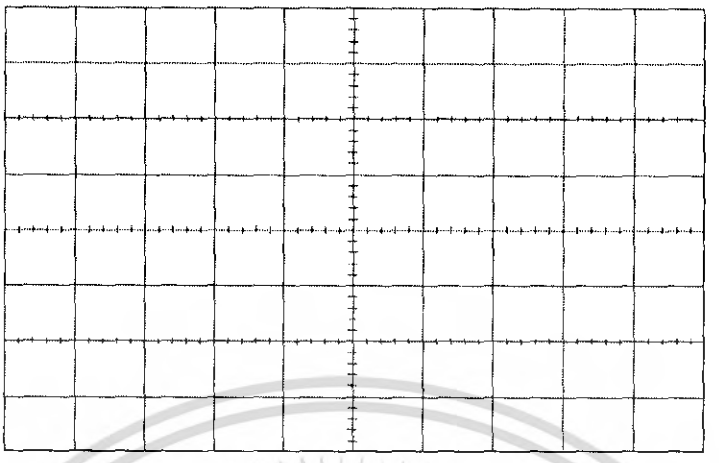
10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF ดังรูปวงจรที่ 13.4



รูปที่ 13.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF

11. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 13.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 13.4 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประที่ต่อเพิ่มเข้าในวงจรมีหน้าที่อย่างไร
2. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 13.2 และตารางที่ 13.4 มีผลแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด
3. ถ้าเปลี่ยนตัวเก็บประจุให้มีค่า 0.01μ เอาต์พุตที่ได้จะลักษณะอย่างไร
4. อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 14
วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ขณะต่อตัวเก็บประจุได้

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. Voltmultimiter A ในโปรแกรม Labsoft	จำนวน 1 เครื่อง
7. Voltmultimiter 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

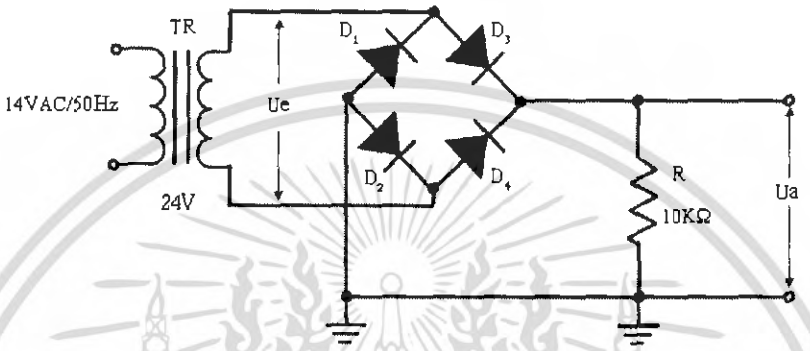
ทฤษฎีเบื้องต้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 เพื่อป้อนเป็นอินพุทให้วงจร



รูปที่ 14.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

1.1 ใช้ Voltmultimiter A ตั้งย่านวัด AC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ue =..... Vrms

1.2 ใช้ Voltmultimiter B ตั้งย่านวัด DC ที่ย่าน 50 V วัดแรงดัน Ua =..... Vrms

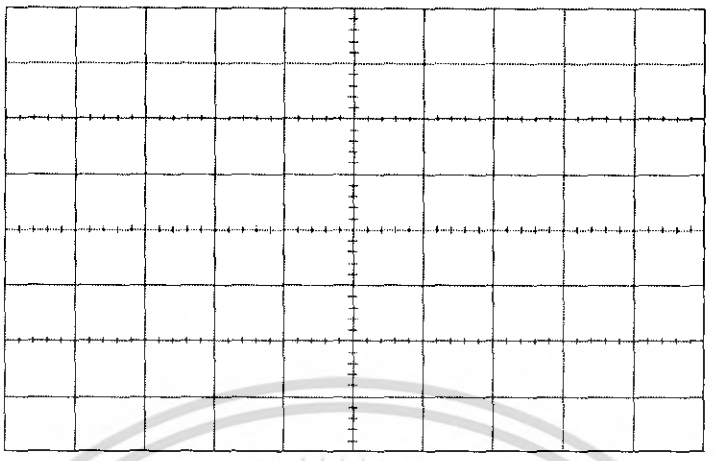
2. ที่เมนูบาร์คลิก Instruments อีกครั้ง เลือก Measuring Device เลือก Voltmultimiter A และ B

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 10 V ตำแหน่ง DC เพื่อวัดสัญญาณ Ua 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

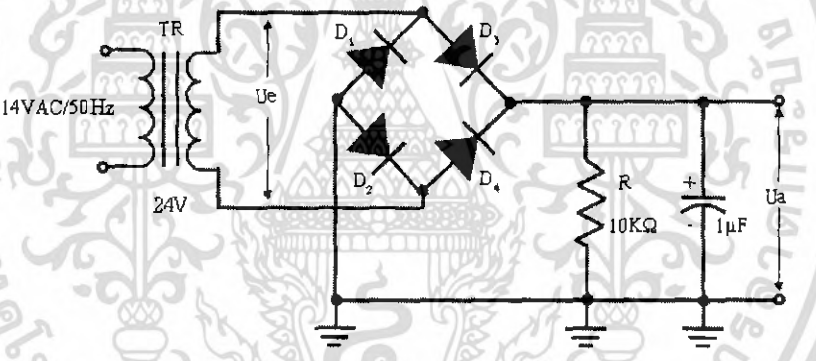
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 14.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

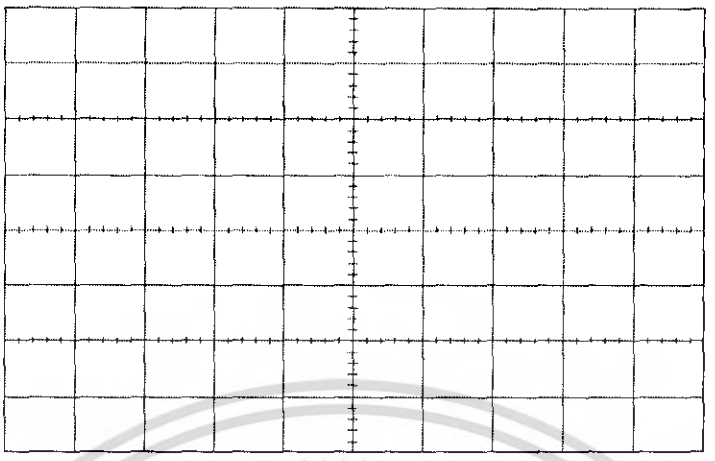
6. ต่อตัวเก็บประจุค่า 1μF ดังวงจรรูปที่ 14.2



รูปที่ 14.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์
โดยต่อค่าตัวเก็บประจุ 1μF

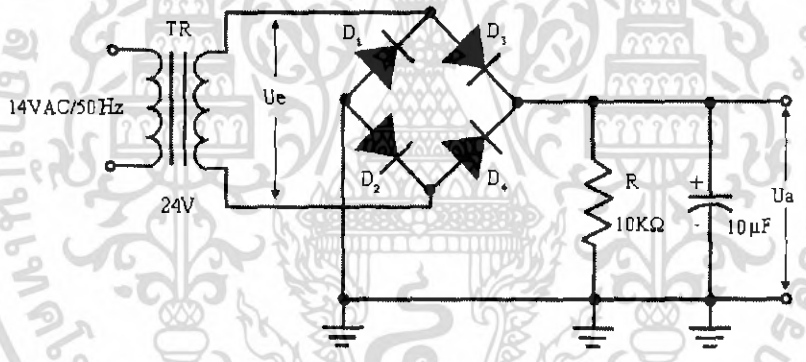
7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

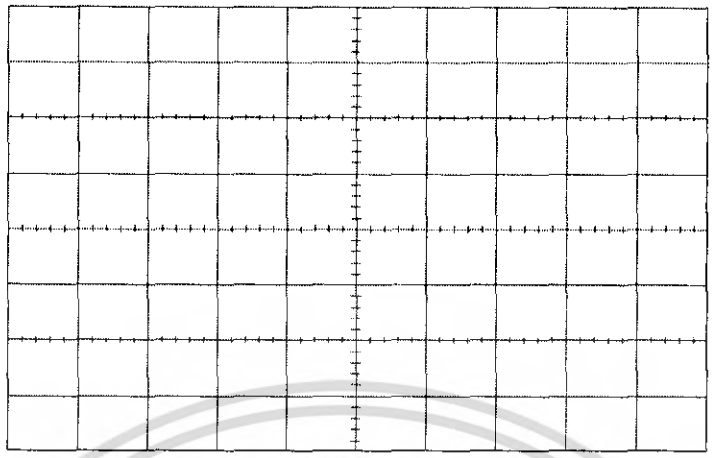
8. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF ดังรูปที่ 14.3



รูปที่ 14.3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์
โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 10μF

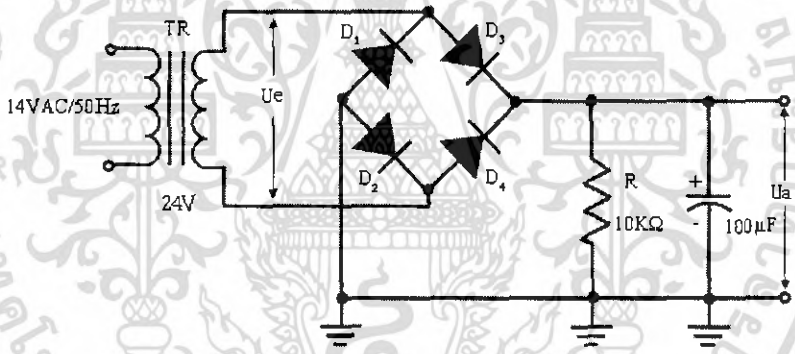
9. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.3 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

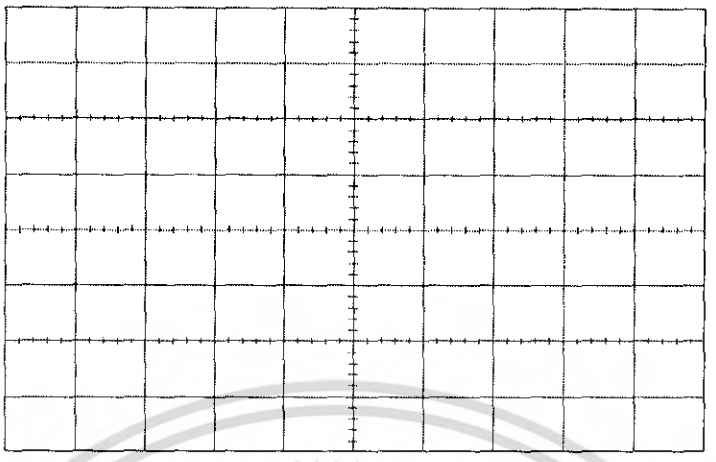
10. เปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF ดังรูปวงจรที่ 14.4



รูปที่ 14.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์
โดยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุเป็น 100μF

11. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 14.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 14.4 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประที่ต่อเพิ่มเข้าในวงจรมีหน้าที่อย่างไร
2. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 14.2 และตารางที่ 14.4 มีผลแตกต่างกันอย่างไรเพราะเหตุใด
3. วงจรบริดจ์เร็กติไฟเออร์ แตกต่างจากวงเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นอย่างไร
4. อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์
5. บอกถึงประโยชน์การนำวงจรเรียงกระแสไปใช้งานในด้านใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 15
วงจรแอนด์เกต

วัตถุประสงค์

1.เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรแอนด์เกตได้

2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้

3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของแอนด์เกตได้

4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรแอนด์เกตได้

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

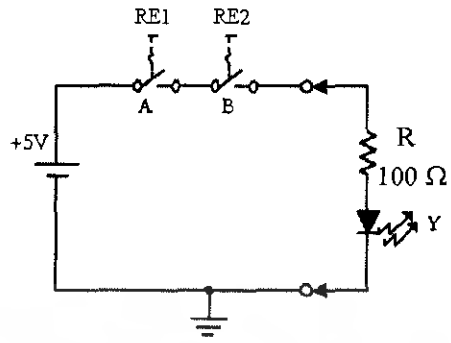
ลอจิกเกตเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่แทนตัวกระทำ ในวงจรดิจิตอล ซึ่งอาจสร้างมาจากสวิตช์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต หรือทรานซิสเตอร์หลายๆ ตัวประกอบกันเป็นวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) ลอจิกเกตเบื้องต้นประกอบด้วย แอนด์เกต ออร์เกต อินเวอร์เตอร์หรือนอตเกต แนนด์เกต และนอร์เกต

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15.1 วงจรแอนด์เกตที่สร้างจากสวิตช์

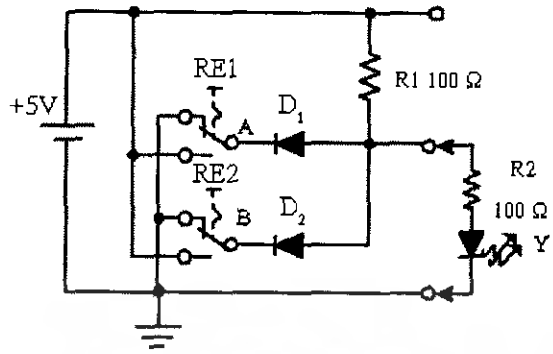
2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 15.1

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 และป้อนแรงดัน +5V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. จากวงจรที่ 15.1 และ 15.2 วงจรแอนด์เกตจะให้ไดโอดแปล่งแสงติดเมื่อสวิตช์มีสภาวะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 16
วงจรออร์เกต

วัตถุประสงค์

1.เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรออร์เกตได้

2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้

3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของออร์เกตได้

4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานสภาวะการทำงานของวงจรออร์เกตได้

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

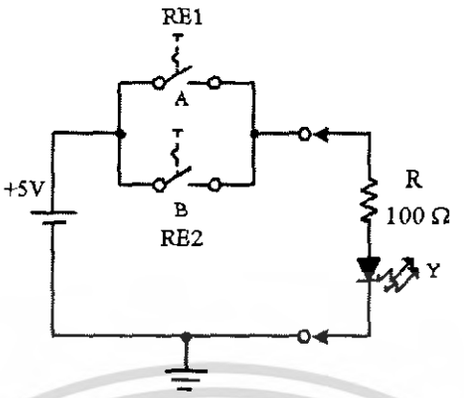
ทฤษฎีเบื้องต้น

ออร์เกต (OR GATE) เป็นลอจิกเกตที่เอาต์พุตจะมีสภาวะเป็นลอจิก "1" เมื่ออินพุตใดอินพุตหนึ่งหรือทุกอินพุตมีสภาวะเป็นลอจิก "1" และเอาต์พุตของออร์เกตจะมีสภาวะเป็นลอจิก "0" เมื่อทุกอินพุตมีสภาวะเป็นลอจิก "0" เท่านั้น

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16.1 วงจรออร์เกตที่สร้างจากสวิตช์

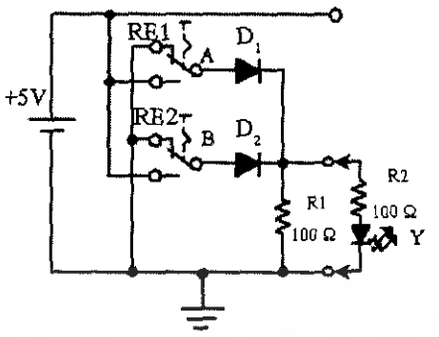
2. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 16.1

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16.2 วงจรออร์เกตที่สร้างจากไดโอด

4. สังเกตการติดดับของไดโอดเปล่งแสง บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 16.2

ตารางที่ 16.2 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 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรออร์เกต
2. จากวงจรที่ 16.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น OFF ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 16.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. จากวงจรที่ 16.1 และ 16.2 วงจรออร์เกตจะให้ไดโอดแปล่งแสงดับเมื่อสวิตช์มีสภาวะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 17

วงจรนอตเกต

วัตถุประสงค์

1.เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรนอตเกตได้

2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้

3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของนอตเกตได้

4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรนอตเกตได้

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

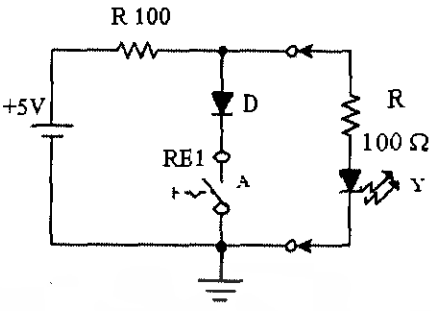
ทฤษฎีเบื้องต้น

นอตเกต (NOT GATE) เป็นลอจิกเกตที่เอาต์พุตมีสภาวะลอจิกตรงข้ามกับลอจิกอินพุต นั่นคือถ้าป้อนอินพุตเป็นลอจิก "0" จะได้ลอจิก "1" ที่เอาต์พุต และถ้าป้อนลอจิก "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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรนอตเกต
2. วงจรนอตเกตเป็นวงจรลอจิกที่มีขั้วอินพุตกี่ขั้ว
3. วงจรนอตเกตมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร
4. ถ้าสวิตช์ OFF ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
5. ถ้าสวิตช์ ON ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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

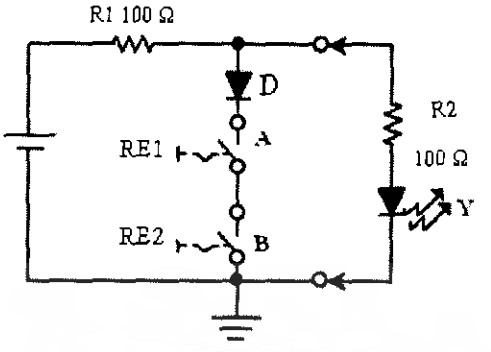
ทฤษฎีเบื้องต้น

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18.2 ตารางความจริงลอจิกแนนด์เกต

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

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรแนนด์เกต
2. จากวงจรที่ 18.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 18.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปล่งแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. วงจรแนนด์เกต กับวงจรแอนด์เกตต่างกันอย่างไร
5. จากตารางความจริงเอาต์พุตจะเป็น 0 ก็ต่อเมื่ออินพุต A กับ B มีสภาวะลอจิกอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 19
วงจรนอร์เกต

วัตถุประสงค์

1.เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรนอร์เกตได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้งานไดโอดได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนตารางความจริงของนอร์เกตได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายสภาวะการทำงานของวงจรนอร์เกตได้

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

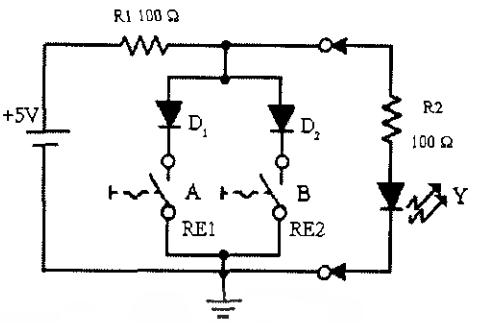
ทฤษฎีเบื้องต้น

นอร์เกต (NOR GATE) เป็นลอจิกเกตที่เกิดจากการเอาออร์เกตต่อกับอินเวอร์เตอร์เกต ดังนั้น คุณสมบัติทางลอจิกของนอร์เกตจึงตรงกันข้ามกับลอจิกออร์เกต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายคุณสมบัติของวงจรนอร์เกต
2. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น OFF และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปลงแสงมีสภาวะติดหรือดับ
3. จากวงจรที่ 15.2 ถ้าสวิตช์ A เป็น ON และสวิตช์ B เป็น ON ไดโอดแปลงแสงมีสภาวะติดหรือดับ
4. วงจรนอร์เกต กับวงจรออร์เกตต่างกันอย่างไร
5. จากตารางความจริงเอาต์พุตจะเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออินพุต A กับ B มีสภาวะลอจิกอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 20
วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรทวีแรงดัน 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

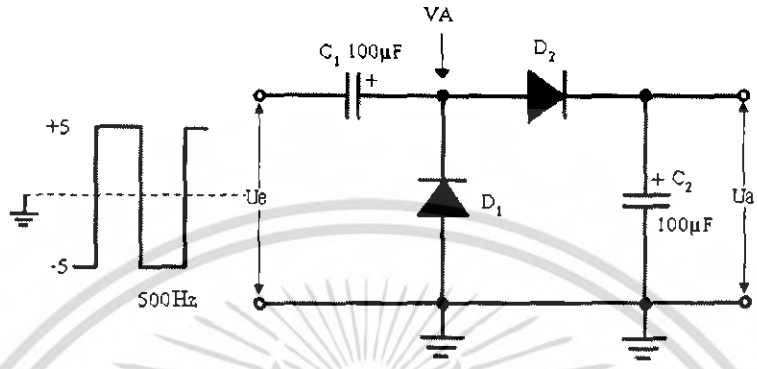
วงจรทวีแรงดัน (VOLTAGE MULTIPLIER) เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วยตัวเก็บประจุ (C) และไดโอด (D) ต่อร่วมกัน ทำหน้าที่เพิ่มทวีแรงดันให้ออกเอาท์พุทได้สูงขึ้นกว่าแรงดันอินพุทที่ป้อนเข้ามา อาจจะเป็น 2 เท่า, 3 เท่า, 4 เท่า เป็นต้น แรงดันที่ได้นี้จะมีค่าสูงเพิ่มขึ้นตามค่าการทวีแรงดัน แต่จะจ่ายกระแสได้ต่ำ ดังนั้นวงจรที่จะนำวงจรทวีแรงดันไปใช้งานได้ จะเป็นวงจรที่กินกระแสต่ำ และต้องการแรงดันสูง โดยได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันที่ได้มากนัก

หลักการทำงานของวงจรทวีแรงดัน จะใช้ตัวเก็บประจุ (C) ทำหน้าที่ประจุและคายประจุในแต่ละครึ่งไซเกิลของแรงดันไฟสลับ และใช้ไดโอด (D) ทำหน้าที่เร็กติไฟเออร์ป้อนผ่านแรงดันที่เร็กติไฟเออร์แล้ว ไปจ่ายให้ตัวเก็บประจุ (C) ประจุแรงดัน ผลลัพธ์ของแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุท คือ ผลลัพธ์ของแรงดัน ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (C) ที่ต่อขนานออกเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 20.1



รูปที่ 20.1 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า

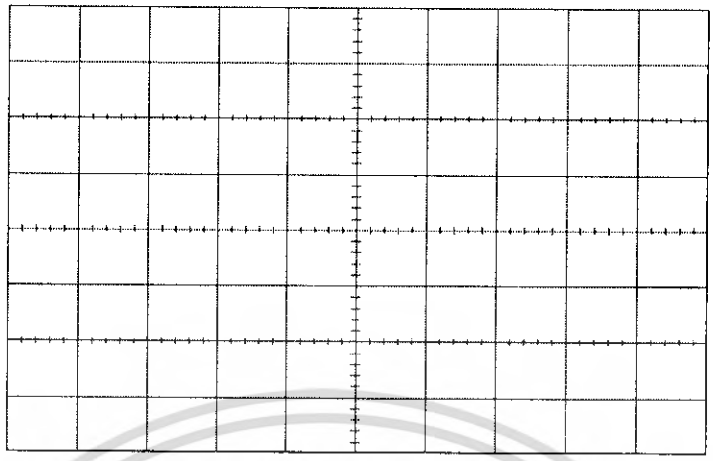
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. สังเกตที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ VA 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

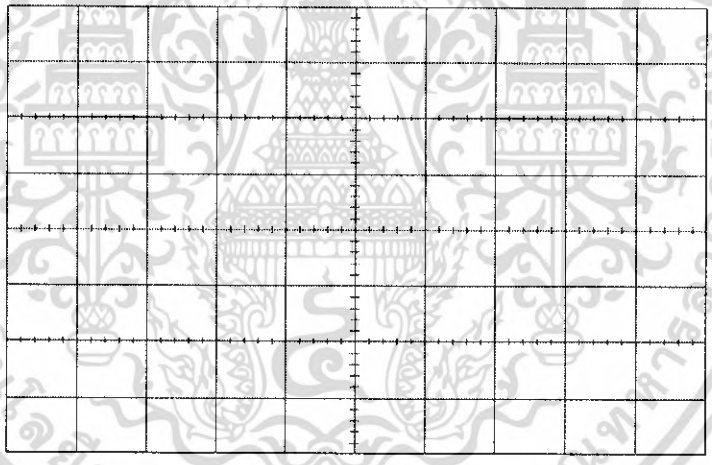
5. สังเกตที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 20.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 20.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 20.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณวงจรยกระดับ (VA)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 20.2



กราฟที่ 20.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

7. ใช้ Volt meter A วัดแรงดัน Ue, VA และ Ua โดยปรับย่าน AC RMS วัดที่จุด Ue และปรับย่าน DC RMS วัดที่จุด VA และ Ua บันทึกลงในตาราง 20.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน Ue, VA และ Ua

แรงดันที่วัด	ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)
แรงดันที่จุด Ue	
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด Ua	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ตัวเก็บประจุ C1 ทำวงจรหน้าที่อะไร
2. แรงดันที่จุด VA เป็นแรงดันที่ได้จากวงจรใด
3. ตัวเก็บประจุ C2 ในวงจรทำหน้าที่อะไร
4. จากกราฟในรูปที่ 20.1 แรงดันที่จุด VA มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 20.2 แรงดันที่จุด Ua มีขนาดเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 21
วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า

วัตถุประสงค์

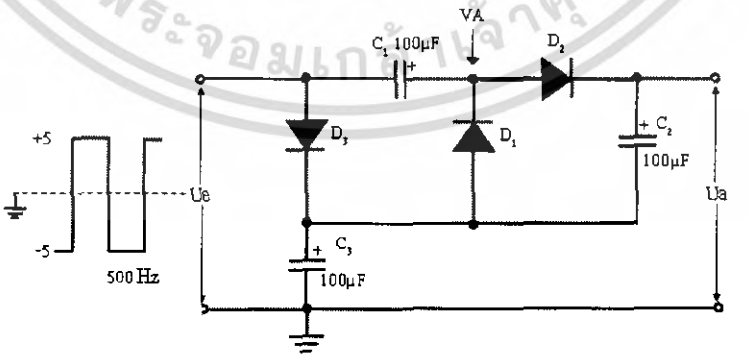
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวีแรงดัน 3 เท่าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรทวีแรงดัน 3 เท่าได้

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 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่า

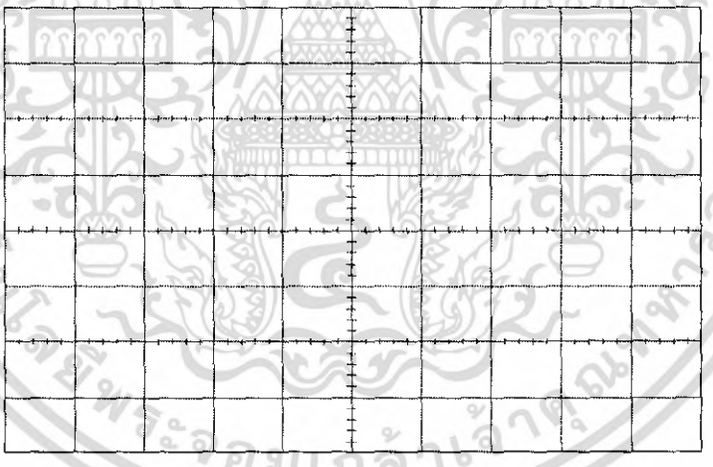
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ VA 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

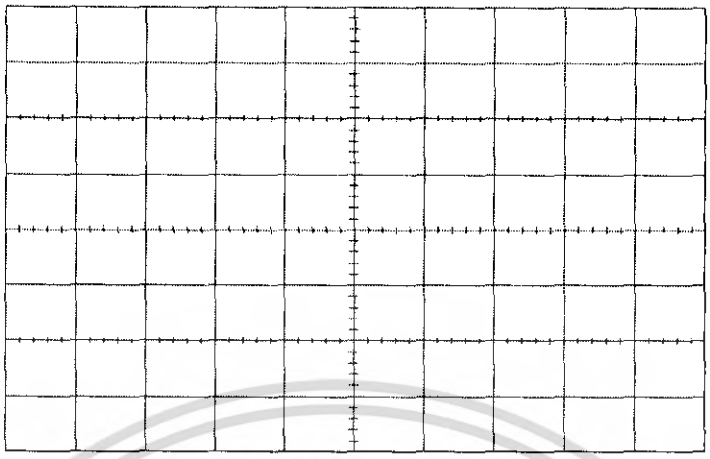
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 21.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 21.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 21.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณวงจรยกระดับ (VA)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 21.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 21.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

7. ใช้ Volt meter A วัดแรงดัน Ue, VA และ Ua โดยปรับย่าน AC RMS วัดที่จุด Ue และปรับย่าน DC RMS วัดที่จุด VA และ Ua บันทึกลงในตาราง 21.1

ตารางที่ 21.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน Ue, VA และ Ua

แรงดันที่วัด	**ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)**
แรงดันที่จุด Ue	
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด Ua	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกข้อดีของวงจรทวีแรงดัน
2. จงบอกข้อเสียของวงจรทวีแรงดัน
3. วงจรทวีแรงดันมีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร
4. จากกราฟในรูปที่ 21.1 แรงดันที่จุด VA มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 21.2 แรงดันที่จุด Ua มีขนาดเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 22
วงจรทวีแรงดัน 4 เท่า

วัตถุประสงค์

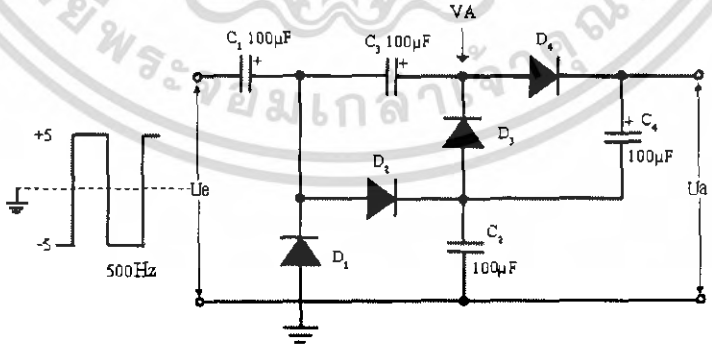
1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรทวีแรงดัน 4 เท่าได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรทวีแรงดัน 4 เท่าได้

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 22.1



รูปที่ 22.1 วงจรทวีแรงดัน 4 เท่า

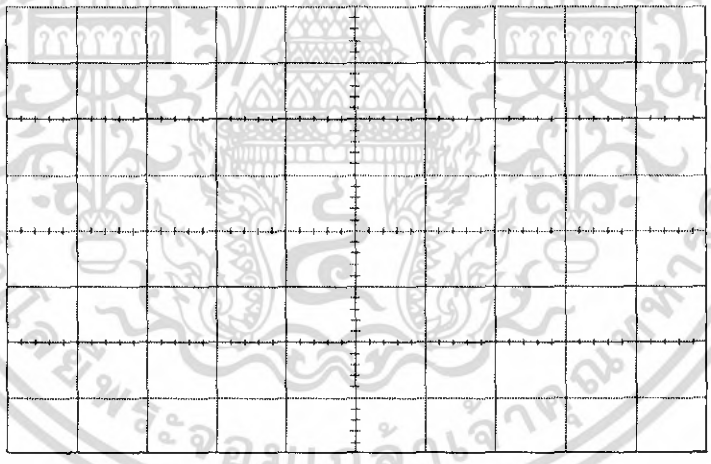
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 5 V ตำแหน่ง DC, เพื่อวัดสัญญาณ VA 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

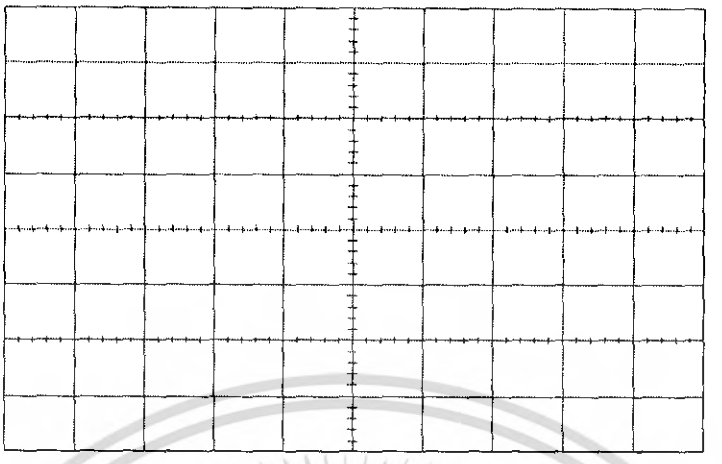
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 22.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 22.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste



กราฟที่ 22.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณวงจรยกระดับ (VA)

6. ให้ทำการวัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 22.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 22.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาท์พุท (Ua)

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

ตารางที่ 22.1 **บันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน Ue, VA และ Ua**

แรงดันที่วัด	**ค่าแรงดันได้จากการวัด (V)**
แรงดันที่จุด Ue	
แรงดันที่จุด VA	
แรงดันที่จุด Ua	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองใบงานที่ 21 กับ 22 ว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร
2. วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า กับวงจรทวีแรงดัน 4 เท่าใช้ไดโอดและตัวเก็บประจุต่างกันกี่ตัว
3. วงจรทวีแรงดันนิยมนำไปใช้งานกับวงจรลักษณะใด
4. จากกราฟในรูปที่ 22.1 แรงดันที่จุด VA มีขนาดเท่าใด
5. จากกราฟในรูปที่ 22.2 แรงดันที่จุด Ua มีขนาดเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

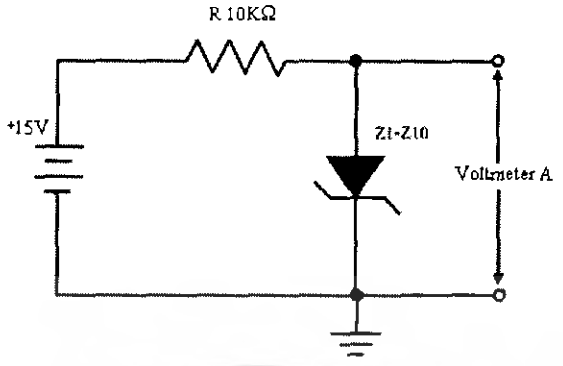
ทฤษฎีเบื้องต้น

การใช้งานของซีเนอร์ไดโอด จะนำไปใช้เป็นตัวกำหนดแรงดันให้คงที่ออกเอาท์พุตซึ่งแรงดันที่ส่งออกเอาท์พุตก็คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอด ขณะเป็นไบอัสกลับจะมีค่าแรงดันตกคร่อมตามค่าแรงดันซีเนอร์เบรคดาวน์ (VZ) ของซีเนอร์ไดโอดแต่ละตัวที่นำมาใช้งานวงจรใช้งานของซีเนอร์ไดโอด ในสถาวะปกติจะต่อเป็นวงจรขนานกับแหล่งจ่ายแบบไบอัสกลับ และมีตัวต้านทานต่ออันดับกับแหล่งจ่ายก่อนต่อขนานซีเนอร์ซีเนอร์ไดโอด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 23.1 โดยต่ออินพุทแหล่งจ่ายแรงดันให้ซีเนอร์ไดโอด +15V ให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23.1 วงจรซีเนอร์ไดโอดขณะไบอัสตรง

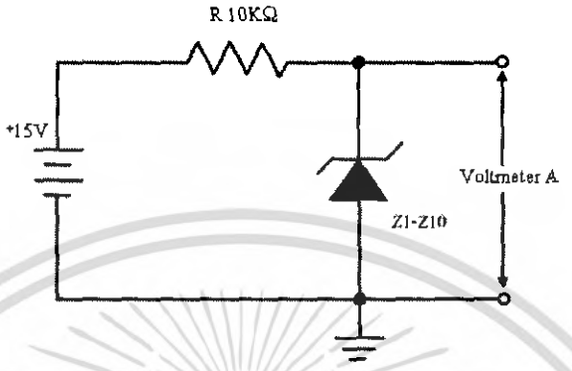
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A โดยปรับแต่งค่า Voltmeter A ที่ย่าน DC 20V ตำแหน่ง RMS วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด บันทึกผลการทดลองลง ในตารางที่ 23.1

ตารางที่ 23.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันซีเนอร์ไดโอด
แต่ละเบอร์ขณะต่อไบอัสตรง

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 23.2 โดยการกลับขั้วไดโอด และต่อแหล่งจ่ายแรงดันให้ซีเนอร์ไดโอด +15V ให้วงจร



รูปที่ 23.2 ซีเนอร์ไดโอดขณะไบกลับ

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

ตารางที่ 23.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันซีเนอร์ไดโอด แต่ละเบอร์ขณะต่อไบอัสกลับ

ซีเนอร์ไดโอดเบอร์	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด ขณะต่อไบอัสกลับ (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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 24
วงจรรักษาแรงดันให้คงที่ด้วยซีเนอร์ไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอดได้

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

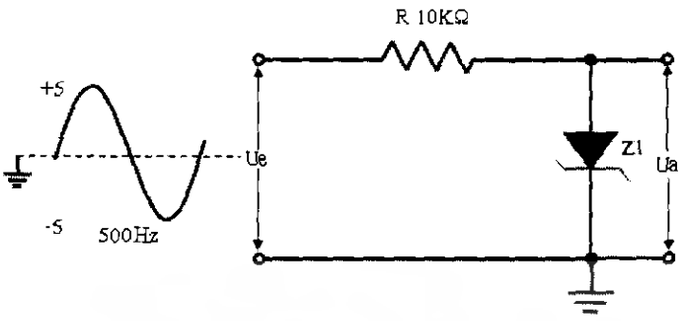
ทฤษฎีเบื้องต้น

การใช้งานซีเนอร์ไดโอด ซีเนอร์ไดโอดนำไปใช้งานหลายอย่างเช่น วงจรตัดสัญญาณ (Clipping Circuit) วงจรรักษาแรงดันให้คงที่ (Voltage Regulator Circuit) โดยเฉพาะในวงจรรักษาแรงดันให้คงที่ในการต่อใช้งานทุกครั้งจะต้องมีความต้านทานต่ออนุกรมเสมอ เพื่อป้องกันกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอด (Iz) เกินค่าพิกัดซึ่งจะทำให้ชำรุดได้และตัวต้านทานที่ใช้จะต้องมีการคำนวณหาค่าความต้านทานที่เหมาะสมวงจรจึงจะทำงานได้ดี

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 24.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24.1 วงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอด

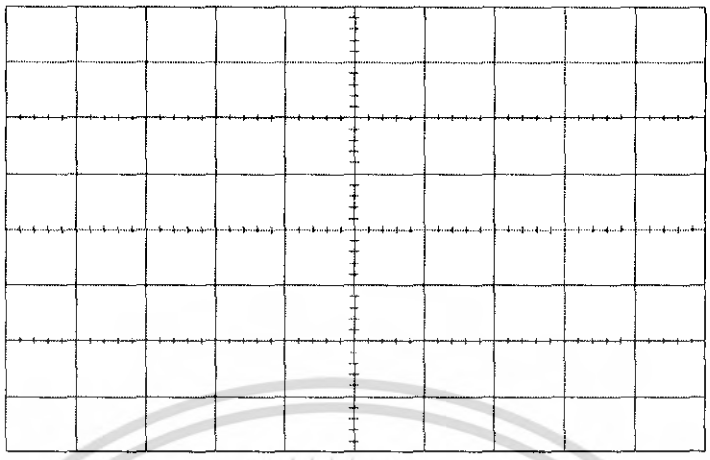
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 5V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ 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

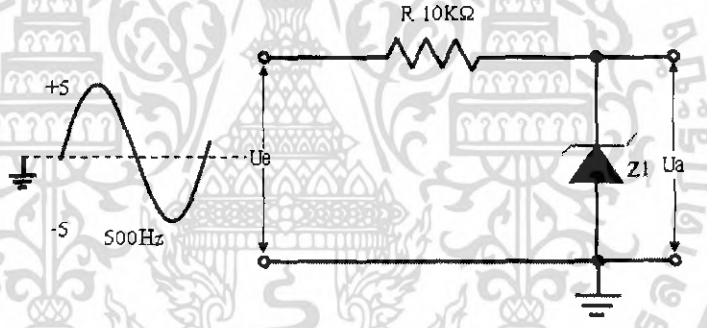
5. ที่ทูลบาร์อีกครั้ง เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Course Page เพื่อออกจากหน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้บันทึกรูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 24.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 24.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 24.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

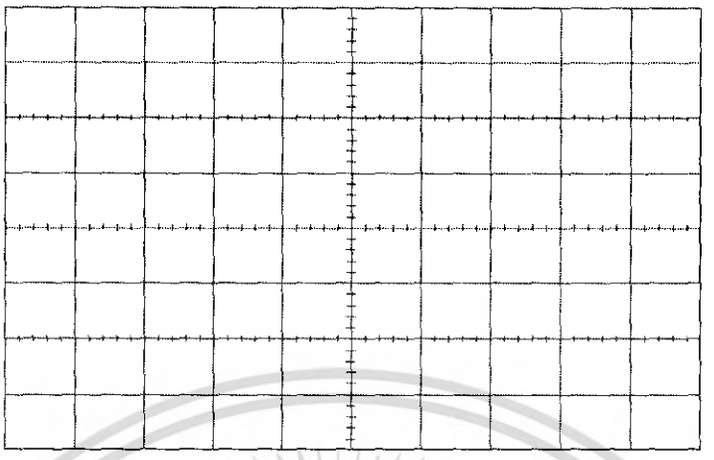
6. ประกอบวงจรตามรูปที่ 24.2 โดยให้กลับขั้วซีเนอร์ไดโอด Z1



รูปที่ 24.2 วงจรตัดสัญญาณด้วยซีเนอร์ไดโอด

7. วัดสัญญาณ Ue และสัญญาณ Ua บันทึก รูปคลื่นทั้งสองลงในตารางกราฟที่ 24.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 24.2 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 25
วงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงหลายระดับด้วยซีเนอร์ไดโอดได้

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

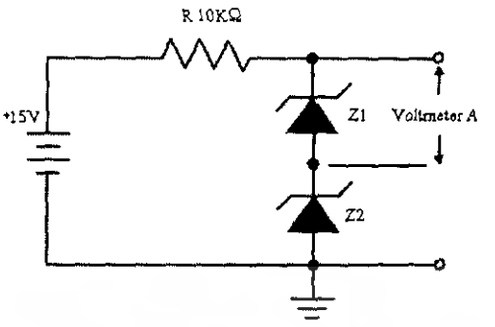
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันหลายระดับ ถูกกำหนดค่าโดยซีเนอร์ไดโอด จากรูปที่ 25.1 จะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตได้ 3 ระดับ สิ่งสำคัญคือ แหล่งจ่ายแรงดันอินพุตให้กับวงจรจะต้องมีระดับแรงดันสูงกว่าค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดในวงจรรวมกัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 25.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



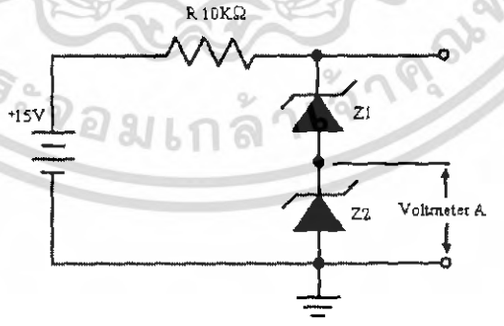
รูปที่ 25.1 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z1

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

ตารางที่ 25.1 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z1

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z1	

3. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันที่ตกคร่อมไดโอด ตามรูปที่ 25.2 บันทึกผลการทดลองลง ในตารางที่ 25.2



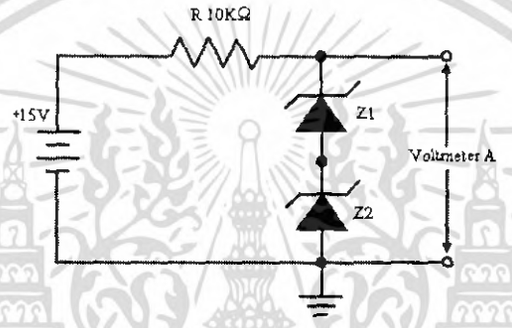
รูปที่ 25.2 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25.2 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z2

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z2	

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด ตามรูปที่ 25.3 บันทึกผลการทดลองลง ในตารางที่ 25.3



รูปที่ 25.2 การวัดแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด Z1และ Z2

ตารางที่ 25.3 บันทึกผลการทดลองแรงดันซีเนอร์ไดโอด Z1และ Z2

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ซีเนอร์ไดโอด Z1และ Z2	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. เปรียบเทียบการทดลองที่ได้จากตารางที่ 25.1 และตารางที่ 25.2 แตกต่างกัน
2. จากรูปที่ 25.1 จะสามารถจ่ายแรงดันออกเอาต์พุตได้กี่ระดับ
3. ถ้าต้องการจ่ายแรงดันออกเอาต์พุต 6 ระดับจะต้องทำอย่างไร
4. จากรูปที่ 25.1 ถ้าต่อซีเนอร์ไดโอดอนุกรมกัน 3 ตัววงจรนี้สามารถอ้างอิงแรงดันได้กี่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 26
วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรตัดสัญญาณ 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

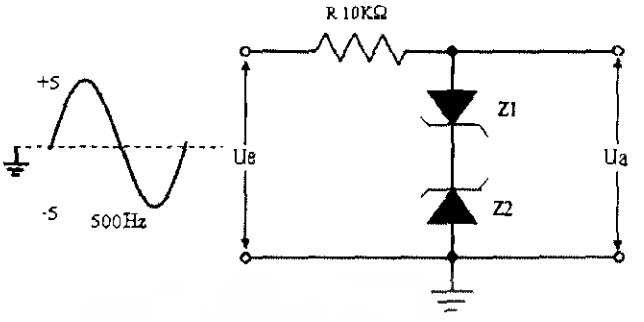
ทฤษฎีเบื้องต้น

วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วงด้วยซีเนอร์ไดโอด ซึ่งซีเนอร์ไดโอดทั้ง 2 ตัว จะทำหน้าที่เป็นทั้งซีเนอร์ไดโอด และไดโอดธรรมดา คือจะทำหน้าที่เป็นไดโอดธรรมดาในขณะได้รับไบอัสตรง และจะทำหน้าที่เป็นซีเนอร์ไดโอดในขณะได้รับไบอัสกลับ ซีเนอร์ไดโอดทั้ง 2 ตัว จะทำหน้าที่สลับกัน ตัวหนึ่งเป็นซีเนอร์ไดโอดอีกตัวหนึ่งจะเป็นไดโอดธรรมดา แรงดันของสัญญาณที่ถูกกำหนดออกเอาต์พุต จะขึ้นอยู่กับค่าซีเนอร์ไดโอดเบรคดาวน์ เป็นตัวกำหนดสัญญาณออกเอาต์พุต

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 26.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26.1 วงจรตัดสัญญาณ 2 ช่วง

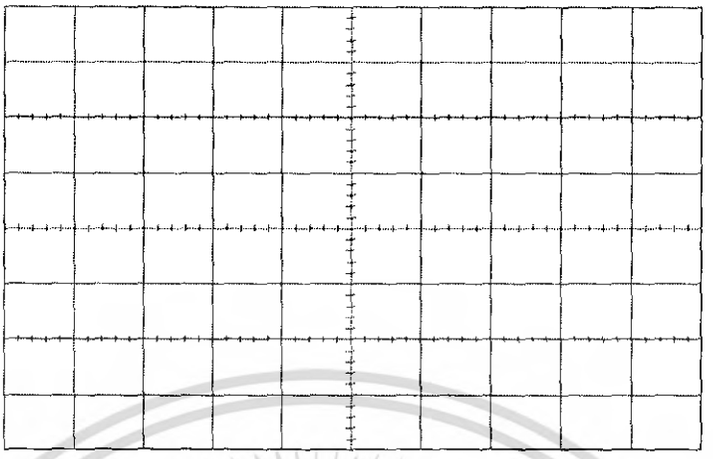
2. ที่เมนูบาร์ใช้เมาส์คลิก Instruments เลือก Voltage Source เลือก Function Generator จากนั้นให้ปรับ Function Generator เป็นรูปคลื่นไซน์ ให้ได้ขนาด +, - 5Vp-p ที่ความถี่ 500Hz กดปุ่ม Power เพื่อป้อนสัญญาณอินพุทให้วงจร

3. ที่ทูลบาร์ เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่รูป ปุ่ม Oscilloscope เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง Oscilloscope จากนั้นให้ปรับแต่ง Oscilloscope Channel A ปรับค่า Volt/div = 2 V ตำแหน่ง AC, เพื่อวัดสัญญาณ Ue และ Channel B ปรับค่า Volt/div = 2 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 26.1 โดยคลิกปุ่มขวาที่กราฟที่ 26.1 จะปรากฏคำสั่งให้ Paste

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 26.1 สัญญาณอินพุท (Ue) และสัญญาณเอาต์พุต (Ua)

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ได้รับกระแสไบแอสตรงจะมีแรงดันตกคร่อม LED ประมาณ 2 โวลต์ ดังแสดง ซึ่งเป็นค่าแรงดันไบอัสตรงของ LED สีต่างๆ ที่กระแสไบอัสสตรง 20 มิลลิแอมป์ และถ้า LED ได้รับการไบอัสกลับ ก็จะเกิดปรากฏการณ์อะวาลานช์หรือซีเนอร์เช่นเดียวกับไดโอดชนิดอื่นๆ แต่ค่าแรงดันนั้นจะมีค่าน้อยกว่า โดยทั่วๆ ไปแล้ว LED จะทนแรงดันย้อนกลับได้สูงสุดประมาณ 3-5 โวลต์

คำแนะนำ

L1 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีส้ม

L2 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง

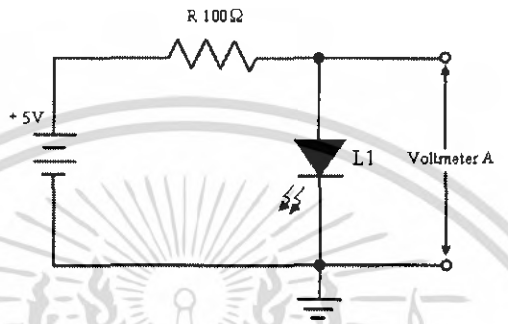
L3 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L4 หมายถึง ไดโอดเปล่งแสงสีแดง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

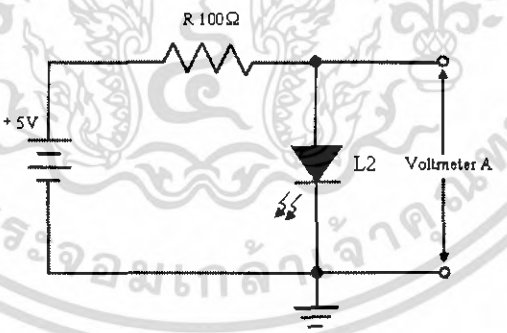
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.1 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีส้ม (L1)



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)

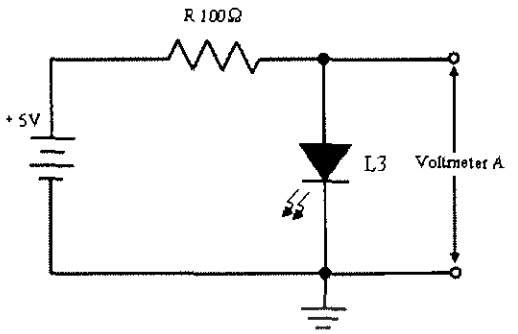


รูปที่ 27.2 การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงสีเหลือง (L2) บันทึกลงในตาราง 27.1

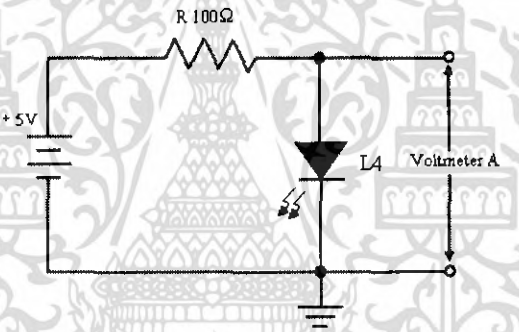
5. ประกอบวงจรตามรูปที่ 27.3 โดยการเปลี่ยนไดโอดเปล่งแสงเป็นสีเขียว (L3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 28
การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาต่อใช้งานร่วมกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ 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

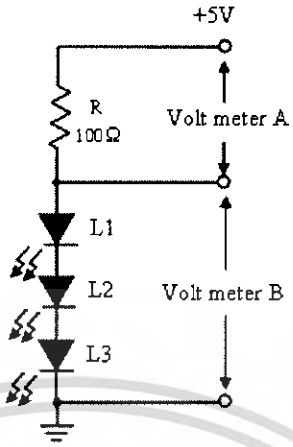
ทฤษฎีเบื้องต้น

ไดโอดเปล่งแสงสามารถนำมาใช้งานพร้อมกันในคราวเดียวหลายๆ ตัวได้โดยนำไดโอดเปล่งแสง มาต่ออนุกรมกัน และใช้แหล่งจ่ายแรงดันแหล่งเดียวในการไบอัสให้ไดโอดเปล่งแสง โดยแหล่งจ่ายแรงดันจะต้องมีแรงดันมากกว่าผลรวมของแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสง แต่ละตัว เพราะจะทำให้แหล่งจ่ายแรงดัน ไม่สามารถไบอัสให้ไดโอดเปล่งแสง ได้เพียงพอ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 28.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28.1 การนำไดโอดเปล่งแสงหลาย ๆ ตัวมาต่ออนุกรมกัน

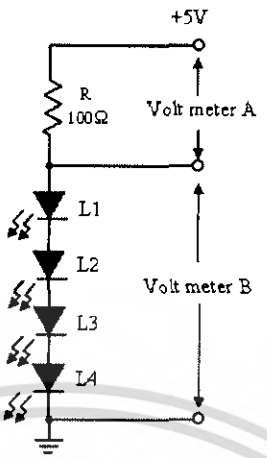
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 5V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 28.1

ตารางที่ 28.1 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันต่างๆ

อุปกรณ์ที่วัด	**ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)**
ตัวความต้านทาน R	
ไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 28.2 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพิ่มเข้ามาในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28.2 การนำไดโอดเปล่งแสงหลาย ๆ ตัวมาต่ออนุกรมกัน

4. ใช้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกันอีกครั้ง บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 28.2

ตารางที่ 28.2 บันทึกผลการทดลองค่าแรงดันต่างๆ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวความต้านทาน R	
ไดโอดเปล่งแสงที่ต่ออนุกรมกัน	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 29
วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรขับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกันได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรขับไดโอดเปล่งแสงหลายตัวพร้อมกันได้

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

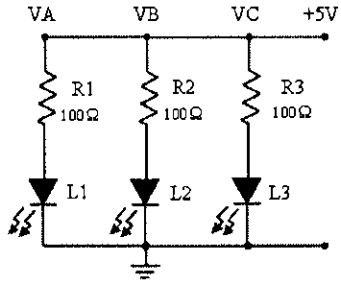
ทฤษฎีเบื้องต้น

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

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 29.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



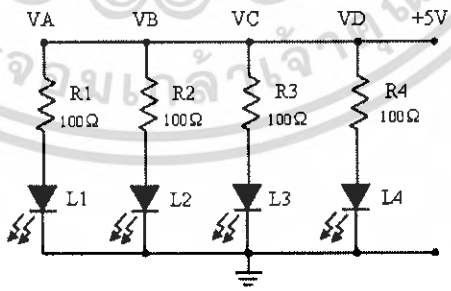
รูปที่ 29.1 วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน

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 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพิ่มเข้ามาในวงจร



รูปที่ 29.2 วงจรขับไดโอดเปล่งหลายตัวพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

1. ถ้าหลอดไดโอดเปล่งแสงตัวใดตัวหนึ่งขาดจะมีผลอย่างไรในวงจร อธิบายพอสังเขป
2. จงอธิบายวงจรไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวที่ต่อแบบอนุกรม พอเข้าใจ
3. จงเปรียบเทียบตารางที่ 29.1 กับ 29.2 ว่าค่าที่ได้ในตารางต่างกันอย่างไร
4. ถ้าตัวความต้าน R1 และ R3 ในวงจรขาด ไดโอดเปล่งแสงตัวใดติด และตัวใดดับ
5. ถ้าตัวความต้าน R2 และ R4 ในวงจรขาด ไดโอดเปล่งแสงตัวใดติด และตัวใดดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

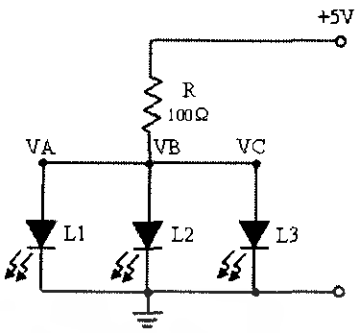
ทฤษฎีเบื้องต้น

การนำไดโอดเปล่งแสงหลายๆ ตัวมาใช้งานพร้อมๆ กันอย่างไม่ถูกต้อง จากวงจรที่ 30.1 จะเห็นได้ว่าไดโอดเปล่งแสงไม่มีทางที่จะทำงานพร้อมๆ กันได้ เพราะแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสงแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากัน ในกระบวนการผลิตก็ไม่สามารถทำให้ไดโอดเปล่งแสงทุกตัวมีค่าแรงดันไบอัสตรงเท่ากันพอดีได้ ซึ่งจะทำให้มีไดโอดเปล่งแสงตัวใดตัวหนึ่งกินกระแสมากกว่าตัวอื่นๆ และทำให้ ไดโอดเปล่งแสงตัวที่เหลืออยู่ได้รับกระแสเพียงเล็กน้อยหรือ อาจไม่ได้รับกระแสเลยหากแรงดันไบอัสของไดโอดเปล่งแสงต่างกันมาก

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 30.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



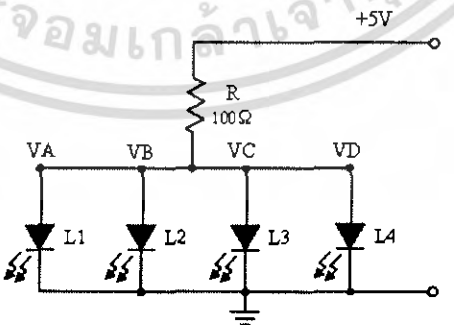
รูปที่ 30.1 วงจรการนำไดโอดเปล่งหลายๆ ตัวใช้งานพร้อมกัน

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ไดโอดเปล่งแสงบ้างตัวสว่างมาก และบ้างตัวสว่างน้อย
3. จงเปรียบเทียบตารางที่ 30.1 กับ 30.2 ว่าค่าที่ได้ในตารางต่างกันอย่างไร
4. ถ้าตัวความต้าน R ในวงจรขาด จะมีผลอย่างไรไดโอดเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 31
วงจรโฟโต้ไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรโฟโต้ไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรโฟโต้ไดโอดได้

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

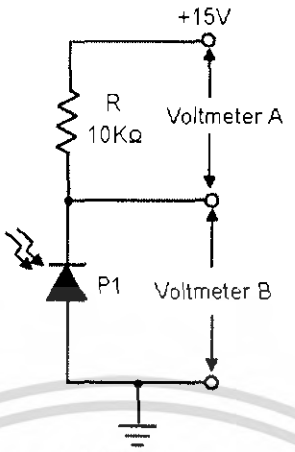
ทฤษฎีเบื้องต้น

โฟโต้ไดโอด หรือไดโอดทำงานด้วยแสง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่ค่าความต้านทานภายในตัวไดโอดเปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือน้อยลง ขึ้นอยู่กับแสงที่ส่องมากระทบตัวสารกึ่งตัวนำในไดโอดโฟ ไดโอดเป็นไดโอดที่เริ่มมีบทบาทในการนำมาใช้งานด้านอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นทุกขณะ เพราะขอบข่ายการใช้งานของอิเล็กทรอนิกส์ทางแสงเริ่มขยายวงในการใช้กว้างขวางขึ้น จนต้องมีการพัฒนา ค้นคว้า ทดลอง และปรับปรุง เพื่อแก้ไขให้อุปกรณ์ทางแสงมีประสิทธิภาพสูงสุด แสงถือว่าเป็นพลังงานแหล่งหนึ่ง เมื่อถูกส่งออกมาจะอยู่ในรูปที่เรียกว่าโฟตอน (Photons) จะมีระดับและทิศทางของความถี่ในการเดินทางของแสง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 31.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 31.1 การต่อวงจรโฟโต้ไดโอดขณะไม่มีแสงตกกระทบ

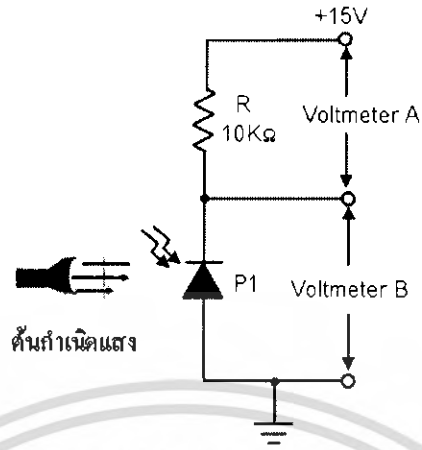
2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 20V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด และ Voltmeter B วัดแรงดันตกคร่อมความต้านทาน บันทึกแรงดันที่วัดได้ลงในตาราง 31.1

ตารางที่ 31.1 แรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด ขณะไม่มีแสงตกกระทบ

อุปกรณ์ที่วัด	ค่าแรงดันที่ได้จากการวัด (V)
ตัวต้านทาน R	
โฟโต้ไดโอด P1	

3. ประกอบวงจรตามรูปที่ 31.2 โดยต่อไดโอดเปล่งแสงสีแดงเพื่อเป็นต้นกำเนิดแสงให้กับโฟโต้ไดโอดดังรูป 31.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 32
วงจรวาริเคปไดโอด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจรวาริเคปไดโอดได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานวงจรวาริเคปไดโอดได้

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

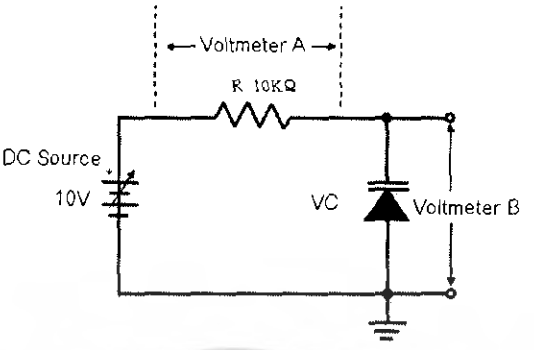
ทฤษฎีเบื้องต้น

วาริแคปไดโอดมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าวาแร็กเตอร์ไดโอด (Varactor Diode) เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง เหมือนไดโอดธรรมดา จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน 2 ตอน มีขาต่อใช้งาน 2 ขา คือขาแอโนด (A) และขาแคโถด (K) เหมือนไดโอดธรรมดา แต่แตกต่างจากไดโอดธรรมดาตรงขบวนการผลิต และนำไปใช้งาน โดยวาริแคปจะนำไปใช้งานเป็นตัวเก็บประจุที่ปรับเปลี่ยนค่าได้ (Variable Capacitor) ซึ่งจะเป็นตัวเก็บประจุแบบอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32.1 การต่อวงจรวาริเคปไดโอด

2. ที่เมนูบาร์เลื่อนเมาส์คลิก Instruments เลือก Measuring Devices เลือก Voltmeter A และ B จากนั้นปรับย่านวัด 20V RMS ตำแหน่ง DC โดยให้ Voltmeter A วัดแรงดันตกคร่อมโฟโต้ไดโอด 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 เปรียบเทียบการทำงานของวาริเคปไดโอด

ผลการทดลอง	แรงดันตกคร่อม วาริปแคปไดโอด (V)	แรงดันตกคร่อม ความต้านทาน (V)
ขณะ DC SOURCE มีค่าเท่ากับ 10Volt		
ขณะ DC SOURCE มีค่าเท่ากับ -10Volt		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากตารางที่ 32.1 สามารถอธิบายได้อย่างไร
2. บอกถึงประโยชน์การนำวาริเคปโอดไปใช้งานอะไรบ้าง
3. วาริเคปไดโอดต่างจากไดโอดธรรมดาอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ
ตัวอย่างแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

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

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รูปที่ ญ.1 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีคุณภาพดี

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

รูปที่ ญ.1 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพใบงาน

หัวข้อเรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรไดโอดสำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับใบงาน						
2. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับใบงาน						
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาครอบคลุมสำหรับการทดลอง						
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
5. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
6.เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่องโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
7.กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
8.แบบฝึกหัดในใบงานมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น						
9.ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
10.สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

รูปที่ ญ.2 ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

4 หมายถึง มีคุณภาพดี

3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

รูปที่ ญ.2 (ต่อ) ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายปรัชญา โอชาพงศ์

วัน เดือน ปีเกิด 9 เมษายน พ.ศ. 2527

ภูมิลำเนา 70 หมู่ 7 ตำบลปากแพรก อำเภอปากพนัง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140
โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-3791-2680

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดหอยกัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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	โรงเรียนศรีพฤษฌา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	เทคโนโลยีกรุเทพ จังหวัดกรุงเทพฯ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	เมินอดีต ทำปัจจุบัน มุ่งอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุล	นายอาทิตย์ เจ๊ะสแม
วัน เดือน ปีเกิด	7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	52 ถนนสายบุรี ตำบลตะลุบัน อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี 94110 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-7926-0774
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาลบ้านตะลุบัน จังหวัดปัตตานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสายบุรีแจ้งประชาคาร จังหวัดปัตตานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	ได้รับรางวัลชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปี 48
ความสนใจพิเศษ	งานด้านออกแบบ และการนำเสนอ
คติพจน์	ผู้ทรงกรุณาปราณี ผู้ทรงเมตตาเสมอ ทำไม่ได้หรือไม่ได้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้