ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
Transistor Circuits Training Set for Virtual Instruments

ชื่อนักศึกษา
1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.โกศล ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี	
2. อ.ประเสริฐ เดนพันค้อ	
3. อ.สุระชัย พิมพ์สาลี	
4. อ.โกศล ตราชู	
5. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	

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

<BT492092>
ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

TRANSISTOR CIRCUITS TRAINING SET FOR VIRTUAL INSTRUMENT

เจริญศรี ทวีทรัพย์
ปิยะพล เครือรัตน์
พรธนา ถนอมเงิน

ปพ.
ว ๗๔๗ ช
2549

เลขหมู่ 75164
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 24 ต.ค. 2550

b 11816260
i

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

Transistor Circuits Training Set for Virtual Instrument

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ และโปรแกรม Lab Soft
2. เพื่อออกแบบใบงานและแผงวงจรการทดลอง
3. เพื่อสร้างใบงานและแผงวงจรการทดลอง
4. เพื่อหาค่าคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
5. เพื่อนำชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องทรานซิสเตอร์และโปรแกรม Lab Soft
2. ได้ใบงานและแผงวงจรการทดลองการคอมมอนทรานซิสเตอร์ 12 ใบงาน
3. ได้ใบงานและแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์ที่ใช้งานบนโปรแกรม Lab Soft
4. ทราบค่าคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
5. ได้ชุดฝึกวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงไปใช้ในการเรียนการสอนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง	
นักศึกษา	นางสาวเจริญศรี	ทวีทรัพย์
	นายปิยะพล	เครือรัตน์
	นางสาวพรธนา	ถนอมเงิน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ประกอบด้วยแผงวงจรและใบงานสำหรับใช้งานร่วมกับ ชุดฝึกปฏิบัติ สามารถใช้ทดลองเรื่องการไบอัสทรานซิสเตอร์ในลักษณะของการไบอัสคงที่, การไบอัสคงที่แบบมี RE, การไบอัสตัวเอง และการไบอัสแบบแบ่งแรงดัน และสภาวะการทำงานของทรานซิสเตอร์แบบ สภาวะไวงาน, สภาวะหยุดคัทออฟ และ สภาวะอิ่มตัว โดยชุดฝึกปฏิบัตินี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อและเนื้อหา ค่าที่ได้จากการประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเท่ากับ 4.08 และค่าที่ได้จากการประเมินทางด้านเนื้อหามีค่าเท่ากับ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Transistor Circuits Training Set For Virtual Instruments
Students	Miss Charoensri Thaweesub
	Mr.Piyapon Kurerut
	Miss Pornthana Thanormngun
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

The thesis presents construction of Transistor circuits training set for virtual instruments. This project consisted of a experimental board are 12 laboratory sheets software. The experimental board work on the experimental base module. The control of this project are the fixed bias, fixed bias with RE, self bias, stabilities bias and transistor with active load, cutoff and saturate. The results of the assessment from 3 experts in media production and 3 experts in control. This project have quality of media production is good ($\bar{x}$ = 4.08), and quality of control is good ($\bar{x}$ = 4.37).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ อาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงานรวมถึงขั้นตอนต่างๆ ในการสร้างโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และสำนักหอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	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)	10
2.2.4 การนำเอกสาร XML มาแสดงผล	12
2.3 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง	16
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการ	18
3.1 กล่าวนำ	18
3.2 การออกแบบใบงานทรานซิสเตอร์	18
3.2.1 การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft	18
3.2.2 การเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าในโปรแกรม Lab Soft	19
3.3 การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลอง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	24
4.1 กล่าวนำ	24
4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรการทดลอง	24
4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์	24
4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ	24
4.2.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ	31
บทที่ 5 บทสรุป	32
5.1 กล่าวนำ	32
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	32
5.3 แนวทางการพัฒนา	33
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	35
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นพิมพ์	38
ภาคผนวก ค รายการละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	42
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	47
ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ	56
ภาคผนวก ฉ ใบงาน	63
ภาคผนวก ช ตัวอย่างแบบประเมิน	110
ประวัติผู้แต่ง	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา	24
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	31
ค.1 สัญญาณที่ได้จาก DIN – 64CPB – CES	43
ค.2 Standard power supply unit	44
ค.3 Interface	44
ง.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะโครงสร้างต้นไม้	5
2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ	6
2.3 ตัวอย่างการใช้แอ็ตทริบิวต์ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ	6
2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลิเมนต์	7
2.5 การเขียนเนื้อหาในอีลิเมนต์ด้วย XML	8
2.6 อีลิเมนต์ 1 คู่แท็ก	9
2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ	9
2.8 การเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างอีลิเมนต์	11
2.9 ตัวอย่างการกำหนดแอตทริบิวต์ที่ขัดกับประโยชน์	11
2.10 การแสดงผลลัพธ์โดยใช้ CSS	12
2.11 การเพิ่มบรรทัดเข้าไปในไฟล์ test.xml เพื่อนำเอาไฟล์ test.css มาเป็นส่วนแสดงผล	14
2.12 ตัวอย่างการแสดงผลของ XML	14
2.13 การแสดงผลด้วย HTML	15
2.14 ภาพหน้าจอเมื่อใช้ IE 6.0 เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา	16
3.1 ใบงานในโปรแกรม Lab Soft	19
3.2 ผังการทำงานภายใน Lab Soft	19
3.3 หัวข้อใหญ่บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft	20
3.4 หัวข้อย่อยบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft	20
3.5 การเพิ่มหัวข้อใหญ่ใน Lab Soft	21
ก.1 แผงวงจรการทดลอง	36
ก.2 ชุดปฏิบัติการ Lab Soft	37
ข.1 วงจรในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์	39
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์	40
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์	41
ง.1 ส่วนประกอบของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือเสมือนจริง	49
ง.2 พอร์ตที่สามารถต่อชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์	50
ง.3 ชุดจ่ายไฟของชุดปฏิบัติการ Lab Soft ทั้ง 2 ชุด	50
ง.4 ช่องใส่แผงวงจรของชุดปฏิบัติการ Lab Soft	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.5 แผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์	51
ง.6 หน้าต่าง Registration	51
ง.7 หน้าต่าง Registration	52
ง.8 หน้าต่างโปรแกรม Lab Soft	52
ง.9 สายสำหรับต่อในส่วนของชุดปฏิบัติการ Lab Soft	53
ง.10 สายสำหรับต่อในส่วนของแผงการทดลอง	53
ง.11 ตำแหน่ง A+, A- และ B+, B- ในชุดปฏิบัติการ Lab Soft	53
ง.12 แผงวงจรสำหรับใช้วัดกระแส	54
ง.13 Amperemeter B	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันทรานซิสเตอร์เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการศึกษาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งการศึกษาการทำงานและการประยุกต์ใช้งานของทรานซิสเตอร์ จะต้องผ่านการศึกษาทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

การเรียนภาคปฏิบัตินั้น ผู้เรียนจะต้องทำการต่อวงจรและวัดหาค่าต่างๆ ของวงจร ซึ่งในลักษณะนี้จะพบกับปัญหาต่างๆ ทั้งอุปกรณ์ไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา สิ้นเปลืองเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ สิ้นเปลืองใบงาน และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ค่อนข้างยาก

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

คณะผู้จัดทำได้สร้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง เพื่อผู้ที่สนใจทรานซิสเตอร์ได้ศึกษา วงจรคอมมอนเบส วงจรคอมมอนอิมิตเตอร์ วงจรคอมมอนคอลเลคเตอร์ การไบอัสคงที่ การไบอัสตัวเอง การไบอัสคงที่แบบมี RE การไบอัสแบบแบ่งแรงดัน และสถานะของทรานซิสเตอร์ โดยคณะผู้จัดทำได้ออกแบบการเรียนรู้ในแต่ละส่วนของชุดฝึกอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นถึงหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อทำการสร้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงขึ้นมาแล้ว ผู้จัดทำจะมีความรู้ทางด้าน XML (Extensible Markup Language) โปรแกรม Lab Soft และการออกแบบวงจรทรานซิสเตอร์ ส่วนของผู้เรียนที่ใช้ชุดฝึกชุดนี้เมื่อผ่านการเรียนและทำการทดลองตามแบบฝึกหัดในโครงงานนี้แล้ว ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับทรานซิสเตอร์เพิ่มขึ้น

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานมีขีดความสามารถดังนี้

1. ทดลองการทำงานของทรานซิสเตอร์ มีการไบอัส 4 แบบ ทั้ง 3 สภาวะ ทั้งชนิด NPN และ PNP (เป็นแบบภาคเดียว) และมีใบงานทรานซิสเตอร์ 12 ใบงาน
2. แสดงผลการทดลองได้ทั้งที่เป็นตัวเลขและกราฟแสดงการทำงานของททรานซิสเตอร์ได้
3. จัดเก็บใบงานการทดลองในแฟ้มข้อมูลแยกเป็นรายกลุ่มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรทรานซิสเตอร์มีลักษณะเป็นแผงวงจรใช้ร่วมกับชุดทดลองเครื่องมือวัดเสมือนจริงและโปรแกรม Lab Soft
5. สามารถเพิ่มใบงานที่ใช้ร่วมกับแผงวงจรทรานซิสเตอร์ได้

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานระยะแรกจะเริ่มต้นจากการทำซอฟต์แวร์ในส่วนของทฤษฎีทรานซิสเตอร์หลังจากนั้นเมื่อทำซอฟต์แวร์ในส่วนนี้เสร็จ แล้วก็ทำการออกแบบวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อทำฮาร์ดแวร์ ขณะที่ทำฮาร์ดแวร์ก็ทำซอฟต์แวร์ไปพร้อมๆ กันและเมื่อทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติต่อไป

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นของ XML (Extensible Markup Language) และการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงสร้าง ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น การไบอัสคงที่ การไบอัสตัวเอง การไบอัสคงที่แบบมี RE การไบอัสแบบแบ่งแรงดัน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรทรานซิสเตอร์แต่ละคอมมอนโดยวิธีการไบอัสแบบต่างๆ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

ภาคผนวก จ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ฉ ใบงาน

ภาคผนวก ช 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 ซึ่งมีจอน โบแสค (Jon Bosak) แห่งซันไมโครซิสเต็มส์เป็นประธาน และแล้วในเดือนกุมภาพันธ์ปี 1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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" ก่อนโดยกระบวนการพาร์สชิง (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

XML จะมีลักษณะของการจัดการข้อมูลด้วยการใช้อีลิเมนต์ (element) กำกับในลักษณะเดียวกันกับที่ใช้ในภาษา HTML โดยใช้แท็ก (tag) ในการตั้งชื่อให้อีลิเมนต์ต่างๆ นั่นคือจะมีแท็กเปิดและแท็กปิด

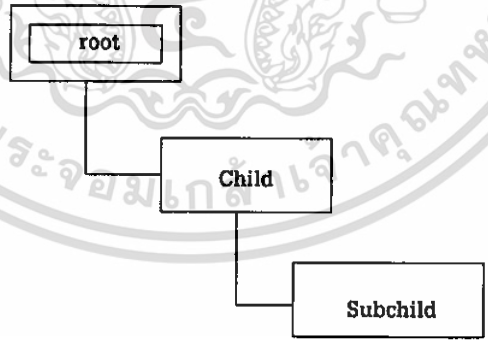
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครอบข้อมูลที่ต้องการเอาไว้ 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



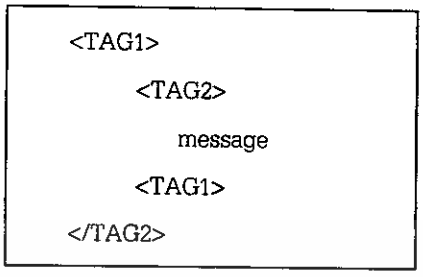
รูปที่ 2.1 ลักษณะของโครงสร้างต้นไม้

ถ้าพิจารณาถึงกฎเกณฑ์ของ XML อาจแบ่งไวยากรณ์หรือกฎเกณฑ์หลักๆ ของ XML ได้ 5 ข้อคือ

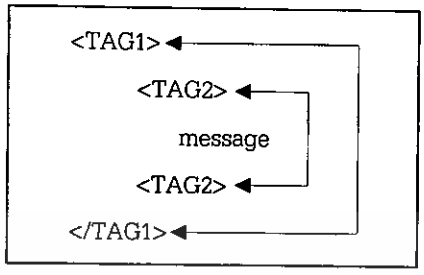
1. แท็กต่างๆ จะต้องจัดวางในโครงสร้างซ้อนทับ (Nesting) ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการซ้อนทับที่ไม่ถูกต้อง



ตัวอย่างการซ้อนทับที่ถูกต้อง



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการซ้อนทับ

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

2. แอ็ตทริบิวต์ต่างๆ จะต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายอัญประกาศ (เครื่องหมายคำพูด หรือ Double o 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 อย่างถูกต้อง เนื่องจากค่าของแอตทริบิวต์ทุกตัวมีการครอบด้วยเครื่องหมายคำพูด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาษา HTML แล้ว HTML จะยอมให้ใส่ค่าของแอต ทริบิวต์อย่างลอยๆ โดยไม่มีเครื่องหมายคำพูดครอบได้

3. XML เป็น Case-Sensitive Language นั่นคือถือว่าอักษรตัวพิมพ์เล็กและพิมพ์ใหญ่มีความแตกต่างกัน 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

- ชื่อสามารถประกอบไปด้วยอักขระ ตัวเลข และอักขระพิเศษอื่นๆ ได้
- ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยตัวเลขหรือเครื่องหมาย "_" (underscore)
- ชื่อต้องไม่ขึ้นต้นด้วยอักษร x,m และ l เรียงติดต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นอักษรตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็ตาม เช่น XML, Xml, xMl เป็นต้น
- ชื่อจะต้องไม่มีการเว้นช่องว่าง

นอกจากนี้เนื้อหา (Content) ในอีลิเมนต์ยังสามารถเป็นได้หลายรูปแบบ ลองพิจารณาจากตัวอย่างข้างล่างนี้

Book Title : XML Direction

Chapter 1: Introduction to XML

- History of XML
- What is XML

Chapter 2: XML Syntax

- XML General Syntax
- XML Attributes

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างเนื้อหาในอีลิเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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>
```

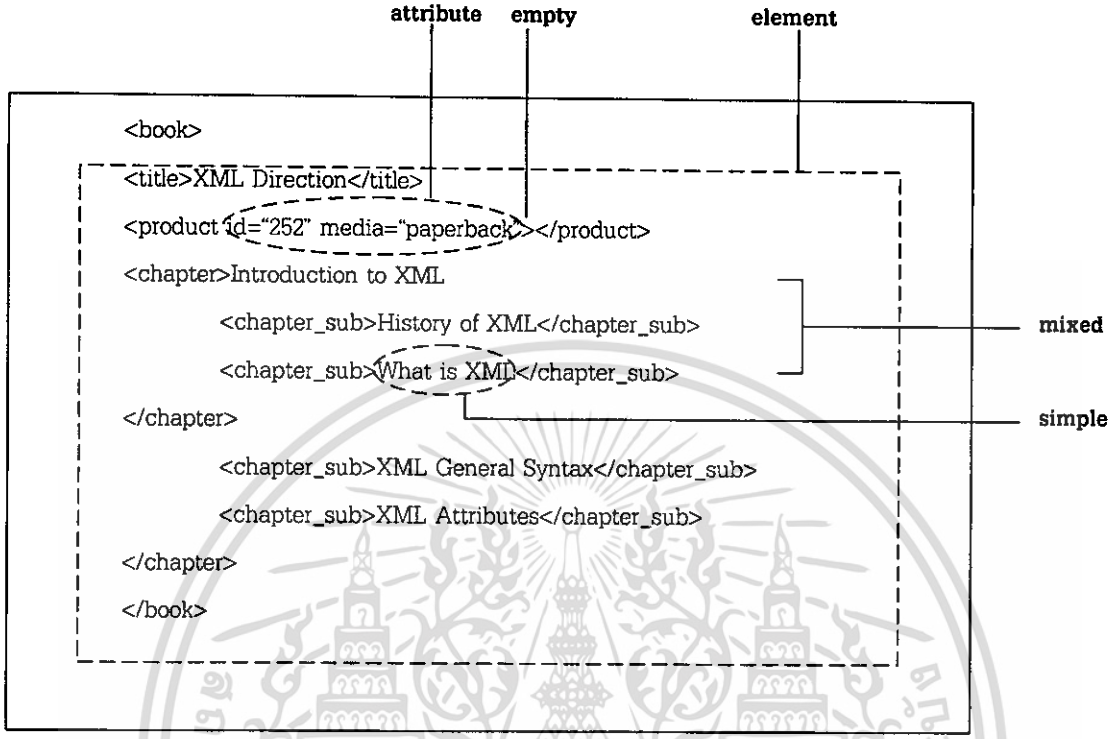
รูปที่ 2.5 การเขียนเนื้อหาในอีลิเมนต์ด้วย XML

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

1. Simple
2. Empty
3. Mixed
4. Attribute
5. Element

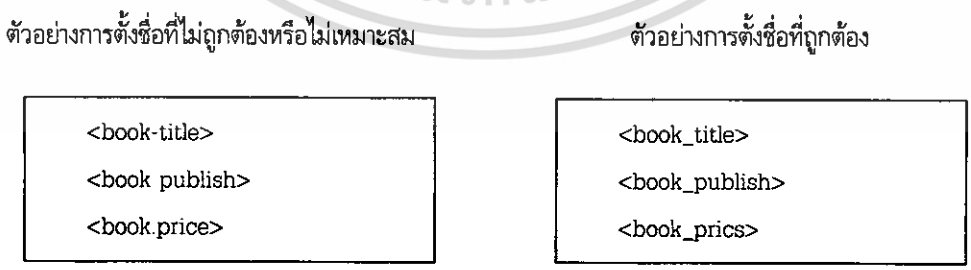
เนื้อหาที่เป็น Simple นั้นได้แก่อักขระทั่วไป ดังเช่นในแท็กของ chapter_sub ส่วนในแท็ก Chapter จะเป็นเนื้อหาแบบ Mixed เพราะมีทั้งที่เป็นอักขระธรรมดาและมีแท็กหรืออีลิเมนต์อื่นแทรกอยู่ ในส่วนของ Product ก็จะมีเนื้อหาเป็น Empty เพราะไม่มีอะไรแทรกอยู่ระหว่างแท็ก และในขณะเดียวกันก็มีเนื้อหาที่แอตทริบิวต์แทรกอยู่ในแท็กซึ่งก็คือ id="252" media="paperback" และในแท็ก book ก็มีเนื้อหาเป็นอีลิเมนต์เนื่องจากภายในแท็กได้บรรจุอีลิเมนต์ต่างๆ เอาไว้ ซึ่งจากตัวอย่างข้างต้นสามารถสรุปเป็นภาพได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 อีลิเมนต์ 1 คู่แท็ก

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



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการตั้งชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 กล่าวคือพยายามที่จะมองอีลิเมนต์เป็นอ็อบเจ็กต์ซึ่งมีข้อมูลและ / 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

- 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>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีลิเมนต์ที่ชื่อ Picture มีแอตทริบิวต์ที่ชื่อ type ซึ่งไม่มีส่วนใดๆ กับข้อมูลจริงๆ แต่อาจมีส่วนสำคัญในการให้ซอฟต์แวร์อื่นๆ สามารถจัดการกับข้อมูลดังกล่าวได้ถูกต้อง อย่างเช่นในตัวอย่างข้างต้น อีลิเมนต์ picture เก็บข้อมูลของชื่อไฟล์รูปภาพเอาไว้ ซึ่งโดยทั่วไปรูปแบบของไฟล์รูปภาพจะมีอยู่หลายอย่าง อาทิ JPEG, BMP, GIF เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การกำหนดแอตทิบิวต์เพิ่มเติมให้แก่อีลิเมนต์ 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 ทั้งนี้เพื่อให้เอกสารสื่อความหมายอย่างตรงไปตรงมาว่าอะไรคือข้อมูล 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)
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;
```

รูปที่ 2.10 การแสดงผลลัพธ์โดยการใช้ CSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

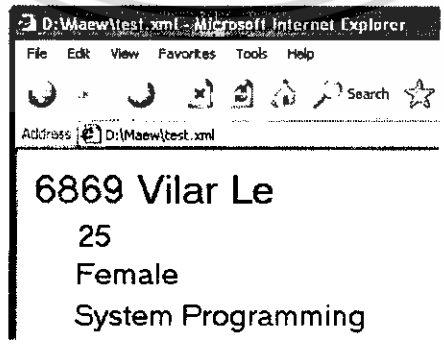
สรุปสั้นๆ ก็คือโค้ด CSS ข้างต้นเป็นการกำหนดว่าในแต่ละอีลิเมนต์จะมีการนำเสนอทางบราวเซอร์อย่างไร เช่น จะใช้ฟอนต์อะไรขนาดเท่าไรและสีอะไร เป็นต้น จากนั้นให้ไปเพิ่มโค้ดในบรรทัดที่ 2 ในเอกสาร tese.xml เดิมที่เราทำไว้แล้ว โดยเขียนโค้ดเพิ่มดังนี้

```
<?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

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



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการแสดงผลของ XML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

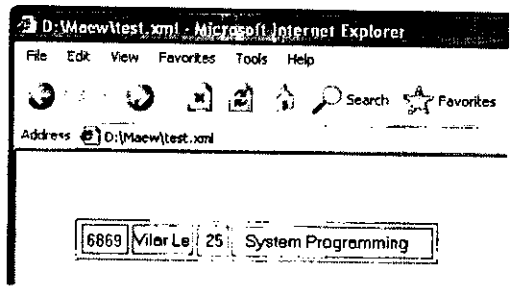
```
<html>
<body>
<xml id="IT" src="test.xml"></xml>
<table border="1" datasrc="#IT">
<tr>
<td><span datafld="ID"></span></td>
<td><span datafld="NAME"></span></td>
<td><span datafld="AGE"></span></td>
<td><span datafld="POSITION"></span></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>
```

บอกว่าไฟล์ test.html นี้เป็นส่วนแสดงผลให้แก่ไฟล์ XML ที่ชื่อ test.xml

รูปที่ 2.13 การแสดงผลด้วย HTML

จากนั้นเราใช้อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พอเรอร์เรียกไฟล์ test.xml ขึ้นมา จะได้หน้าจอดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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>
```

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 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง คือ การนำชุดการสอนที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนด เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริงและคำนวณหาประสิทธิภาพ ของชุดทดลองและนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งคาดว่าผู้เรียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระดับของประสิทธิภาพของชุดทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นระดับ ที่ผู้สร้างชุดทดลองพอใจหากชุดทดลองมีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ ชุดทดลองก็มีคุณค่า น่าพอใจ เราเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพชุดทดลองมีดังนี้

1. เพื่อความแน่ใจว่าชุดทดลองนั้นสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ ได้อย่างแท้จริง

2. ถ้าจะผลิตชุดทดลองออกมาเป็นจำนวนมาก การทดสอบหาประสิทธิภาพจะเป็น หลักประกันว่าผลิตออกมาแล้วใช้ได้ มิฉะนั้นจะเสียงบประมาณ เสียแรงงาน เสียเวลา เพราะผลิตออกมาแล้วใช้ประโยชน์ไม่ได้การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง การนำชุดทดลองไปทดลองใช้ คือ นำไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้จริง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดทดลองที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

เกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยถือว่าชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ต้องใช้ เช่น 80/80 หมายความว่า จำนวนนักเรียนตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 และการที่จะกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหา ที่เป็นความรู้ความจำมักจะต้องไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตนศึกษา อาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

75164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและการสร้างชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ได้แบ่งออกเป็นส่วนของเนื้อหา ใบงาน และส่วนของชุดทดลอง ในส่วนของเนื้อหาและใบงานจะเขียนด้วยภาษา HTML และนำไปแสดงผลบนโปรแกรม Lab Soft ซึ่งส่วนของเนื้อหานั้นจะมีข้อมูลเกี่ยวกับการแนะนำใบงาน การ์ดที่ใช้ในการทดลอง การไบอัสทรานซิสเตอร์ สถานะของทรานซิสเตอร์ และเส้นภาระงาน ไว้สำหรับให้นักศึกษาได้ศึกษาควบคู่กับการทดลองใบงาน ส่วนของใบงานจะประกอบด้วย การไบอัสทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และ PNP ซึ่งการไบอัสมีทั้งแบบการไบอัสคงที่ (Fixed Bias) การไบอัสคงที่แบบมี RE (Fixed Bias RE) การไบอัสตัวเอง (Self Bias) และการไบอัสแบบแบ่งแรงดัน (Stabilities Bias) ในแต่ละการไบอัสจะแสดงถึงการทำงานของทรานซิสเตอร์ ในสถานะ Active Load, Saturate และ Cutoff ในส่วนของชุดทดลองนั้น จะเป็นการออกแบบแผงวงจรการทดลองที่ใช้สำหรับต่อเข้ากับชุดปฏิบัติการ Lab Soft ในส่วนประกอบของแผงวงจรการทดลองจะประกอบด้วยวงจรทรานซิสเตอร์ที่สามารถต่อวงจรได้ตามใบงานที่ออกแบบ นอกเหนือจากใบงานยังสามารถต่อวงจรร่วมต่างๆ ได้ทั้งวงจรอิมิตเตอร์ร่วม เบสร่วม และคอลเลคเตอร์ร่วม ซึ่งในเนื้อหาของปริญญานิพนธ์บทนี้จะกล่าวถึงหลักการออกแบบใบงานทรานซิสเตอร์ ขั้นตอนการเชื่อมต่อใบงานในโปรแกรม Lab Soft ขั้นการออกแบบชุดทดลอง และส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญในการออกแบบ

3.1 การออกแบบใบงานทรานซิสเตอร์

การออกแบบใบงานได้คำนึงถึงความสำคัญของการทดลองวงจรทรานซิสเตอร์ทางด้าน DC คำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนควรจะได้รับจากใบงาน และความสะดวกในการใช้ใบงานในการทดลองดังนี้

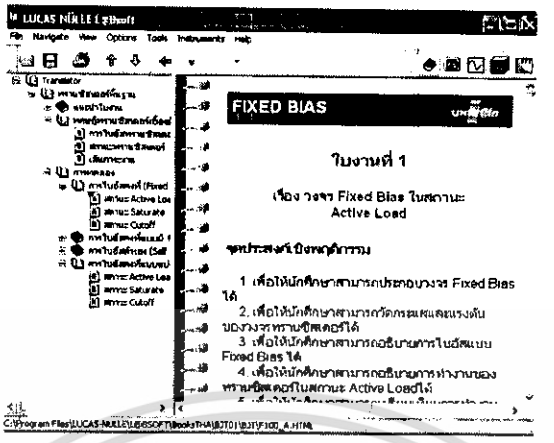
1. สามารถเก็บข้อมูลจากการทดลองใบงานในรูปแบบของ User ได้
2. สามารถแก้ไขใบงานในส่วนของเนื้อหาได้
3. ใบงานจะอยู่ในโปรแกรม Lab Soft ทำให้สะดวกเวลาทดลองใบงานและการบันทึกผล

ในใบงานได้ออกแบบให้คล้ายกับใบงานทรานซิสเตอร์ทั่วๆ ไปและยังมีภาพแสดงการต่อวงจรในใบงาน ทำให้เข้าใจการต่อวงจรและลำดับการทดลองวงจรมากขึ้น

3.2.1 การสร้างเนื้อหาและใบงานในโปรแกรม Lab Soft

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

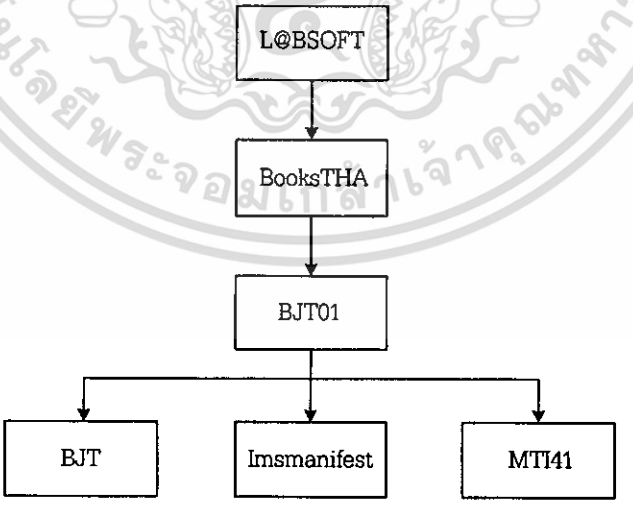
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ใบงานในโปรแกรม Lab Soft

3.2.2 การเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าในโปรแกรม Lab Soft

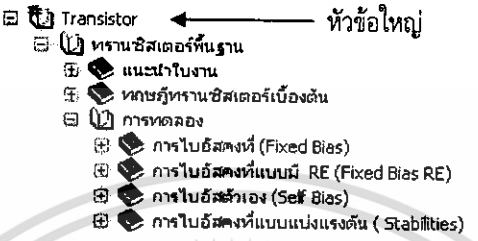
การเชื่อมต่อจุดต่างๆ ของใบงานเข้ากับโปรแกรม Lab Soft นั้นจะใช้ภาษา XML ในการเชื่อมต่อ เพราะ XML มีมาตรฐานมากกว่าเมื่อเทียบกับ HTML ตรงที่ Code ที่ใช้ในการเขียนมีข้อกำหนดต่างกัน คือ XML จะต้องเขียนตามข้อกำหนดที่วางไว้ทุกอย่างแต่ HTML สามารถยกเว้นได้ ดังนั้นเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจึงใช้ XML ในการเชื่อมต่อ 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 หัวข้อใหญ่ที่โชว์บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft ส่วนหัวข้อย่อยจะมีการเชื่อมต่อในส่วนของ BJT01



รูปที่ 3.3 หัวข้อใหญ่บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

2. BooksTHA ใช้การเก็บข้อมูลทั้งหมดของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง
3. BJT01 ใช้เก็บข้อมูลส่วนของเนื้อหาและใบงานการทดลองวงจรทรานซิสเตอร์ รวมทั้งข้อมูล XML ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานเข้าไปยังโปรแกรม Lab Soft
4. BJT ใช้เก็บข้อมูลของใบงานที่ใช้สำหรับทดลองทั้งหมด
5. Imsmanifest เป็นไฟล์ XML ซึ่งมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อเนื้อหาและใบงานที่เป็นหัวข้อย่อยที่โชว์บนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

รูปที่ 3.4 หัวข้อย่อยบนหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

6. MTI41 ใช้เก็บข้อมูลของเนื้อหาที่ใช้สำหรับศึกษาควบคู่ไปกับการทดลองใบงาน

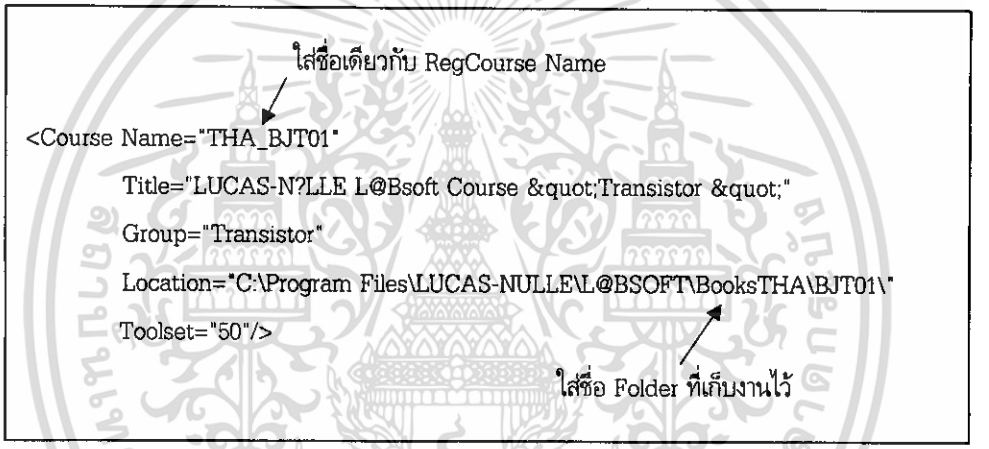
นอกจากนี้แล้วยังมี XML อีกหนึ่งส่วนที่มีหน้าที่ในการควบคุมการแสดงข้อความต่างๆ บนหน้า Internet Explorer คือ ไฟล์ XML ที่เป็น .css จะกำหนดการแสดงผลของ Font ขนาดของ Font สีของ Font

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 EditPlus ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยในการแก้ไขหรือเพิ่มเติม Code ของ XML)
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 BJTO1 เลือก imsmanifest.xml โดยคลิกขวาเลือก EditPlus ในส่วนนี้จะเป็นการสร้างหัวข้อย่อยดังแสดงในรูปที่ 3.4

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

3.2.1.3 การแสดงผลของ Font ขนาดของ Font สีของ Font ในโปรแกรม Lab Soft

ในการแสดงผลของ Font ขนาดของ Font สีของ Font นั้นไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าต่างๆ ลงในหน้า HTML ที่เราสร้างใบงาน เพราะค่าต่างๆ จะถูกกำหนดไว้ .CSS ซึ่งจะอยู่ใน Folder ของใบงานที่ชื่อ BJT ในการแก้ไขค่าต่างๆ ก็ให้เข้าไปใน Folder BJT แล้วเลือก default.css โดยคลิกขวาเลือก EditPlus ก็สามารถแก้ไขค่าต่างๆ ของ Font ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลอง

การออกแบบและการสร้างแผงวงจรการทดลองที่ใช้งานบนโปรแกรม Lab Soft นั้นได้คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน คือ

1. เพื่อให้แผงวงจรการทดลองสามารถติดต่อสื่อสารระหว่าง ชุดปฏิบัติการ Lab Soft และคอมพิวเตอร์ได้
2. เพื่อให้สามารถวัดค่าแรงดัน กระแส และสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่อยู่ในแผงวงจรการทดลอง โดยจะใช้อุปกรณ์ในโปรแกรม Lab Soft วัดค่าต่างๆ ที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้จากการวัดนั้นจะถูกส่งผ่านข้อมูลทางชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้าไปยังโปรแกรม ทำให้ทราบค่าต่างๆ ที่ต้องการ
3. เพื่อให้แผงวงจรการทดลองสามารถทดลองวงจรได้ตามใบงานที่ออกแบบไว้ และยังสามารถทดลองวงจรร่วมต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ได้
4. สามารถใช้แผงวงจรการทดลองร่วมกับแผงวงจรที่ใช้สำหรับวัดกระแสของชุดปฏิบัติการ Lab Soft ได้

การออกแบบต้องกำหนดขีดความสามารถของแผงวงจรการทดลองให้เหมาะสมกับโครงงานนี้โดย

1. การติดต่อระหว่างชุดปฏิบัติการ Lab Soft กับคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อโดยการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมหรือพอร์ต USB จากคอมพิวเตอร์
2. การเก็บผลการทดลองในใบงานสามารถเก็บผลการทดลองได้โดยไม่ต้องกดปุ่มบันทึกโปรแกรมก็สามารถเก็บผลการทดลองได้ ซึ่งการเก็บผลการทดลองจะเริ่มเก็บผลตั้งแต่การเข้าสู่หน้าโปรแกรม เพราะในการเข้าสู่โปรแกรมแต่ละครั้งจะต้องคีย์ชื่อถึงจะเข้าโปรแกรมได้ โดยชื่อที่เราคีย์เข้าไปนั้นโปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลไว้เป็น User ซึ่งการเข้าโปรแกรมครั้งต่อไปเพื่อจะดูงานที่ทำไว้หรือต้องการจะทดลองวงจรต่อก็สามารถทำต่อได้เลย
3. ในแผงวงจรการทดลองจะมีอุปกรณ์ที่สามารถทดลองได้ตามใบงานที่กำหนดไว้ โดยจะเตรียมอุปกรณ์ไว้และให้ผู้ทดลองได้ต่อวงจรเอง แต่จะกำหนดอุปกรณ์ในการต่อวงจรแต่ละวงจรให้
4. แหล่งจ่ายไฟในชุดปฏิบัติการ Lab Soft นั้นจะสามารถจ่ายไฟได้ดังนี้ คือ +15V, -15V, +5V โดยในแผงวงจรการทดลองจะใช้ไฟเพียง 5 โวลต์ เท่านั้นแต่ถ้าผู้ทดลองต้องการใช้ไฟ 15 โวลต์ ก็สามารถใช้ได้ แต่ไม่ควรใช้แหล่งจ่ายไฟมากกว่านี้ เพราะอุปกรณ์ในแผงวงจรการทดลองไม่สามารถทนกระแสและแรงดันสูงๆ ได้ ถ้าใช้แหล่งจ่ายมากเกินไปอาจส่งผลให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายได้
5. ในแผงวงจรการทดลองจะใส่คาปาซิสเตอร์เข้าไป เพื่อเพิ่มความสามารถให้กับแผงวงจรการทดลอง คือ เมื่อใส่คาปาซิสเตอร์เข้าไปในแผงวงจรการทดลอง จะทำให้แผงวงจรการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทดลองวงจรคอมมอนของทรานซิสเตอร์ได้ทั้ง วงจรคอมมอนอิมิตเตอร์ วงจรคอมมอนเบส และวงจรคอมมอนคอลเลคเตอร์

6. ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ในแผงวงจรการทดลองจะมีสองชนิด คือ NPN และ PNP ซึ่งแต่ละชนิดจะใส่ทรานซิสเตอร์ไปอย่างละ 2 เบอร์ เพื่อใช้ในการทดลอง นอกจากจะใช้ในการทดลองวงจรในใบงานทรานซิสเตอร์แล้วยังสามารถใช้ในการทดลอง การต่อวงจรขยายแบบสองภาคได้
7. ตัวความต้านทานในแผงวงจรการทดลองจะมีหลายตัวเพราะ ในใบงานจะใช้อุปกรณ์ในการทดลองต่างกัน และถ้าผู้ทดลองไม่ต้องการต่อวงจรตามใบงานที่กำหนดก็สามารถออกแบบวงจรในการทดลองเองได้โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง ในส่วนของแผงวงจรการทดลองและใบงานการทดลองในโปรแกรม Lab Soft

4.2 การทดลองการทำงานของแผงวงจรการทดลอง

หน้าที่หลักของแผงวงจรการทดลอง คือ เพื่อใช้ในการวงจรทรานซิสเตอร์ทางด้าน DC โดยจะทดลองตามใบงานการทดลองที่อยู่ในโปรแกรม Lab Soft ซึ่งมีอยู่ 12 ใบงาน แผงวงจรการทดลองจะใช้พอร์ตอนุกรมหรือพอร์ต USB ในการเชื่อมต่อเข้ากับโปรแกรม Lab Soft ผลที่ได้จากการทดลองสามารถบันทึกผลเก็บไว้ได้ในรูปแบบของ User

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์

เป็นผลการเปรียบเทียบการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ระหว่าง ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริงกับโปรแกรม Multisim ซึ่งผลที่ได้ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก หรือแตกต่างกันประมาณ 1% เท่านั้น

4.2.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{X}$
ใบงานที่ 1 วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Active Load	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	3	4	3.67
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	3	4	3.67
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	5	4.33
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
ใบงานที่ 1 วงจร Fixed Bias **ในสภาวะ** Active Load	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	4	5	4.67
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4
ใบงานที่ 2 เรื่อง วงจร Fixed Bias **ในสภาวะ** Saturate				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	5	4.33
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	4	5	4.67
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4
ใบงานที่ 3 เรื่อง วงจร Fixed Bias **ในสภาวะ** Cutoff				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	4	5	4.33
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
ใบงานที่ 3 เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Cutoff	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5		5	4.67
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4
ใบงานที่ 4 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Active Load				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4
ใบงานที่ 5 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Saturate				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจ	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	5	4	4.67
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
ใบงานที่ 6 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Cutoff	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33
ใบงานที่ 7 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Active Load				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
ใบงานที่ 8 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Saturate	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33
ใบงานที่ 9 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Cutoff				
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
ใบงานที่ 10 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Active Load	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33
ใบงานที่ 11 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Saturate				
1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2 ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3 คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4 เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5 กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6 ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	4	4	4.33
7 ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8 สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	5	4	4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทรานซิสเตอร์

รายการที่ประเมิน	**ระดับความเหมาะสม**			$\bar{x}$
ใบงานที่ 12 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Cutoff	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน	5	5	5	5
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม	4	4	4	4
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4	5	5	4.67
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง	4	4	4	4
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้	5	5	4	4.67
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง	5	5	5	5
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง	4	4	4	4
เฉลี่ยรวม				**4.37**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านสื่อการเรียนการสอน

รายการที่ประเมิน	ระดับความเหมาะสม			$\bar{x}$
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน	4	5	3	3.66
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน	4	5	5	4.66
3. การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดมีความเหมาะสม	4	4	4	3.66
4. สัญลักษณ์ต่างๆบนชุดทดลองมีความชัดเจน	4	4	4	4.33
5. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์	5	4	5	4.33
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ที่เรียนรู้ทรานซิสเตอร์เข้าใจการทำงานได้ง่าย	4	4	4	4.33
7. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์	5	3	5	3.66
8. ชุดทดลองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์	5	4	4	4.66
9. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน	4	5	3	4.66
10. ชุดทดลองให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	5	3	5	3.33
11. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะทำให้เกิดแนวทางในการออกแบบและพัฒนา นวัตกรรมใหม่ๆที่เกี่ยวกับทรานซิสเตอร์ได้	5	3	4	3.66
เฉลี่ยรวม				**4.08**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง เป็นชุดฝึกปฏิบัติที่ประกอบด้วย แผงวงจรการทดลอง โปรแกรมทดลอง และใบงานการทดลอง

แผงวงจรการทดลองคณะผู้จัดทำได้ออกแบบด้วยทรานซิสเตอร์ 2 ชนิด คือ NPN และ PNP ชนิดละ 2 ตัว สำหรับทดลองตามใบงานการทดลองซึ่งอยู่ในโปรแกรม Lab Soft

ใบงานการทดลองซึ่งจัดทำไว้ในโปรแกรม Lab Soft แบ่งออกเป็น 12 ใบงาน ประกอบด้วยการไบอัส 4 แบบ คือ วงจร Fixed Bias วงจร Fixed Bias RE วงจร Self Bias และวงจร Stabilities Bias ซึ่งแต่ละแบบจะแสดงสภาวะการทำงานได้ 3 สภาวะ คือ สภาวะ Active load สภาวะ Saturate และสภาวะ Cutoff ใบงานการทดลองสามารถเก็บผลการทดลองของผู้เรียนได้ ส่วนผู้สอนก็สามารถตรวจสอบและประเมินผลการทดลองได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ อีกทั้งสามารถที่จะเรียกดูผลของข้อมูลย้อนหลังที่ได้บันทึกการทดลองไว้ และยังสามารถทำการพิมพ์เอกสารออกมาศึกษาเพิ่มเติมได้อีกด้วย

ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง เหมาะสำหรับผู้ที่เรียนในสาขาวิชาชีพ คณะไฟฟ้าอุตสาหกรรม แผนกช่างไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ และผู้ที่สนใจ เป็นชุดฝึกปฏิบัติที่สามารถเสริมสร้างทักษะที่ดีในการฝึกปฏิบัติได้ในระดับหนึ่งอีกด้วย

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานปรากฏว่ามีปัญหาเกิดขึ้นดังนี้

1. แต่ละวงจรจะใช้ตัวต้านทานไม่เหมือนกัน จึงต้องใช้ตัวต้านทานเป็นจำนวนมาก

   วิธีการแก้ไข นำตัวต้านทานที่มีอยู่ในแผงวงจรการทดลอง มาต่ออนุกรมหรือต่อขนานกัน เพื่อที่จะลดปริมาณตัวต้านทานที่จะต้องใส่เพิ่มไปในแผงวงจรการทดลอง

2. ในการออกแบบวงจรนอกจากการคำนวณแล้วยังต้องต่ออุปกรณ์จริง เพื่อดูว่าผลถูกต้องหรือไม่ แต่การทำเช่นนั้นจะพบกับความคลาดเคลื่อนของแรงดันและกระแส ส่งผลให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอน

   วิธีการแก้ไข ให้ใช้โปรแกรม Multisim ช่วยในการออกแบบวงจร จะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและได้ค่าแรงดันและกระแสที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตาไก่และสายต่ออุปกรณ์ที่ใช้ต่อในแผงวงจรการทดลองเข้ากับชุดปฏิบัติการ Lab Soft หาซื้อยากและมีราคาแพง

   วิธีการแก้ไข ใช้ Connector แทนตาไก่ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์แต่ละจุดในแผงวงจร และตรงจุดที่ต้องเชื่อมต่อแผงวงจรเข้ากับชุดปฏิบัติการ Lab Soft จะใช้ตาไก่ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดที่มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันแต่ลักษณะไม่เหมือนกับชุดปฏิบัติการ Lab Soft จริง

4. ในหน้า HTML ที่ใช้ในการเขียนใบงานนั้น ไม่สามารถพิมพ์ภาษาไทยได้

   วิธีการแก้ไข เปลี่ยน Charset ในหน้า HTML จาก iso-8859-1 เป็น windows-874

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. สามารถเพิ่มใบงานของวงจรทรานซิสเตอร์ทางด้าน Small Signal และวงจรทรานซิสเตอร์แบบขยาย 2 ภาคได้
2. สามารถปรับปรุงแผงวงจรการทดลองให้ใช้ตัวต้านทานน้อยลงได้
3. สามารถปรับปรุงใบงานในให้มีจุดที่ใช้ในการเตือนเมื่อมีกรณีวัดผิดจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชยัน จันทรสถาพร. 2544. **XML Extensible Markup Language**. กรุงเทพฯ : สยามศิลปการพิมพ์

ทรงวุฒิ วิมลพัชร. 2538. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์

บรรจง จันทมาศ. 2537. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

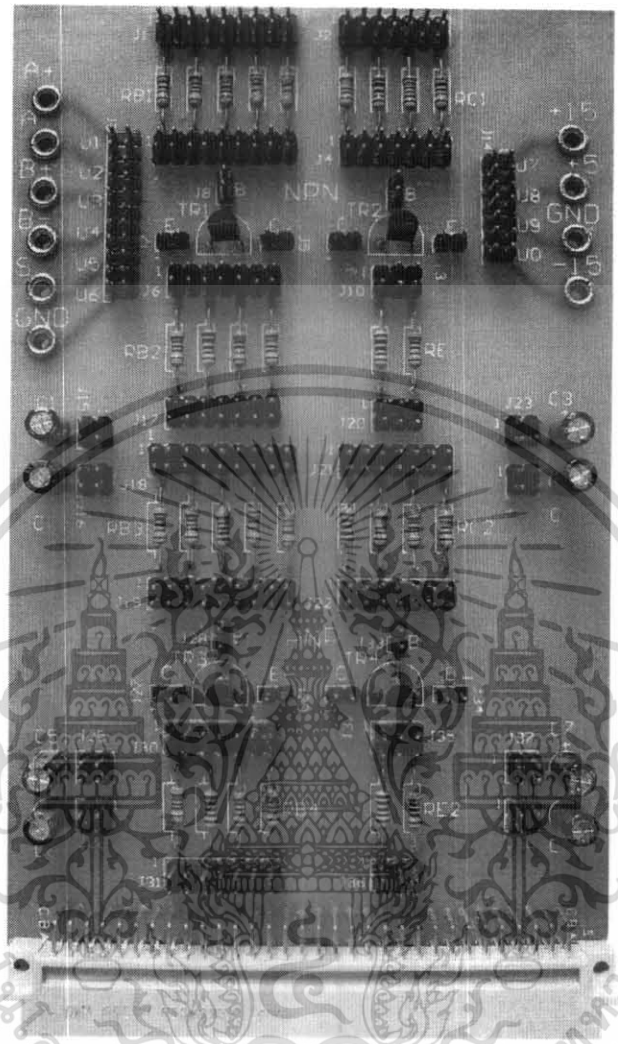
พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีทรานซิสเตอร์และการใช้งาน**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ

สุนทริน วงค์ศิริกุล. **สร้างเว็บให้ล้ำสมัย XML**. กรุงเทพฯ : ซัคเซส มีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

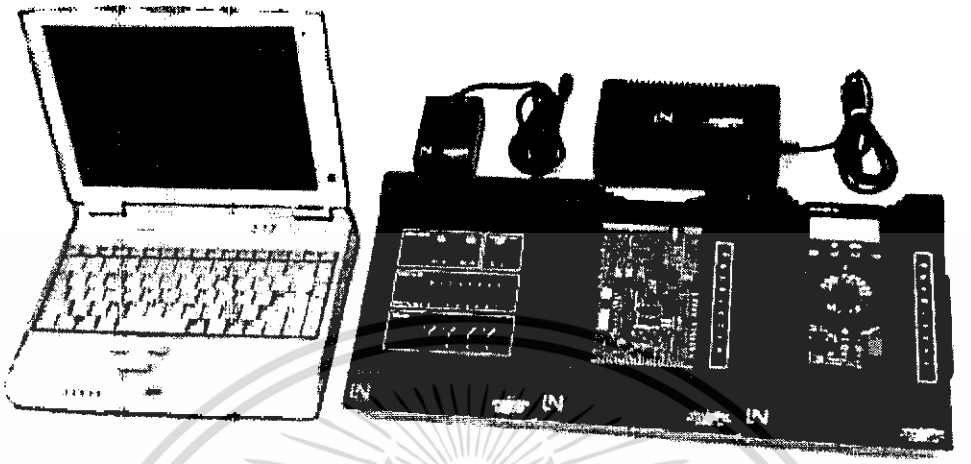
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แผงวงจรการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



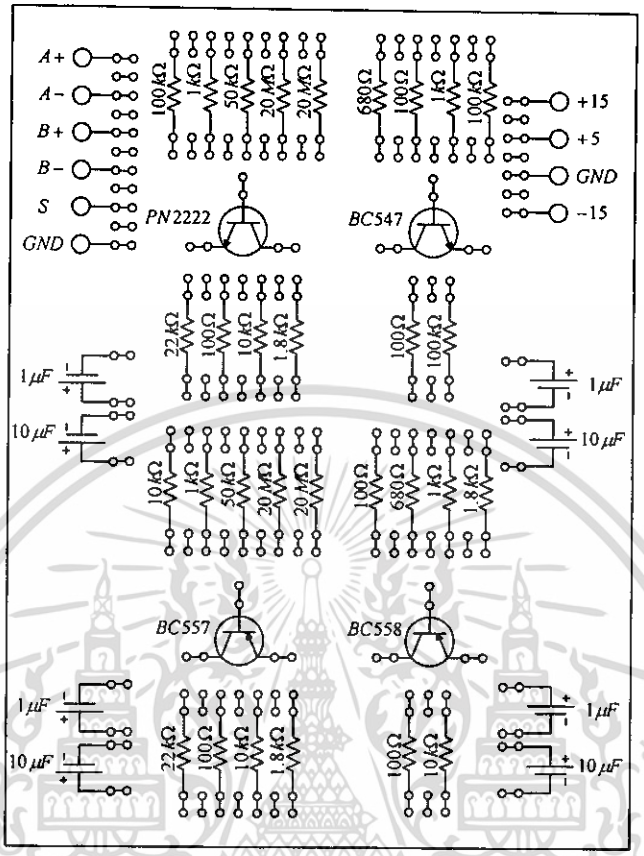
รูปที่ ก.2 ชุดปฏิบัติการ Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

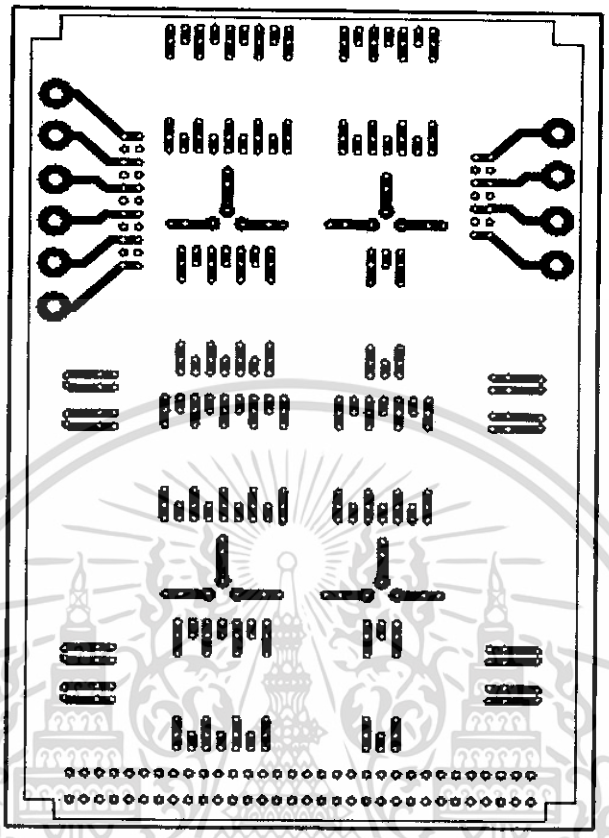
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



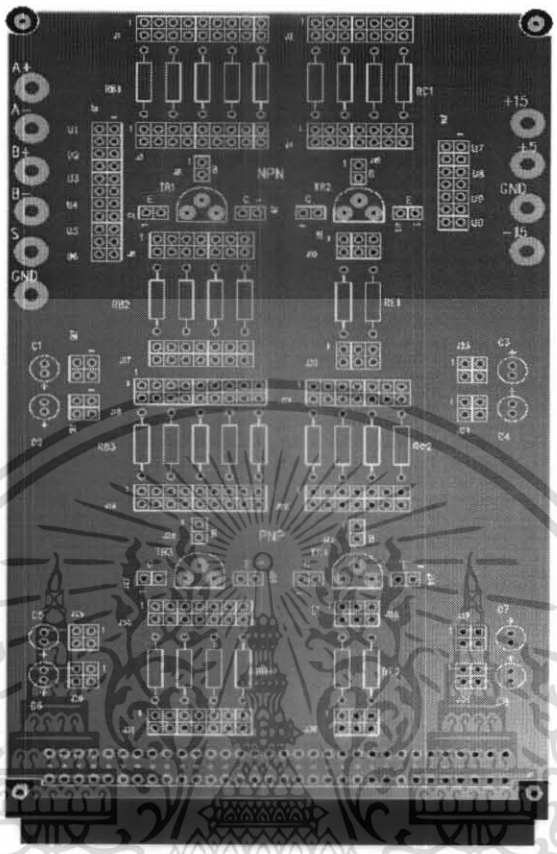
รูปที่ ข.1 วงจรในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin configuration of VG terminals

ตารางที่ ค.1 สัญญาณที่ได้จาก DIN - 64CPB - CES

Pin	Row A	Row B	Row C
1	Internal interface RxD	Digital input bit 0	GND
2	Internal interface TxD	Digital input bit 1	GND
3	NC	Digital input bit 2	Data bus 1 bit 0
4	NC	Digital input bit 3	Data bus 1 bit 1
5	NC	Digital input bit 4	Data bus 1 bit 2
6	NC	Digital input bit 5	Data bus 1 bit 3
7	Fault switch 8 NO-contacts	Digital input bit 6	Data bus 1 bit 4
8	Fault switch 8 changeover contacts	Digital input bit 7	Data bus 1 bit 5
9	Fault switch 8 NC-contacts	Digital input bit 8	Data bus 1 bit 6
10	Fault switch 7 NO-contacts	Digital input bit 9	Data bus 1 bit 7
11	Fault switch 7 changeover contacts	Digital input bit 10	Data bus 1 bit 8
12	Fault switch 7 NC-contacts	Digital input bit 11	Data bus 1 bit 9
13	Fault switch 6 NO-contacts	Digital input bit 12	Data bus 2 bit 0
14	Fault switch 6 changeover contacts	Digital input bit 13	Data bus 2 bit 1
15	Fault switch 6 NC-contacts	Digital input bit 14	Data bus 2 bit 2
16	Fault switch 5 NO-contacts	Digital input bit 15	Data bus 2 bit 3
17	Fault switch 5 changeover contacts	Digital output bit 0	Data bus 2 bit 4
18	Fault switch 5 NC-contacts	Digital output bit 1	Data bus 2 bit 5
19	Fault switch 4 NO-contacts	Digital output bit 2	Data bus 2 bit 6
20	Fault switch 4 changeover contacts	Digital output bit 3	Data bus 2 bit 7
21	Fault switch 4 NC-contacts	Digital output bit 4	Data bus 2 bit 8
22	Fault switch 3 NO-contacts	Digital output bit 5	Data bus 2 bit 9
23	Fault switch 3 changeover contacts	Digital output bit 6	COM variable voltages
24	Fault switch 3 NC-contacts	Digital output bit 7	Variable voltage V3
25	Fault switch 2 NO-contacts	Digital output bit 8	Variable voltage V2
26	Fault switch 2 changeover contacts	Digital output bit 9	Variable voltage V1
27	Fault switch 2 NC-contacts	Digital output bit 10	Reserved IRDA_TX
28	Fault switch 1 NO-contacts	Digital output bit 11	Reserved IRDA_RX
29	Fault switch 1 changeover contacts	Digital output bit 12	-15V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) สัญญาณที่ได้จาก DIN - 64CPB - CES

Pin	Row A	Row B	Row C
30	Fault switch 1 NC-contacts	Digital output bit 13	-15V
31	+5V	Digital output bit 14	GND
32	+5V	Digital output bit 15	+15V

Technical data

ตารางที่ ค.2 Standard power supply unit

Supply voltage	100-250 V; 1.0-0.5 A; 50-60 Hz
Outputs internal	5V, 1A; 15 V 0.4 A; -15 V / 0.4 A via 1.5m cabel and 8-pin. DIN plug
Outputs experiment	5V, 1A; 15 V 0.4 A; -15 V / 0.4 A via 1.5m cabel and 8-pin DIN plug
Mains connection	via enclosed mains cable for non-heating appliances 1.5m

ตารางที่ ค.3 Interface

Housing	Material ABS, dimensions: 28cm x 18cm x 9cm Weight 1.2 kg
Processor	32-bit processor, pulse frequency 20 MHz 128 KByte RAM 256 KByte FLASH
Inputs and outputs	34 2-mm sockets Analog signals also to 3 BNC sockets Standard power supply unit to 8-pin DIN socket Additional power supply unit to 6-pin DIN socket Serial interface to 9-pin SUB-D socket USB interface 96-pin VG terminal, female, for connecting experimenter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) Interface

Analog output	High-speed analog output for periodic or single output of freely programmable voltages Waveforms: square with adjustable pulse-duty factor, triangular, sinusoidal, freely programmable (arbitrary) Output voltage: ± 10 V Output impedance: 50 Ω (max. ± 200 mA) Frequency range: 0...1 MHz
Analog power supply unit outputs	Three analog, power outputs for periodic or single output of freely programmable voltages. Intended primarily as adjustable DC, AC or 3-phase power supply unit. Waveform: sinusoidal, freely programmable (arbitrary) Output voltage: ± 20 V DC or 14 V RMS Output current: max. 1 A DC or 2 A AC (total current) Frequency range: 0...150 Hz Clock frequency: 10 kHz ... 35 kHz Tapping from 96-pin VG panel or 2-mm sockets on experimenter
Analog inputs	Two high-speed differential measurement inputs Input sockets: A and B to BNC and 2-mm sockets Input impedance: diff. 1 MΩ ‖ 30pF Voltage endurance: diff. 100 V 2 x AD converters: sampling frequency up to 2 x 32 MS; resolution 8 bit Measurement ranges: ± 50V, ± 20V, ± 10V, ± 5V, ± 2V, ± 1V, ± 500mV, ± 200mV, ± 100mV Memory depth: 2 x 32K Triggering to A or B, rising or falling edge. Adjustable pre- or post-trigger
Digital outputs	16 digital outputs for controls or as programmable digital signal source for testing digital circuits 16 outputs, 8 of which to 2-mm sockets Output voltage: TTL / CMOS protected with 240 Ω Output current: max. 3 mA with respect to GND Voltage proof: -15 V...15 V Clock frequency 0...100 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) Interface

Digital inputs	16 digital inputs for detecting binary states and for use as a digital analyser 16 inputs, 8 of which to 2-mm sockets Input voltage: TTL- / CMOS-compatible, open = 0 Voltage-proof: ± 15 V Sampling frequency: up to 100 kHz Triggering: arbitrary combinations of input state (low, high, don't care)
Relays	8 available (center-zero) relays for use as a keyboard-operated switch or fault simulator, 4 of which to 12 2-mm sockets Contact rating: 1 A / 24V DC
Interfaces	USB Serial 9600 baud, 8 bit, 1 stop bit, no parity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง

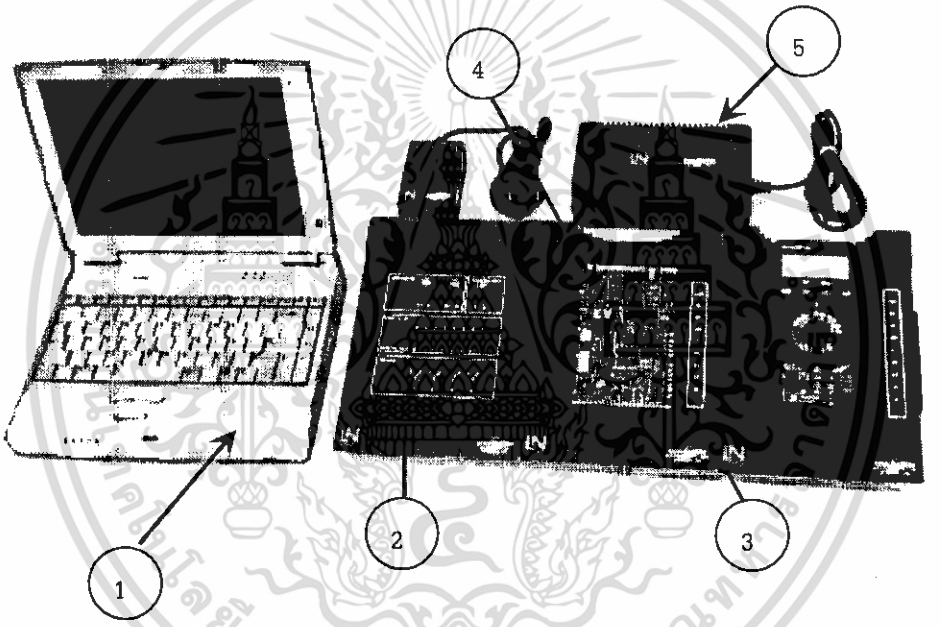
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือเสมือนจริง ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานให้ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับแผงวงจรการทดลอง

2. ส่วนประกอบชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือเสมือนจริง



รูปที่ ง.1 ส่วนประกอบของชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือเสมือนจริง

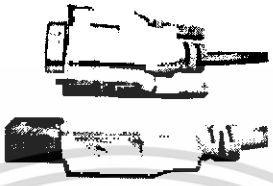
จากรูปที่ ง.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์จะใช้ เครื่อง PC หรือ Notebook ก็ได้
2. ชุดวัดและจ่ายสัญญาณโดยที่ A+ , A- , B+ และ B- เป็นชุดวัดสัญญาณส่วน S , GND เป็นชุดจ่ายสัญญาณ (Function Generator)
3. ชุดจ่ายไฟให้แผงวงจรการทดลอง
4. แผงวงจรการทดลอง
5. ชุดจ่ายไฟให้กับชุดปฏิบัติการ Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 ต่อพอร์ตเพื่อเชื่อมต่อชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ได้ทั้งพอร์ตอนุกรม และพอร์ต USB จะเลือกใช้พอร์ตใดพอร์ตหนึ่งก็ได้

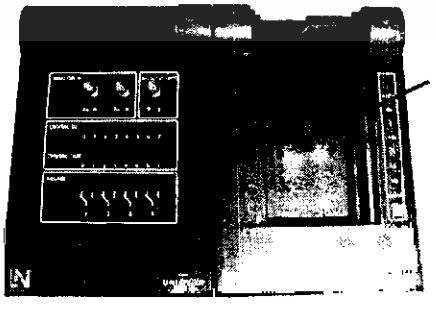


รูปที่ ง.2 พอร์ตที่สามารถต่อชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2 จ่ายไฟเข้าชุดปฏิบัติการ Lab Soft โดยจะมีชุดจ่ายไฟทั้งหมด 2 ชุด ให้ต่อทั้ง 2 ชุด

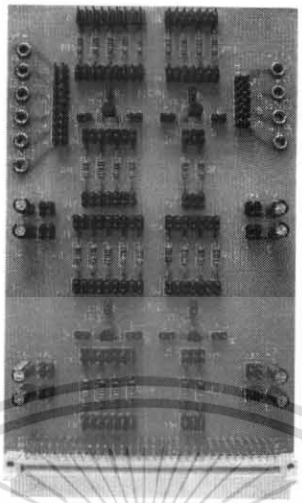
รูปที่ ง.3 ชุดจ่ายไฟของชุดปฏิบัติการ Lab Soft ทั้ง 2 ชุด

3.3 ต่อแผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์ ที่ออกแบบไว้ลงไปในช่องของชุดปฏิบัติการ Lab Soft



รูปที่ ง.4 ช่องใส่แผงวงจรของชุดปฏิบัติการ Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 แผงวงจรการทดลองทรานซิสเตอร์

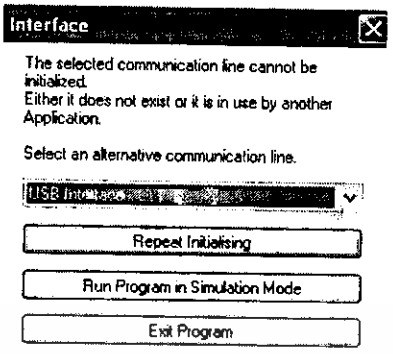
3.4 เปิดโปรแกรม Lab Soft โดยไปที่ Start ⟶ Unitr@in เลือก L@Bsoft หรือคลิกโปรแกรมที่โชว์อยู่บน Desktop ก็ได้

3.4.1 เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมา ในโปรแกรมจะให้ป้อนข้อมูลดังรูปที่ ง.6 โดยโปรแกรมจะบังคับให้ป้อน Name ถ้าไม่ป้อนจะไม่สามารถเข้าโปรแกรมได้ ส่วน Password จะป้อนหรือไม่ป้อนก็ได้

รูปที่ ง.6 หน้าต่าง Registration

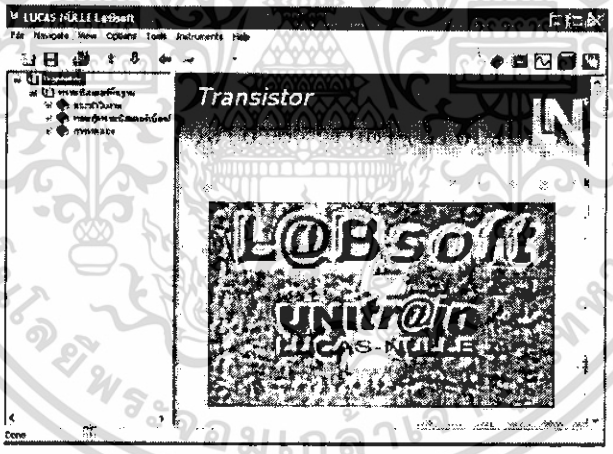
3.4.2 เมื่อเราป้อนข้อมูลแล้วให้คลิก OK จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Interface ดังรูปที่ ง.7 ให้เลือกพอร์ตที่เราใช้ต่อระหว่างชุดปฏิบัติการ Lab Soft กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นให้คลิกที่ Run Program In Simulation Mode แต่กรณีที่เราต่อชุดปฏิบัติการ Lab Soft เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วโปรแกรมจะ Run ให้อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.7 หน้าต่าง Registration

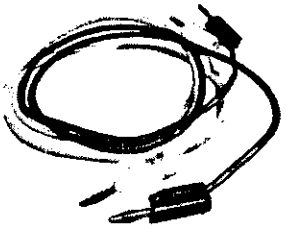
3.4.3 เมื่อคลิก Run Program In Simulation Mode แล้วจะปรากฏหน้าต่างโปรแกรม Lab Soft ดังรูปที่ ง.8 จากนั้นให้คลิกเลือกการทดลองทางด้านซ้ายมือแล้วเลือกใบงานที่จะทดลอง



รูปที่ ง.8 หน้าต่างโปรแกรม Lab Soft

3.5 ต่อวงจรตามขั้นตอนการทดลองที่แสดงอยู่ในใบงานซึ่งสายที่ไว้ใช้สำหรับการต่อวงจรจะมี 2 แบบ ดังภาพที่ ง.9 และรูปที่ ง.10 ซึ่งในแต่ระแบบจะใช้งานต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

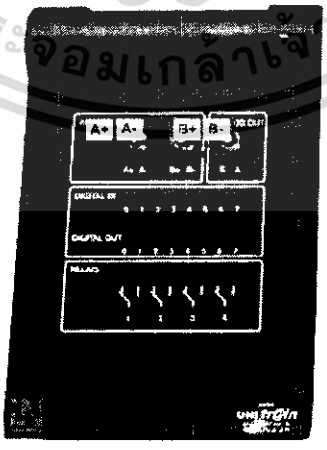


รูปที่ ง.9 สายสำหรับต่อในส่วนของชุดปฏิบัติการ Lab Soft

รูปที่ ง.10 สายสำหรับต่อในส่วนของแผงการทดลอง

3.6 การอ่านขาของ Connector ให้ดูก่อนว่า Connector เป็นตัวจั้มที่เท่าไร จากนั้นก็ดูขาโดยแถบของ Connector ที่มีขา 1 หมายถึง ขาที่ 1 อยู่ทางด้านนั้น การนับขา 1 จะนับทั้งขาบนและขาล่าง ขาต่อไปก็จะนับตามลำดับ

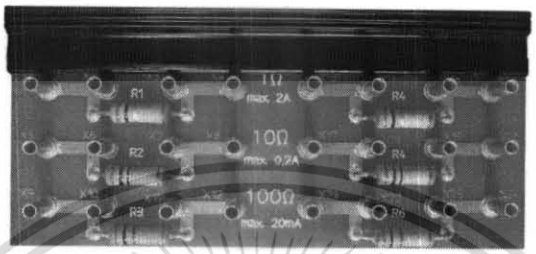
3.7 ในการเลือกใช้จุดวัดสัญญาณ จะกำหนดให้จุดวัด A+, A- ใช้วัดแรงดันและจุดวัด B+, B- ใช้วัดกระแส



รูปที่ ง.11 ตำแหน่ง A+, A- และ B+, B- ในชุดปฏิบัติการ Lab Soft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 จุดวัดกระแสจะต้องต่อ R 100 โอห์ม จากแผงวงจรที่ใช้สำหรับวัดกระแส โดยทำการต่อแบบขนาน ตรง B+ B- ซึ่งการต่อจะแสดงให้เห็นในใบงาน และเมื่อเปิด Amperemeter B ขึ้นมาจะต้องตั้งค่าความต้านทานด้านล่างให้เป็น 100 โอห์ม



รูปที่ ง.12 แผงวงจรสำหรับใช้วัดกระแส

ค่าความต้านทานที่ต้องตั้งก่อนการวัด

รูปที่ ง.13 Amperemeter B

3.9 อ่านค่าและบันทึกผลลงในใบงานการทดลอง

3.10 ถ้าปิดโปรแกรมไปแล้วและต้องการเข้ามาดูงานเดิมที่ทำเอาไว้ให้พิมพ์ Name และ Password เดิมที่ตั้งเอาไว้ โปรแกรมก็จะเปิดงานเดิมให้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

ถ้าประสบปัญหาในการใช้ชุดฝึกปฏิบัติวงจรทรานซิสเตอร์สำหรับเครื่องมือวัดเสมือนจริง สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาได้จากตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุ/หรือวิธีการแก้ไข
ไม่สามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรได้	ให้ปิดโปรแกรม Lab Soft แล้วทำการเปิดโปรแกรมใหม่
ไม่สามารถคัดลอกงานที่ทำไว้	ให้เข้าไปที่ Drive C เลือก Program File ⟶ LUCAS-NULLE ⟶ L@BSOFT ⟶ Users จากนั้นก็คัดลอก Folder ที่มีชื่อเดียวกับชื่อที่เราตั้งไว้ในขณะเข้าโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/308 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติพงค์ มะโน

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/308 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/308 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสื่อการเรียนการสอน

เรียน อาจารย์พิชญ์สินี มะโน

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/308 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/309 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชิน อาจหาญ

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โทร. 3703, 6076

ที่ ศธ 0524.04(5)/ 308 **วันที่** 15 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

เรียน อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

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

1. นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์ รหัสประจำตัว 48035485
2. นายปิยะพล เครือรัตน์ รหัสประจำตัว 48035506
3. นางสาวพรธนา ถนอมเงิน รหัสประจำตัว 48035507

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธ์ ราตรี)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

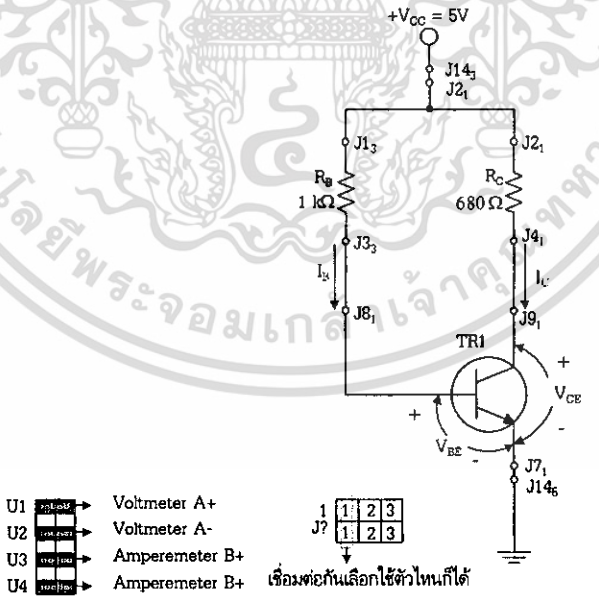
ใบงานที่ 1
เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Active Load

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของทรานซิสเตอร์ในสภาวะ Active Load
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจร Fixed Biasได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการไบอัสแบบ Fixed Biasได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
6. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

1.7 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222 (TR1) เป็น BC547 (TR2)

1.8 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับ $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.9 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

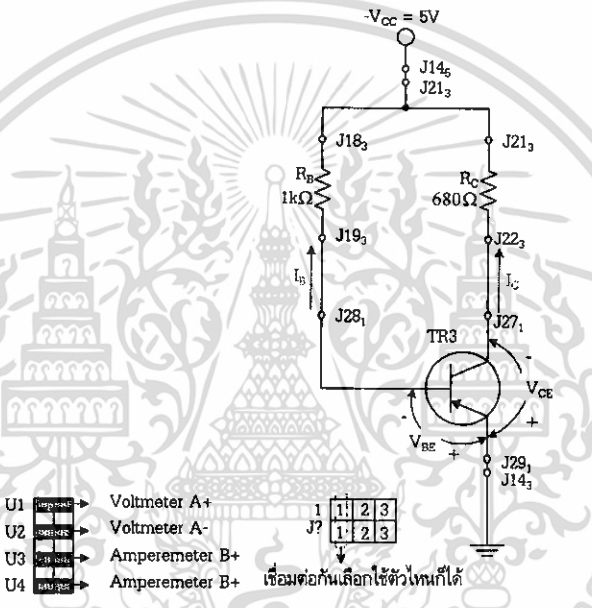
1.10 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J12_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.11 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J11_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุดวัด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ____

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่1.2



รูปที่ 1.2 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำ จุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับ $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ____

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับ $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการไบอัสแบบ Fixed Bias และการทำงานของทรานซิสเตอร์ในสภาวะ Active Load

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. สรุปผลการทดลอง

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

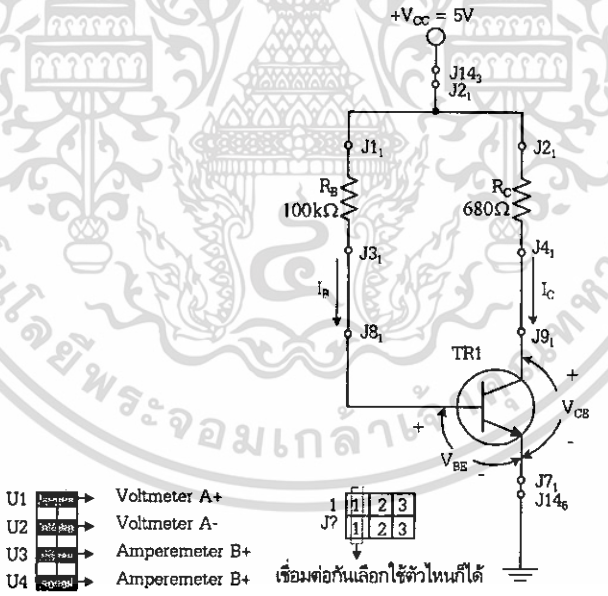
ใบงานที่ 2
เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Saturate

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ในสภาวะ Saturate ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{CE} = ⌐¬

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{BE} = ⌐¬

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง

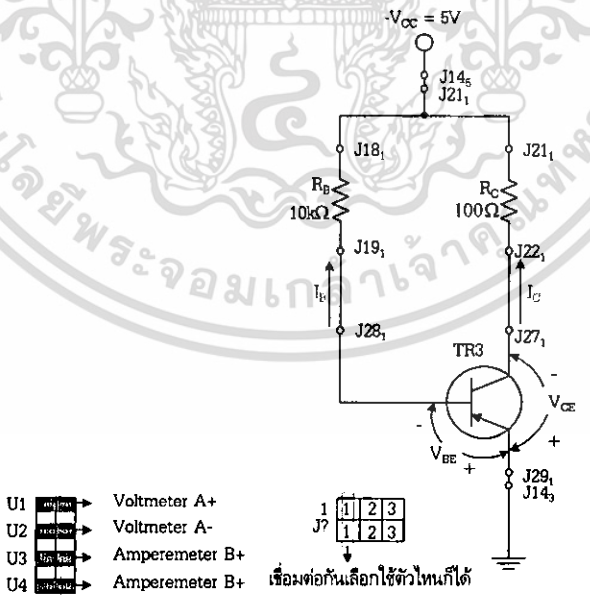
I_B = ⌐¬

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง

I_C = ⌐¬

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐¬

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐¬

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_1$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_1$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการทำงานของทรานซิสเตอร์ในสถานะ Saturate

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. สรุปผลการทดลอง

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

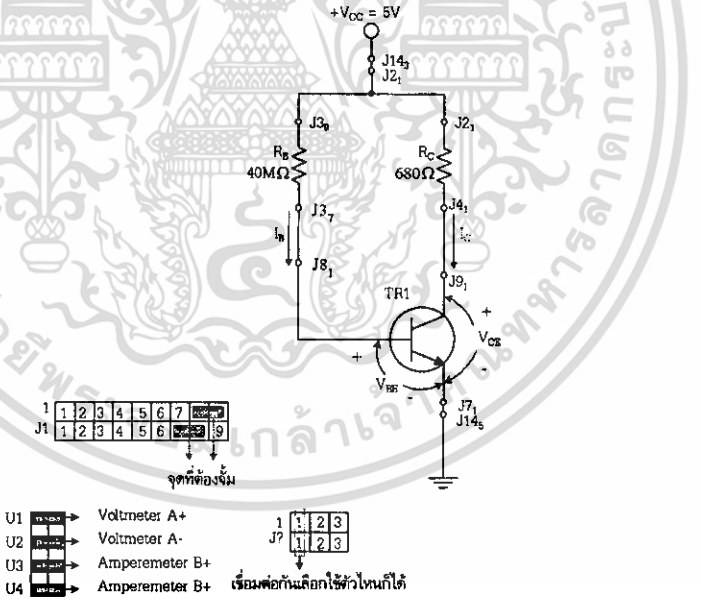
ใบงานที่ 3
เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Cutoff

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ในสภาวะ Cutoff ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{CE} = ⌐¬

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{BE} = ⌐¬

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_7$ กับจุด $J8_1$ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง

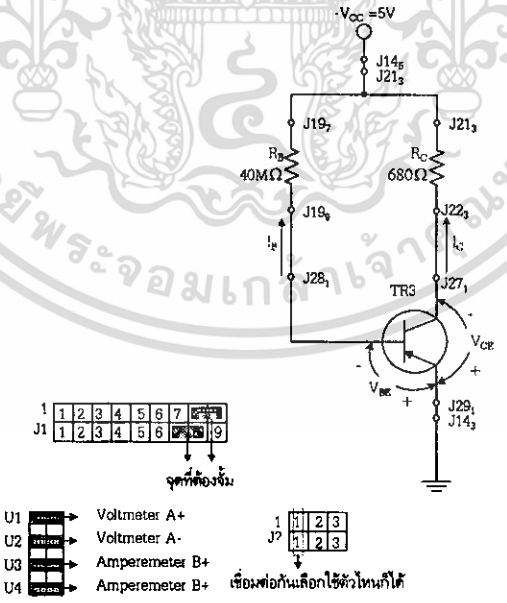
I_B = ⌐¬

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง

I_C = ⌐¬

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจร Fixed Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌈ ⌉

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌈ ⌉

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_9$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_9$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌈ ⌉

2.7 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 (TR3) เป็น BC558 (TR4)

2.8 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.9 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌈ ⌉

2.10 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌈ ⌉

2.11 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_9$ กับจุด $J33_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_9$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J32_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการทำงานของทรานซิสเตอร์ในสถานะ Cutoff

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

2. สรุปผลการทดลอง

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

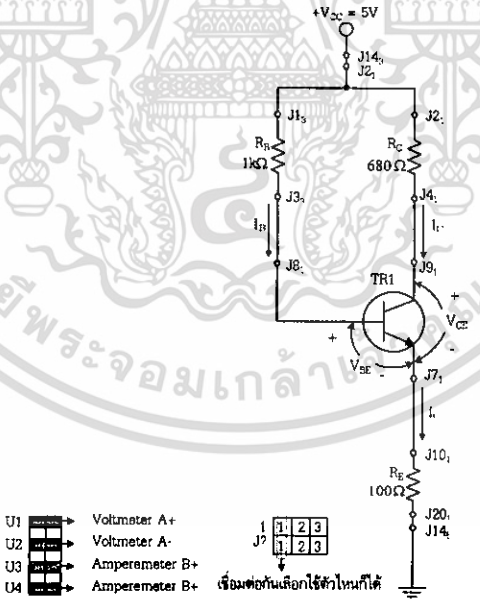
เรื่อง วงจร Fixed Bias With RE ในสภาวะ Active Load

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจร Fixed Bias With RE ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการไบอัสแบบ Fixed Bias With RE ได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$

1.8 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222 (TR1) เป็น BC547 (TR2)

1.9 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.10 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

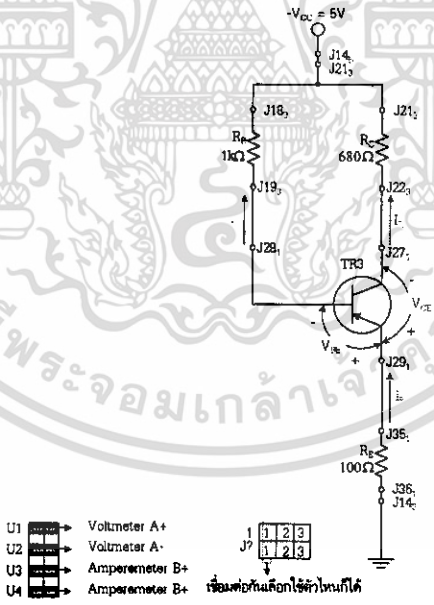
1.11 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J12_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

1.12 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J11_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌈ ⌉

1.13 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J13_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำ จุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการไบอัสแบบ Fixed Bias With RE

2. สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

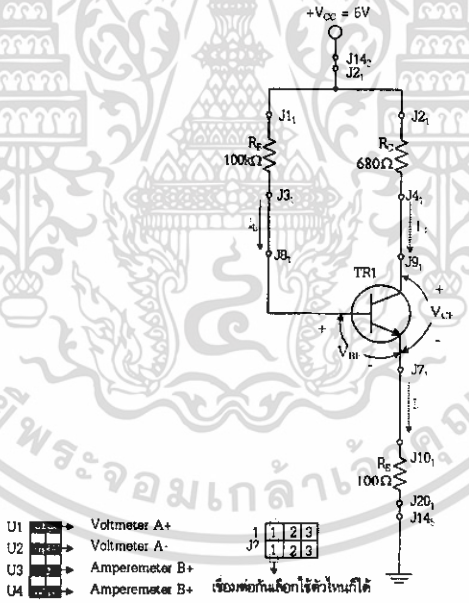
เรื่อง วงจร Fixed Bias With RE ในสภาวะ Saturate

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1.ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

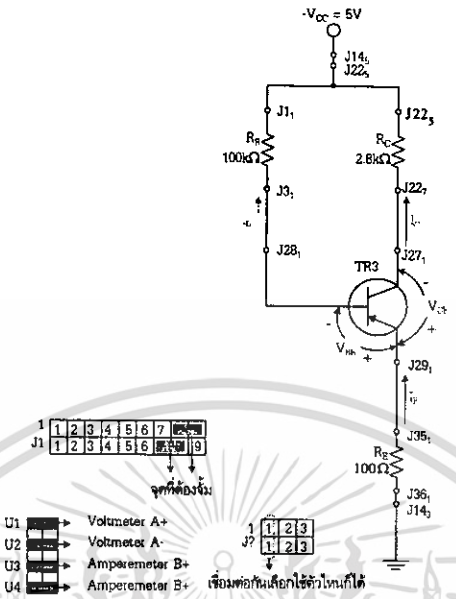
1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J27_7$ กับจุด $J22_7$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J22_7$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌐‾‾‾‾‾

สรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6

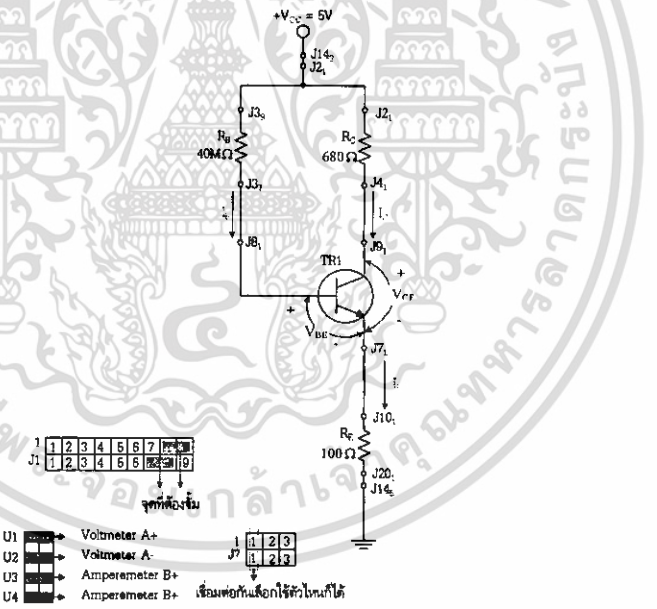
เรื่อง วงจร Fixed Bias With RE ในสภาวะ Cutoff

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌈ ⌉

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌈ ⌉

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_7$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

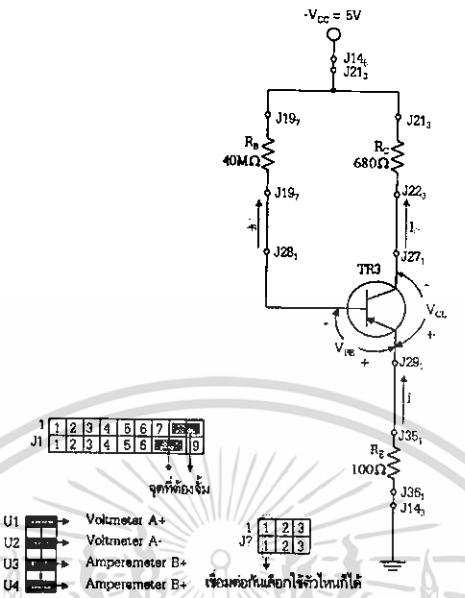
1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌈ ⌉

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 วงจร Fixed Bias With RE

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{CE} = _____

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง

V_{BE} = _____

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_7$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง

I_B = _____

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง

I_C = _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

2.8 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 (TR3) เป็น BC558 (TR4)

2.9 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌈ ⌉

2.10 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌈ ⌉

2.11 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_7$ กับจุด $J33_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

2.12 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J32_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌈ ⌉

2.13 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J34_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

สรุปผลการทดลอง

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

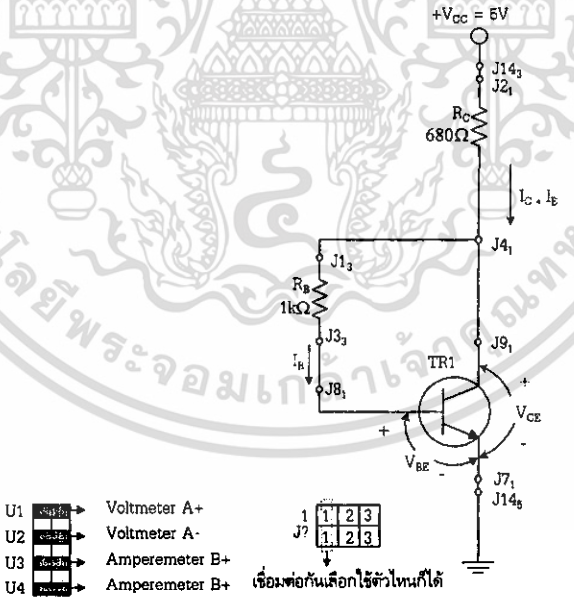
ใบงานที่ 7
เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Active load

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจร Self Bias ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการไบอัสแบบ Self Bias ได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 วงจร Self Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ____

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ____

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ____

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ____

1.7 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222 (TR1) เป็น BC547 (TR2)

1.8 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ____

1.9 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ____

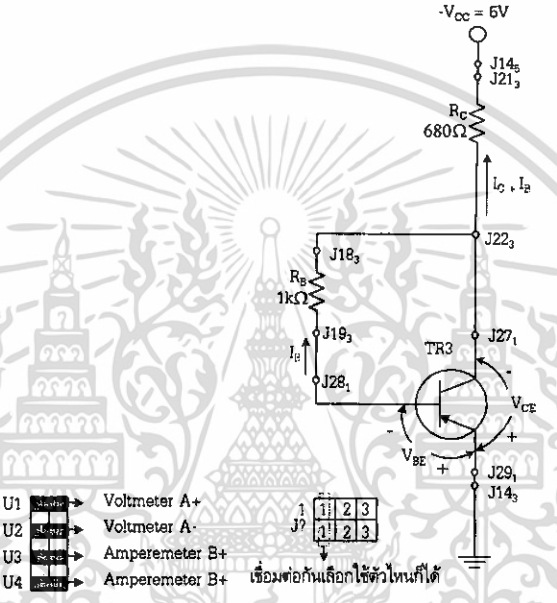
1.10 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J12_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.11 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J11_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

2.ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 วงจร Self Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐‾‾‾‾‾‾

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการไบอัสแบบ Self Bias

.....

.....

.....

.....

2. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

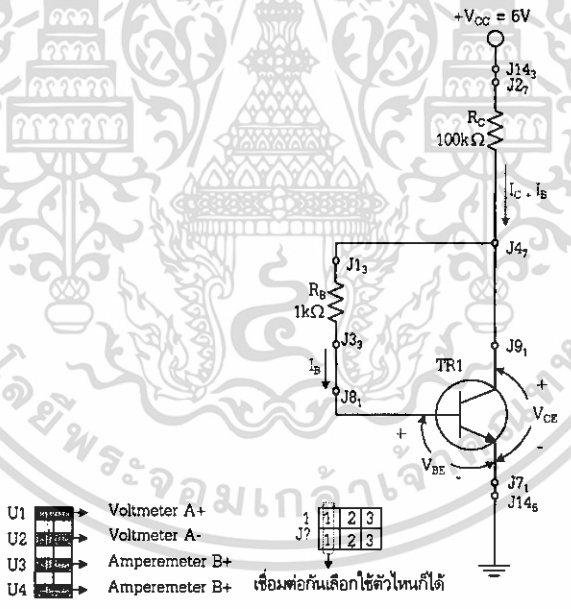
ใบงานที่ 8
เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Saturate

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 วงจร Self Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

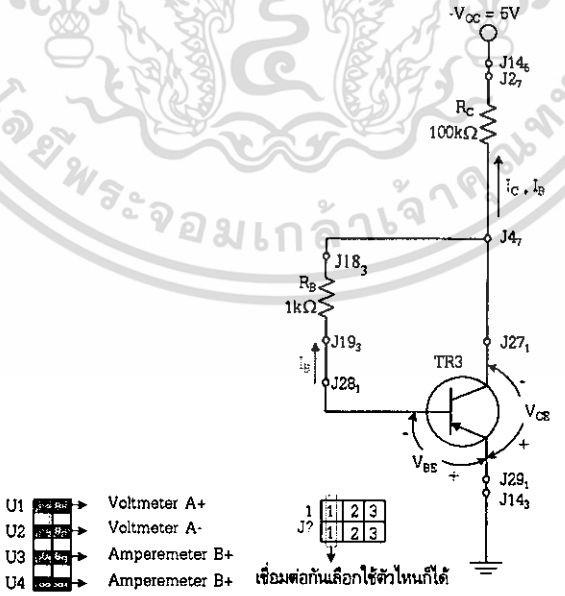
1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_7$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 วงจร Self Bias

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐¬

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐¬

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_7$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

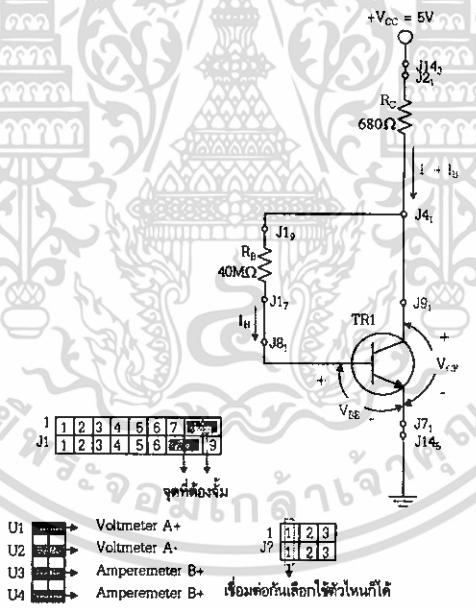
ใบงานที่ 9
เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Cutoff

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 วงจร Self Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

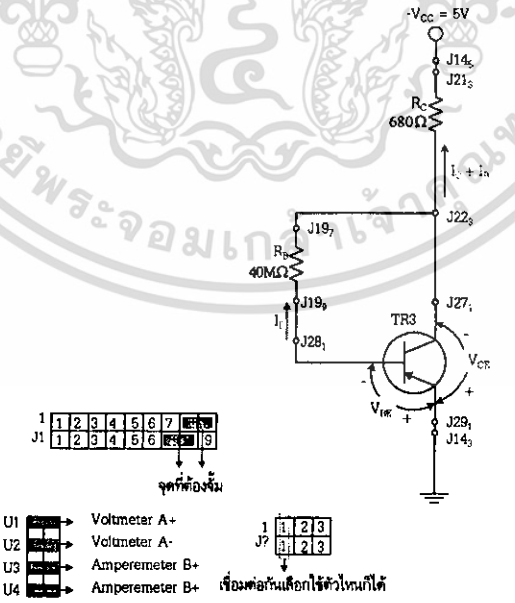
1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J1_7$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J1_7$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 วงจร Self Bias

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_9$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_9$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

2.7 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 (TR3) เป็น BC558 (TR4)

2.8 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

2.9 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

2.10 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_9$ กับจุด $J33_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_9$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J32_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C = \sqrt{\quad}$

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 10

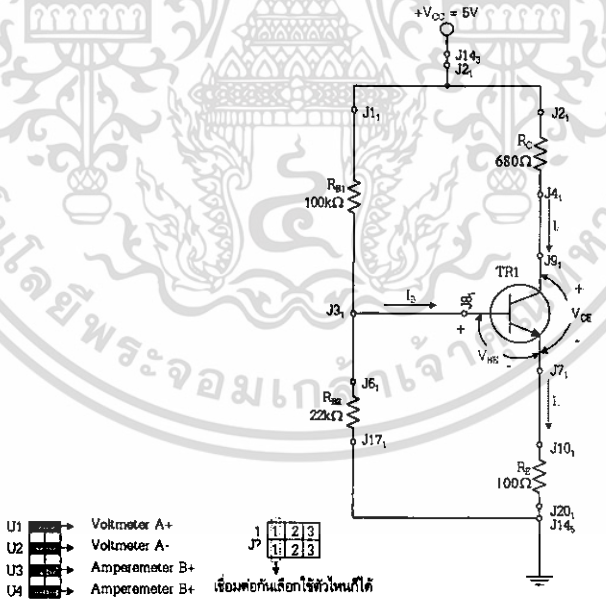
เรื่อง วงจร Stabilities Biasในสภาวะ Active load

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถประกอบวงจร Stabilities Bias ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการไบอัสแบบ Stabilities Bias ได้
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 10.1



รูปที่ 10.1 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ____

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ____

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ____

1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ____

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ____

1.8 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ PN2222 (TR1) เป็น BC547 (TR2)

1.9 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ____

1.10 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

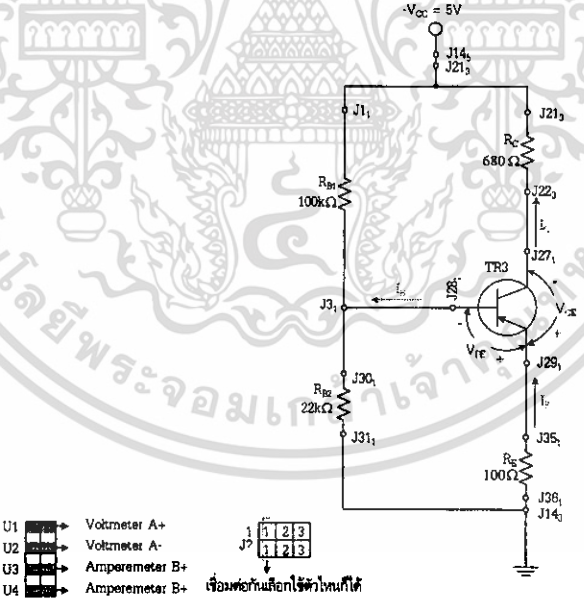
1.11 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J12_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J12_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐‾‾‾‾

1.12 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J11_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J11_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐‾‾‾‾

1.13 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J13_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J13_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌐‾‾‾‾

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 10.2



รูปที่ 10.2 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_1$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 11

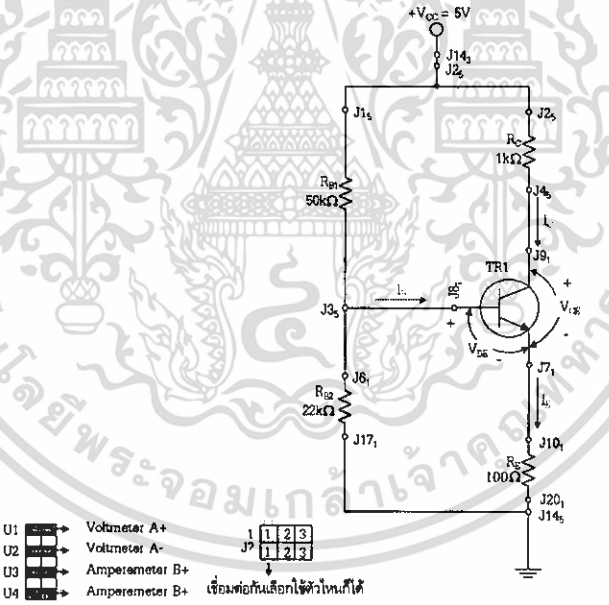
เรื่อง วงจร Stabilities Bias ในสภาวะ Saturate

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 11.1



รูปที่ 11.1 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐¬

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐¬

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

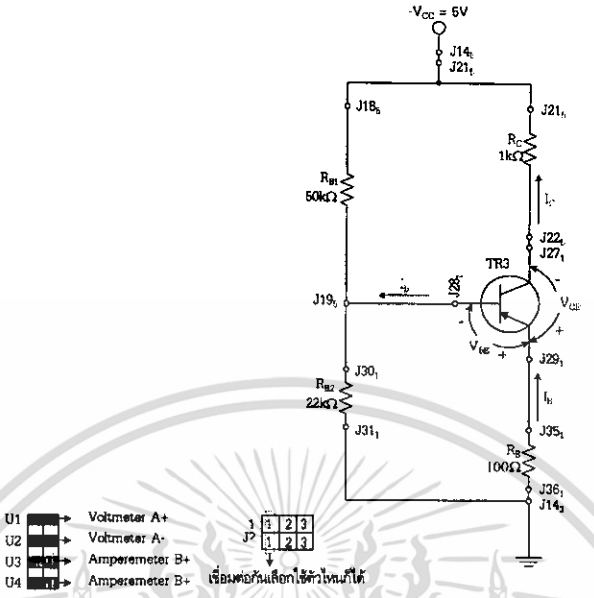
1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌐¬

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 11.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11.2 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐¬

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐¬

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E = \sqrt{}$

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 12

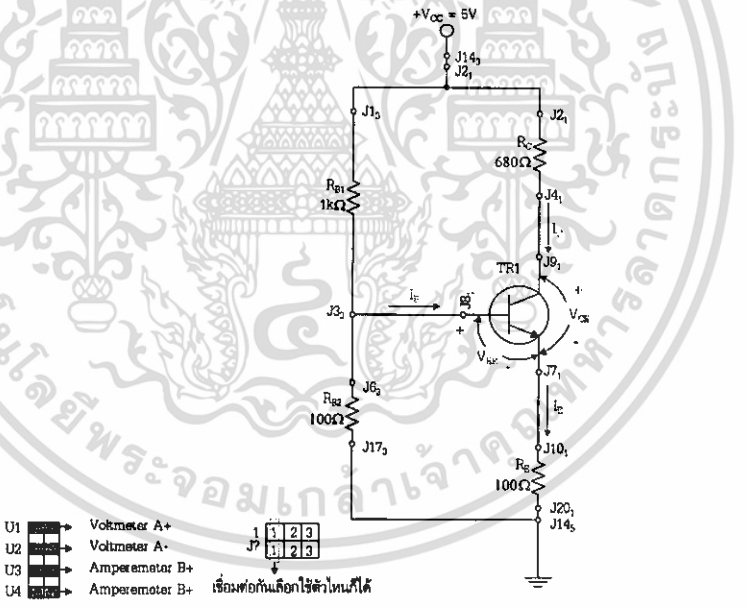
เรื่อง วงจร Stabilities Bias ในสภาวะ Cutoff

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถวัดกระแสและแรงดันในวงจรทรานซิสเตอร์ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง NPN และ PNP ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอภิปรายผลการทดลองได้

1. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 12.1



รูปที่ 12.1 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

1.2 เมื่อต่อวงจรเรียบร้อยแล้วเลือกเมนู Instrumente จากนั้นเลือก Measuring Devices และเลือก Voltmeter A เพื่อใช้วัดแรงดันและ Amperemeter B เพื่อใช้ในการวัดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$

1.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$

1.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J3_3$ กับจุด $J8_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J3_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J8_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$

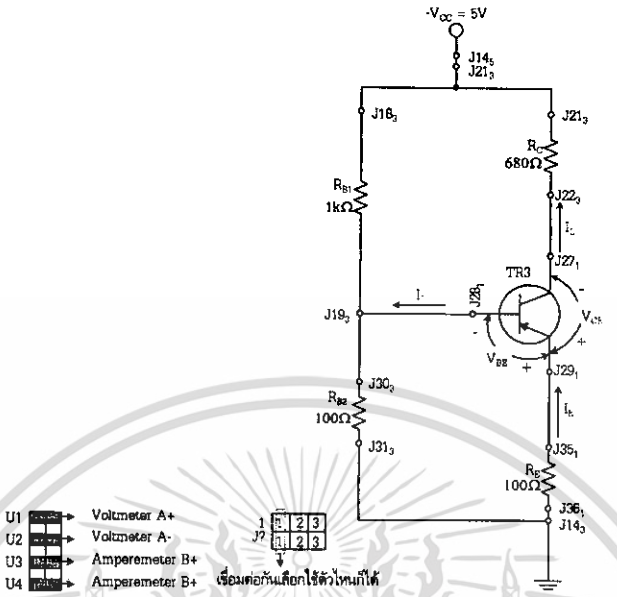
1.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J4_1$ กับจุด $J9_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J4_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J9_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$

1.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J7_1$ กับจุด $J10_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J7_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J10_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$

2. ขั้นตอนการทดลองทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 12.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12.2 วงจร Stabilities Bias

คลิกที่รูปภาพ : จะแสดงภาพการต่อวงจร

2.2 เลือก Voltmeter A และ Amperemeter B

2.3 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌐¬

2.4 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌐¬

2.5 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J28_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J28_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌐¬

2.6 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J27_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J27_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌐¬

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J29_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J29_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

2.8 ต่อวงจรตามรูปเดิมอีกครั้ง โดยกำหนดให้เปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557 (TR3) เป็น BC558 (TR4)

2.9 วัดแรงดันไฟ V_{CE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{CE} =$ ⌈ ⌉

2.10 วัดแรงดันไฟ V_{BE} โดยนำจุดวัด U1 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ และนำจุดวัด U2 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ บันทึกผลการทดลอง $V_{BE} =$ ⌈ ⌉

2.11 วัดกระแสไฟ I_B ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J19_3$ กับจุด $J33_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J19_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J33_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_B =$ ⌈ ⌉

2.12 วัดกระแสไฟ I_C ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J22_3$ กับจุด $J32_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J22_3$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J32_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_C =$ ⌈ ⌉

2.13 วัดกระแสไฟ I_E ปลดสายที่จุดต่อระหว่างจุด $J34_1$ กับจุด $J35_1$ ออก โดยนำจุดวัด U3 ต่อเข้ากับจุด $J34_1$ และนำจุดวัด U4 ต่อเข้ากับจุด $J35_1$ บันทึกผลการทดลอง $I_E =$ ⌈ ⌉

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างแบบประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงาน

คำชี้แจง

ใบประเมินชุดนี้มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามถึงคุณภาพของใบงานการทดลอง
ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การประเมินคุณภาพ

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว ในแต่ระดับคะแนนมีความหมายดังนี้

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

ตอนที่ 2 เขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 1 เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Active Load

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 2 เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Saturate

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 3 เรื่อง วงจร Fixed Bias ในสภาวะ Cutoff

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 4 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Active Load

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 5 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Saturate

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 6 เรื่อง วงจร Fixed Bias RE ในสภาวะ Cutoff

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 7 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Active Load

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 8 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Saturate

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 9 เรื่อง วงจร Self Bias ในสภาวะ Cutoff

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 10 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Active Load

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 11 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Saturate

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพของใบงานที่ 12 เรื่อง วงจร Stabilities ในสภาวะ Cutoff

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ข้อความ	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน						
2. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม						
3. คำชี้แจงลำดับขั้นตอนการทดลองในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย						
4. เนื้อหาในใบงานแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกันและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก						
5. กระบวนการในใบงานการทดลองกระตุ้นการตอบสนองของผู้ทดลอง						
6. ใบงานการทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสำหรับการเรียนรู้						
7. ใบงานการทดลองสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์ได้จริง						
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากใบงานการทดลองไปใช้งานได้จริง						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดทดลอง

คำชี้แจง

ใบประเมินชุดนี้มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามถึงคุณภาพของชุดทดลอง

ตอนที่ 2 ถามถึงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การประเมินคุณภาพ

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว ในแต่ระดับคะแนนมีความหมายดังนี้

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

ตอนที่ 2 เขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสะดวกต่อการใช้งาน						
2. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีความคงทนถาวรต่อการใช้งาน						
3. การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ดมีความเหมาะสม						
4. สัญลักษณ์ต่างๆบนชุดทดลองมีความชัดเจน						
5. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์						
6. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นสามารถทำให้ผู้ที่เรียนรู้ทรานซิสเตอร์เข้าใจการทำงานได้ง่าย						
7. ชุดทดลองที่ออกแบบขึ้นกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์						
8. ชุดทดลองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทรานซิสเตอร์						
9. ชุดทดลองมีความสะดวกในการจัดการสอน						
10. ชุดทดลองให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้						
11. ชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะทำให้เกิดแนวทางในการออกแบบและพัฒนา นวัตกรรมใหม่ๆที่เกี่ยวกับทรานซิสเตอร์ได้						

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวเจริญศรี ทวีทรัพย์
วัน เดือน ปีเกิด	23 กรกฎาคม พ.ศ. 2528
ภูมิลำเนา	26/2 หมู่ 11 ตำบลบ้านนา อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก 26110 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-7937-6694
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านวังไทร จังหวัดนครนายก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านนานายกพิทยากร จังหวัดนครนายก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จังหวัดนครนายก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครนายก จังหวัดนครนายก
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจเป็นพิเศษ	ปลูกกล้วยไม้และเล่นกีฬา
คติพจน์	ถ้าอยากประสบความสำเร็จ จงคาดหวังคำวิจารณ์มากกว่าช่อดอกไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายปิยะพล เครือรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	3 ธันวาคม พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	105 หมู่ 4 ตำบลปากทาง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-6932-7993
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดราชช้างขวัญ จังหวัดพิจิตร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม จังหวัดพิจิตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จังหวัดพิจิตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จังหวัดพิจิตร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวพรธนา ถนอมเงิน
วัน เดือน ปีเกิด	17 กันยายน พ.ศ. 2527
ภูมิลำเนา	46 หมู่ 3 ตำบลชะแมบ อำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13170 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-6392-5807
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนกลั่นวิทยา จังหวัดสระบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอยุธยาวิยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนอยุธยาวิยาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทย จังหวัดสระบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจเป็นพิเศษ	ท่องเที่ยว กีฬา
คติพจน์	ระยะทางพิสูจน์ม้า กาลเวลาพิสูจน์คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้