

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TRANSISTOR



ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

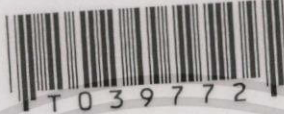
พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-185-1

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TRANSISTOR



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

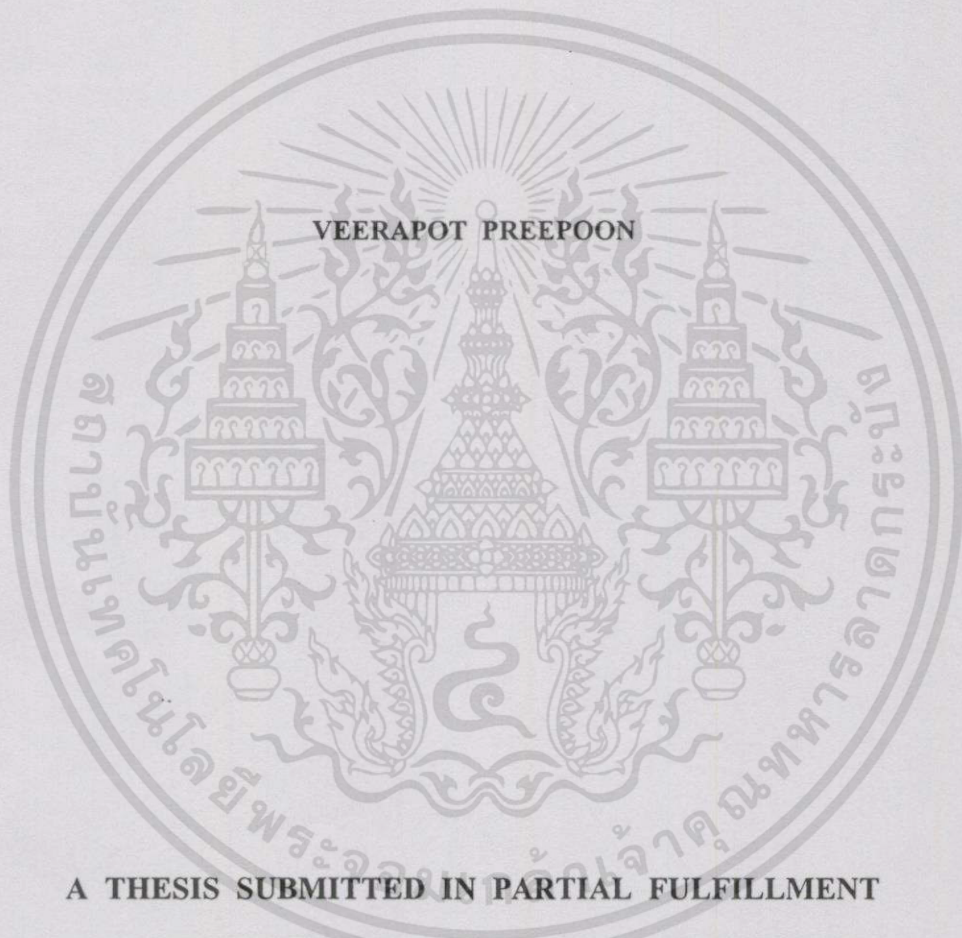
ISBN 974-648-185-1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39772
วัน เดือน ปี 21 ส.ย. 2544

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

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TRANSISTOR



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL
TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001

ISBN 974-648-185-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

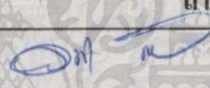
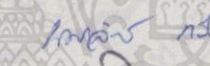
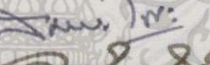
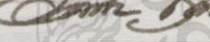
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TRANSISTOR
ชื่อนักศึกษา นายวีระพงษ์ ปรีพูล
รหัสประจำตัว 41064514
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|--------------------------|-------------|---|
| รศ.ดร.สุพิทย์ | กาญจนพันธุ์ |  |
| ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ | กลิ่นหอม |  |
| รศ.ดร.สมพร | ไชยะ |  |
| ผศ.อรรถพร | ฤทธิเกิด |  |

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 9 พฤษภาคม 2544 เวลา 8.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญรัตน์ อัครชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่... ๒1 ...เดือน... พฤษภาคม... พ.ศ. ๒๕๔๔...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

นักศึกษา

รหัสประจำตัว

ปริญญา

สาขาวิชา

พ.ศ.

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์

นายวิระพจน์ ปรีพูล

41064515

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา

2544

รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนปกติ โดยผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เกิดขึ้นจากวิธีการสอนทั้ง 2 วิธีคือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในส่วนของ การสอนภาคทฤษฎี

สำหรับประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จำนวน 80 คน และกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่ายโดยการจับสลาก จำนวน 60 คน โดยผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพ จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีสอนปกติ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 81.00/83.33 และจากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจาก วิธีการเรียนการสอนทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

| | |
|-------------------|--|
| Thesis Title | Computer Assisted Instruction on Transistor |
| Student | Mr.Veerapot Preepoon |
| Student ID. | 41064515 |
| Degree | Master of Industrial Education |
| Programme | Educational Technology In Vocational and Technical Education |
| Year | 2001 |
| Thesis Advisor | Assoc Prof Dr.Supit Karnjanapun |
| Thesis Co-Advisor | Assist Prof. Dr.Lertlak Klinhom |

ABSTRACT

The purposes of the study were to construct and find out of the computer assisted instruction in accordant with the defined 80/80 criteria and the learning achievement from the computer assisted instruction and traditional teaching process. The hypothesis of the study in learning achievement was that there was no significant differences between teaching means of the subject The Theory of "Computer Assisted Instruction On Transistor"

The population defined in the study were Vocational Certificate Student, electrical power shops of Bungkan Industrial and Communication College. The sampling random of 60 purposive saplings divided in to 3 groups : group 1 for 20 efficiency experimental assisted students, group 2 for 20 computer assisted instruction student and group 3 for 20 a traditional class control-group students.

The result of the study in computer assisted was found that is effective in terms of defined 81.00/83.33 criteria respectively. In comparing learning achievement between the computer assisted instruction and traditional teaching process, found that there were difference. It was also indicated that effective constructed computer assisted instruction could make the certificate students gained as much learning achievement as well as usual teaching process.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เพราะด้วยความกรุณาและช่วยเหลือเป็นอย่างดี
ยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์โอวาท พูลศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด และท่านอาจารย์อื่นๆ ที่ไม่ได้
กล่าวถึงรวมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่กรุณาให้คำแนะนำ แนวคิด และข้อ
เสนอแนะต่างๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องและอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานต่างๆ
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อาทิตย์ จิรวัดมนผล อาจารย์โกวิท พันธุ์ทอง ที่ได้กรุณาสละ
เวลาช่วยเหลือตรวจสอบแก้ไข ให้คำแนะนำในด้านคุณภาพของเนื้อหาให้มีความถูกต้องและเหมาะสม
สม อาจารย์เฉลิม ชุมภูนท์ อาจารย์กุล อักษรนุ ที่ได้กรุณาสละเวลาช่วยเหลือตรวจสอบ ในด้าน
คุณภาพของสื่อ ตรวจสอบให้คำแนะนำ แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง เพื่อให้สื่อที่ใช้ในการทดลอง
ครั้งนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณะผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู - อาจารย์ วิทยาลัยการอาชีพบึง
กาฬโดยเฉพาะแผนกคอมพิวเตอร์และแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่ให้ความสะดวกกับผู้วิจัยในการ
ทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์กุล อักษรนุ และอาจารย์ธานี กิ่งศักดิ์ ที่คอยให้
กำลังใจและให้คำปรึกษาทุกอย่างกับผู้วิจัย คุณพ่อ - แม่ ภรรยา - บุตร และญาติพี่น้องทุกท่านที่
คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

วีระพจน์ ปริพูล

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญภาพ..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 4 |
| 1.3 สมมุติฐานการวิจัย..... | 4 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... | 4 |
| 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น..... | 5 |
| 1.6 คำนิยามเฉพาะ..... | 5 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร..... | 7 |
| 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 9 |
| 2.3 การสอนรายบุคคล..... | 15 |
| 2.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 17 |
| 2.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 20 |
| 2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 23 |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 24 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 28 |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 28 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 28 |
| 3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 31 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------------|
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 31 |
| 3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย..... | 32 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 35 |
| 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 35 |
| 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ..... | 37 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะและอภิปรายผล..... | 39 |
| 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย..... | 39 |
| 5.2 สมมุติฐานการวิจัย..... | 39 |
| 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 39 |
| 5.4 สรุปผลการวิจัย..... | 39 |
| 5.5 อภิปรายผลการวิจัย..... | 39 |
| 5.6 ข้อเสนอแนะ..... | 40 |
| บรรณานุกรม..... | 42 |
| ภาคผนวก..... | 47 |
| ภาคผนวก ก แบบประเมินสื่อการสอน..... | 48 |
| ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... | 52 |
| ภาคผนวก ค จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม..... | 54 |
| ภาคผนวก ง ผังงานของกรอบการทดสอบ..... | 56 |
| ภาคผนวก จ เนื้อหา..... | 58 |
| ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 83 |
| ภาคผนวก ช หนังสือราชการ..... | 103 |
| ภาคผนวก ซ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 111 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 152 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร..... | 8 |
| 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 31 |
| 4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลอง แบบหนึ่งต่อหนึ่ง..... | 36 |
| 4.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลอง แบบกลุ่มเล็ก..... | 36 |
| 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลอง แบบภาคสนาม..... | 37 |
| 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนกับการสอนปกติ..... | 38 |
| ฉ.1 เฉลยคำตอบของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 92 |
| ฉ.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 93 |
| ฉ.3 ผลของแบบประเมินสื่อการสอนทางด้านเนื้อหา..... | 95 |
| ฉ.4 ผลของแบบประเมินสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ..... | 96 |
| ฉ.5 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง..... | 97 |
| ฉ.6 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดลองแบบกลุ่มเล็ก..... | 97 |
| ฉ.7 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดลองแบบภาคสนาม..... | 98 |
| ฉ.8 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 99 |
| ฉ.9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนปกติ..... | 100 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 14 |
| 2.2 แสดงโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 19 |
| 2.3 ภาพแสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 22 |
| จ.1 โครงสร้างและแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิด N..... | 63 |
| จ.2 โครงสร้างและแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิด P..... | 64 |
| จ.3 แสดงโครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP..... | 65 |
| จ.4 แสดงสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์..... | 65 |
| จ.5 แสดงการไบแอสทรานซิสเตอร์..... | 66 |
| จ.6 แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้า (electron) ภายในรอยต่อของทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN เมื่อได้รับไบแอส..... | 67 |
| จ.7 แสดงโมเดลของทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP และทิศทางของกระแส I_E, I_C, I_B ที่เกิดจากการไบแอสที่ถูกต้อง..... | 68 |
| จ.8 แสดงวงจรการไบแอสทรานซิสเตอร์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง V_{BB} และ V_{CC} | 68 |
| จ.9 แสดงเส้นลักษณะสมบัติของคอลเล็กเตอร์..... | 70 |
| จ.10 แสดงการรั่วไหลที่คอลเล็กเตอร์ (I_{CEO}) ในสภาวะคัตออฟ..... | 71 |
| จ.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกระแส I_C, I_B และแรงดัน V_{CE} ของทรานซิสเตอร์ ในสภาวะอิ่มตัวและเส้นแสดงลักษณะสมบัติของคอลเล็กเตอร์ในสภาวะอิ่มตัว..... | 72 |
| จ.12 วงจรไบแอสทรานซิสเตอร์ที่มีแหล่งจ่ายสัญญาณ โฟลต์ที่อินพุต..... | 73 |
| จ.13 การทำงานของทรานซิสเตอร์ในสภาวะเปิด (cutoff) และสภาวะปิด (saturation)..... | 74 |
| จ.14 ลักษณะการจัดทรานซิสเตอร์พื้นฐาน 3 แบบชั่วแรงดันระหว่างขาของ ทรานซิสเตอร์ต้องเป็นไปตามรูปจึงจะให้การทำงานในสภาวะกัมมันต์ที่ต้องการ..... | 76 |
| จ.15 แสดงชั่วแรงดันที่ขาต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ชนิดในสภาวะทำงานปกติ..... | 77 |
| จ.16 วงจรขยายพื้นฐานเบสร่วม..... | 78 |
| จ.17 วงจรเบสร่วมที่ใช้คำนวณหาค่าอัลฟา..... | 79 |
| จ.18 วงจรอิมิตเตอร์ร่วม..... | 80 |
| จ.19 แสดงสัญญาณเข้าที่พุตของวงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีเฟสตรงข้ามกับ สัญญาณอินพุต..... | 81 |
| จ.20 วงจรขยายเบสคอลเล็กเตอร์ร่วม..... | 82 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอิเล็กทรอนิกส์เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการต่างๆ เกือบทุกประเภทหรืออาจ จะกล่าวได้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีทุกแขนงที่เจริญขึ้นได้เท่าทุกวันนี้เป็นผลส่วนหนึ่งมาจากความ เจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ (ยื่น ภู่วรรณ. 2521 : 5) เราสามารถแบ่งอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ในอดีตได้เป็น 4 อย่างคือ อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบวงจร (Circuit Component) อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์สื่อสาร อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ควบคุม และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ (มงคล เศษนครินทร์และชาติ ศรีไพวรรณ. 2538 : 11) ทุกวันนี้จะสังเกตเห็นว่าคอมพิวเตอร์ได้ก้าวเข้ามามีบทบาทในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็วทำให้วง การต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุตสาหกรรม ธุรกิจ การธนาคาร การทหาร การแพทย์ วิทยาศาสตร์ การศึกษาและเทคโนโลยี โดยเฉพาะทางการศึกษา นักผลิตสื่อการเรียนการสอนต้อง อาศัยคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพก ำขึ้นกว่าเดิม จากที่เราใช้แผ่นภาพโปร่งใส สไลด์ประกอบคำบรรยาย และทุกวันนี้ก็ได้หันมาผลิต สื่อประเภท คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI)

จากหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หมวดวิชาชีพเฉพาะสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้กำหนดจุด ประสงค์รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ โครง สร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์ วงจรการใช้งาน บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ กำลัง และมีทักษะในการต่อวงจร หากคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการนำมาใช้ ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (กรมอาชีวศึกษา. 2538 : 3) ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ จะต้องรู้ส่วนประกอบและโครงสร้างภายในตัว ทรานซิสเตอร์เองด้วย ถ้าจะให้สมบูรณ์หรือเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้นจึงได้นำเนื้อหาเรื่องทรานซิสเตอร์ นำมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนสามารถเรียนรู้ ได้ด้วยตนเอง และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้มีการตอบสนองกับตัวผู้ เรียนนักเรียนก็ไม่ต้องจินตนาการเอาเอง

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ เิงพฤติกรรมโดยใช้หลักการเรียนเฉพาะรายบุคคลเพื่อการเรียนการสอนการทบทวนทำแบบฝึกหัด หรือการวัด เราเรียนคอมพิวเตอร์แบบนี้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 206)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง ทั้งที่มีความรู้พื้นฐานสูงและมีความรู้พื้นฐานต่ำ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและเรียนไปอย่างช้าๆ หรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบย่อมดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่านหรือคัดลอกข้อความอย่างเดียว การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ เช่นการแสดงความคิดเห็นการโต้ตอบกับเครื่องทำได้ กิจกรรมเหล่านี้ให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย และมีส่วนร่วมในการคิดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในด้านการเรียนการสอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 40)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้ในการศึกษารายบุคคลได้ผล เพื่อให้การเรียนการสอนสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียน และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ผู้เรียนแต่ละคนประสบผลสำเร็จและมีความก้าวหน้าทางการเรียนตามความสามารถของตน ผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจและมีความมั่นใจในการทำงาน (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2524 : 4-11)

บุรณะ สมชัย (2538 : 23) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Instruction : CAI) พัฒนาจากบทเรียนโปรแกรมของ B.F. Skinner ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียน

นนุช วรรณหะ (2535 : 47) กล่าวว่าเพราะความตระหนักและยอมรับว่า การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นรูปแบบวิธีการสอนใหม่ที่คาดว่าจะจะเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากในอนาคต

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 42) กล่าวว่าถ้าเปรียบเทียบไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ช่วยสอนอย่างอื่นๆ อย่างเช่นเครื่องฉายภาพยนต์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายฟิล์มสตริป หรือเครื่องเล่นวิดีโอเทปความคล้ายคลึงกันอย่างหนึ่งก็คือ อุปกรณ์ดังกล่าวไม่มีความสมบูรณ์ในตัวถ้ามีแต่เครื่องซึ่งเราจัดเป็น Hardware แต่ไม่มีวัสดุซึ่งต้องใช้ประกอบกันที่เราเรียกว่า Software อุปกรณ์เหล่านั้นแม้จะเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงแสนแพงก็มิได้มีคุณค่าอะไรเลย อย่างเช่นมีเครื่องฉายภาพยนต์ 16 มม. แต่ไม่มีฟิล์มที่จะนำมาฉายหรือจะหาได้แต่ละเรื่องก็ต้องเสียเวลา พอได้ฟิล์มมาก็ไม่ตรงวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน และจากการศึกษาของศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา กรมการศึกษา นอกโรงเรียนในปีการศึกษา 2528 พบว่าในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีเครื่องเล่นวิดีโอเทป 54.4 และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันอัตราส่วนระหว่างเครื่องเล่น และม้วนเทปเพื่อการศึกษา มีเพียง 1 : 10 นั่นคือเครื่องวิดีโอเทป 1 เครื่อง จะมีเทปเกี่ยวกับการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเพียง 10 ม้วน เท่านั้น ซึ่งในแง่ของการลงทุนถือว่า ไม่คุ้มค่า

อำพล สงวนศิริธรรม (2528 : 118) กล่าวว่าการนำวิธีการบทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียนโปรแกรมมาสร้างโปรแกรมสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมน่าจะเกิดผลดีด้วยเหตุดังนี้

1. เป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดใหม่ ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นอิสระจากคนอื่น
2. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจเพราะสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบได้
3. นักเรียนต้องตอบคำถามด้วยตนเอง ไม่สามารถตอบคำถามล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเอง
4. ถ้าตอบคำถามถูกต้อง ได้รับคำชมเชยทุกครั้งโดยวิธีการต่างๆ กันทั้งภาพและเสียง แต่ถ้าตอบคำถามผิดก็จะให้กำลังใจทำให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะตอบคำถามให้ถูกต้อง
5. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนนักเรียนคิดว่าตนเองกำลังเล่น แต่ครูผู้สอนรู้นักเรียนกำลังเรียน
6. คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่นหรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่ทำให้เกิดความท้อถอยหรือหมดกำลังใจ

จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่กำลังมีบทบาทในวงการศึกษาเพราะความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านวัสดุ เครื่องมือ และวิธีการของคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2527 : 6) อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่นสูงกว่าสื่อการสอนอื่นๆ (พิทักษ์ ศีลรัตน์. 2531 : 37)

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 51) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำการระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

จากผลการวิจัยส่วนมากพอจะสรุปได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีส่วนช่วยเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีกว่าการสอนแบบอื่นๆ (Lee. 1975 : 1363 – A; Oden. 1982 : 335 – A) บทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีหลักการและลักษณะส่วนใหญ่อคล้ายกับ บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction/PI) ซึ่งหลักการที่สำคัญอย่างหนึ่งของบทเรียนแบบนี้ก็คือ การให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ในขบวนการเรียนการสอนจะต้องมีการให้ผลป้อนกลับหรือให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองของตนเอง เพราะการเรียนรู้จะไม่สมบูรณ์ถ้าหากไม่มีการให้ผลป้อนกลับ (Cronbach. 1963 : 144)

จากเหตุผลข้างต้นในเนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร นักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้น ปวช.2 วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ ส่วนใหญ่จะใช้สื่อการเรียนการสอนประเภทแผ่นภาพโปร่งใสซึ่งการทำ ความเข้าใจโครงสร้างภายในตัวทรานซิสเตอร์เป็นไปได้ยาก ฉะนั้นเพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นภาพอย่างชัดเจนจึงใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาแก้ปัญหาในจุดนี้ โดยการสร้างเป็นแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมอย่าง

ยี่งที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ค้นคว้าได้เลือกเอาหัวข้อเรื่อง ทรานซิสเตอร์มาจัดสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นตัวกระตุ้นและให้วิธีการใหม่ๆ แก่นักเรียนซึ่งเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้กับบุคคลที่สนใจในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและกาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ในหัวข้อเรื่องทรานซิสเตอร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรเป็นนักเรียนชั้น ปวช.2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย จำนวน 80 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับฉลาก จำนวน 60 คน และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการจับฉลาก คือกลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนจากการสอนปกติจำนวน 20 คน
2. เนื้อหาวิชาที่ทำการค้นคว้าคือ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่อง ทรานซิสเตอร์ นักเรียนชั้น ปวช.2 ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ

3. ตัวแปรที่ศึกษา คือตัวแปรอิสระ การเรียนของนักเรียนประกอบไปด้วยการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนปกติ

ตัวแปรตาม ประกอบด้วยประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ จะใช้เนื้อหาวิชาในส่วนที่เป็นภาคทฤษฎีเท่านั้นซึ่งใช้เวลาในการเรียนปกติ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมเป็น 100 นาที

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ นักเรียนได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน และเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันตลอด

1.6 คำนิยามเฉพาะ

1. ทรานซิสเตอร์ หมายถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มารวมกัน โดยทำให้เกิดรอยต่อระหว่างเนื้อสารทั้งสอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงบทเรียนที่นำเสนอด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้น ปวช.2 ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคะแนนที่ได้จากผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นโดยการทดสอบทันทีหลังจากที่ผู้เรียนเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนการสอน

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงสัดส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เพื่อช่วยให้การพิจารณาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรกเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัด ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลังเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนที่นักเรียนได้ทำแบบทดสอบ หลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. นักเรียน หมายถึงนักเรียนที่กำลังเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

6. อาจารย์ หมายถึงอาจารย์ที่สอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

7. การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการสอนที่ให้นักเรียนดำเนินการเรียนการสอนด้วยตนเองตามขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า

8. การสอนปกติ หมายถึงการสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการโดยยึดแนวการสอนตามคู่มือแผนการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์โดยดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยใช้ปกติคือ การบรรยาย การอภิปราย และใช้อุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

9. สาร (P) หมายถึงโครงสร้างของผลึกของสารกึ่งตัวนำจะมีโฮลเกิดขึ้นที่ทุกๆ อะตอมของสารจือปน ดังนั้นโฮลจึงมีจำนวนมากกว่าอิเล็กตรอนอิสระที่มีอยู่ในเนื้อสาร และเราเรียกสารกึ่งตัวนำที่มีการได้ปแบบนี้ว่า สารกึ่งตัวนำชนิด P (P-Type Semiconductor) ในที่นี้ P มาจากคำว่า Positive ซึ่งหมายถึงโฮล

10. สารเอ็น (N) หมายถึงจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในเนื้อสารมีมากกว่าโฮล ค่าระดับพลังงานของอิเล็กตรอนอิสระเหล่านี้จะอยู่ใกล้เคียงกับระดับพลังงานแถบนำกระแสมากถ้าอิเล็กตรอนเหล่านี้ได้รับพลังงานเพียงเล็กน้อยก็จะนำไฟฟ้าทันที ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนนี้เรียกว่าระดับพลังงานผู้ให้ สารกึ่งตัวนำที่ได้เรียกว่า สารกึ่งตัวนำชนิด N (N-Type Semiconductor) ในกรณีนี้ N หมายถึง Negative หรือลบนั่นเอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้ค้นคว้าได้จัดแบ่งเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การสอนรายบุคคล
- 2.4 การสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

รหัส 21041013

ระดับชั้น ปวช.

ทฤษฎีรวม 1 คาบ

คำอธิบายรายวิชา

ชื่อวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1-3-2

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ปฏิบัติรวม 3 คาบ

ศึกษาโครงสร้าง และหลักการของทรานซิสเตอร์ เอส.ซี.อาร์. ไคแอก ไทแอก ยู.เจ.ที. เฟด ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง (Optocoupler) ชนิดต่างๆ วงจรการใช้งานพื้นฐานของอุปกรณ์ต่างๆ ข้างต้นพร้อมบล็อกลโคอะแกรม

ปฏิบัติการต่อวงจร และหาคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ เอส.ซี.อาร์. ไคแอก ไทแอก ยู.เจ.ที. เฟด มอสเฟส วงจรตัวเชื่อมต่อผ่านแสง (Optocoupler) ชนิดต่างๆ วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์ วงจรการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง และมีทักษะในการต่อวงจร หากคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการนำมาใช้งานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการสอนรายคาบวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

| หน่วยการสอนทฤษฎี | | |
|--|--------------------------|----------|
| รหัส 21041013 ชื่อวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร | | |
| หน่วยที่ | ชื่อหน่วย | จำนวนคาบ |
| 1. | ทรานซิสเตอร์ | 2 |
| 2. | เอสซีอาร์ | 2 |
| 3. | ไดแอค ไทแอค | 1 |
| 4. | ยูเจที | 1 |
| 5. | เฟด | 2 |
| | สอบกลางภาค | 1 |
| 6. | อปแอมป์ | 2 |
| 7. | อุปกรณ์ต่อเชื่อมผ่านแสง | 2 |
| 8. | การประยุกต์วงจรเบื้องต้น | 4 |
| | สอบปลายภาค | 1 |
| | รวม | 18 |

หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 1 ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

- 1.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์
- 1.2 การเกิดบริเวณปลดคาหะและโพเทนเชียลฮิลล์
- 1.3 การไหลของกระแสของทรานซิสเตอร์
- 1.4 รายละเอียดและข้อกำหนดในการใช้งาน

สาระสำคัญ

1. ทรานซิสเตอร์ประกอบด้วยชั้นสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือชนิด NPN กับ PNP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทรานซิสเตอร์ประกอบด้วย 2 รอยต่อ คือรอยต่อ B-E และรอยต่อ B-C รอยต่อของ B-E ต้องป้อนไบแอสไปหน้า และรอยต่อ B-C ต้องป้อนไบแอสย้อนกลับ

3. การนำทรานซิสเตอร์ไปใช้งานต้องพิจารณาจาก ค่าแรงดันเบรกควาน์ กระแส กำลัง และอุณหภูมิในการใช้งาน

จุดประสงค์การเรียนการสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและการนำทรานซิสเตอร์ไปใช้งาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาหน่วยนี้แล้วนักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. จำแนกชนิดของทรานซิสเตอร์ได้
2. อธิบายการป้อนไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ได้
3. คำนวณหาค่ากระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ได้
4. อธิบายข้อกำหนดการใช้งานของทรานซิสเตอร์ได้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง วิธีการเรียนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กับคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมที่ได้นำเนื้อหาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ และเครื่องคอมพิวเตอร์จะนำเอาบทเรียนที่ต้องเตรียมไว้แล้ว มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน (วีระ ไทยพานิช.2527:9)

ทักษิณา สวานานนท์ (2530:206) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผลนักเรียนแต่ละคน จะนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษ สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นบนจอ

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 187-19) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบด้วย เนื้อหาความรู้คำถาม และคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาย่อย ๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปของกรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อยในทุกขั้นของการเรียน จะมีคำถามเพื่อทดสอบเสริมผู้เรียนและมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับทันที เป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา สไลด์

ฟิล์มสตริป เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ นอกจากนี้อาจเป็นรูปแบบสื่อประสม ซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อสารการเรียนรู้ก็ได้

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้สอนกำหนดเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2.2.2 วิธีการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2528 : 52) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ศึกษาตามโปรแกรมที่กำหนดอาจเป็นการอธิบายเนื้อหาด้วยตัวอักษร หรือรูปภาพ แต่ละโปรแกรมมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่นมีการทดสอบทำแบบฝึกหัดควบคู่ไปจนจบบทเรียนบาง โปรแกรมมีเฉพาะเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรแบบทดสอบบาง โปรแกรมมีทั้งตัวอักษร รูปแบบและแบบฝึกหัด มีการตรวจให้คะแนน รายงานผลการตรวจว่าควรศึกษาต่อไปหรือศึกษา เรื่องเดิมอีก มีการเสริมสร้างและเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน

2.2.3 ชนิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่มีหลายรูปแบบ แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ (กิตานันท์ มลิทอง, 2536 : 187-191)

1. การฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ไม่มีการเล่นเนื้อหา ก่อน แต่จะเสนอคำถามและเฉลยคำตอบที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าทำให้ทราบคำตอบถูก หรือผิดอาจจะอธิบายให้นักเรียนทราบว่าถูกหรือผิดเพราะเหตุใดช่วย ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัดมากขึ้น
2. การสอนเนื้อหาใหม่ (Tutorial Instruction) โดยอาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนแบบนี้มีการตั้งคำถาม แบบถามตอบจำนวนมาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถให้สอนสิ่งใหม่ ในลักษณะบทเรียนโปรแกรม เป็นบทเรียนที่นิยมให้มากที่สุด รูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการตรวจคำตอบและมีการใช้ข้อมูลย้อนกลับถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนเนื้อหาในรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือ หรือการสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปตั้งคำถามเดิม
3. บทเรียนสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนที่สร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริง โดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับ ความจริงให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมาก ในสบบทเรียนโปรแกรมจะมีโปรแกรมสาธิตก่อนที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรม
4. บทเรียนเกมเพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการสอน เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากสามารถกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย สามารถใช้เกมในการสอนเพื่อเป็นสื่อที่จะให้ความรู้ได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผน ระบบกระบวนการ ทักษะ ทักษะ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บทเรียนจากการค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน สามารถเรียนรู้จาก ประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือ โดยวิธีการจัดระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่า จะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. บทเรียนการแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ฝึกการคิดการ ตัดสินใจโดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนจะต้องพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น บทเรียนการแก้ปัญหาได้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

6.1 ให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาบทเรียนและเขียน โปรแกรมสำหรับแก้ปัญหา

6.2 บทเรียนผู้สอนเขียนไว้แล้วให้ผู้เรียนแก้ปัญหา

7. การทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้ เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ลึกของผู้เรียนเท่านั้น แต่ช่วยให้ผู้สอนมี ความรู้ลึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือ คำถามบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเรียน หรือผู้ที่ได้รับ การทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุก และน่าสนใจกว่าพร้อมกันนั้นก็อาจจะสะท้อนถึงความสามารถของผู้ เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

2.2.4 เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial

ด้วยพัฒนาการของไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ทั้งในด้านความสามารถของเรื่องความเร็ว ความทรงจำ และการพัฒนาของภาษาทำให้ความคิดฝันของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ที่อยากจะ เห็นบทเรียนที่สร้างขึ้นน่าสนใจ คึงดูความสนใจผู้เรียนด้วยสี ภาพ เสียง และด้วยกราฟิกที่ไม่ซ้ำ อีกอาดเหมือนแต่ก่อนเป็นไปได้แล้ว

ขั้นตอนของการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบบทเรียน CAI เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวได้ดัดแปลงมาจากกระบวนการ เรียนการสอน 9 ขั้นของ "Gagne" คือ

1. ขั้นเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. ขั้นบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)
3. ขั้นทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. ขั้นการเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ขั้นชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. ขั้นกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)
7. ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ขั้นทดสอบความรู้ (Assess Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ขั้นการจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันขั้นตอนการสอน 9 ขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นตามลำดับที่เรียงไว้ และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีทั้ง 9 ข้อใครจะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นตอนการสอนอย่างขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอ และเนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ ด้วยการยึดถือขั้นการสอน 9 เป็นหลัก และขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำ ๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอีกอย่างหนึ่ง ที่ผู้ออกแบบโปรแกรม CAI ควรต้องคำนึงถึง (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 40)

2.2.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ จะต้องให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่เรียน ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และวิเคราะห์หลักสูตร (ไพโรจน์ ศรีฉัตรากุล. 2529 : 77-80) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและนักเรียนเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหา วิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด นักเรียนมีพื้นที่ความรู้มากน้อยเพียงใด ความพร้อมทางด้านอื่น ๆ ของนักเรียนมีอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำไปประกอบการสร้างบทเรียนโปรแกรม และใช้ในการวางแผนงานต่อไป
2. การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเอง การเขียนจะประสงค์ เชิงพฤติกรรมนั้นจะเขียนให้ถี่ถ้วนทุก ๆ จุดประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น
3. เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนมาเรียงลำดับ และมีการกำหนดคำถามนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป
4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดทำไว้มาประกอบการวิเคราะห์ เพื่อจัดเรียงเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยการจัดเรียงเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวข้อเรื่องต่าง ๆ
5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนเฉพาะรายบุคคลที่ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยในแต่ละหน่วยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสับสนและนักเรียนสามารถติดตามเนื้อหาตอนต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ข้อความเหล่านี้จะต้องให้กะทัดรัด ง่ายต่อการเข้าใจข้อความในแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบ โดยที่ในแต่ละหน่วยย่อย หรือแต่ละมโนภาพต้องประกอบด้วยกรอบหรือข้อความต่าง ๆ 4 ชนิด คือ

1) กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

2) กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่เตรียมไว้ให้นักเรียนได้ฝึกหัดหลังจากที่ได้รับข้อมูล

3) กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal frame) เป็นกรอบทดสอบโดยนักเรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

7. เข้ามหัสดตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เมื่อเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องบรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring System ผู้สร้างไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมนั้น ได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้แล้ว

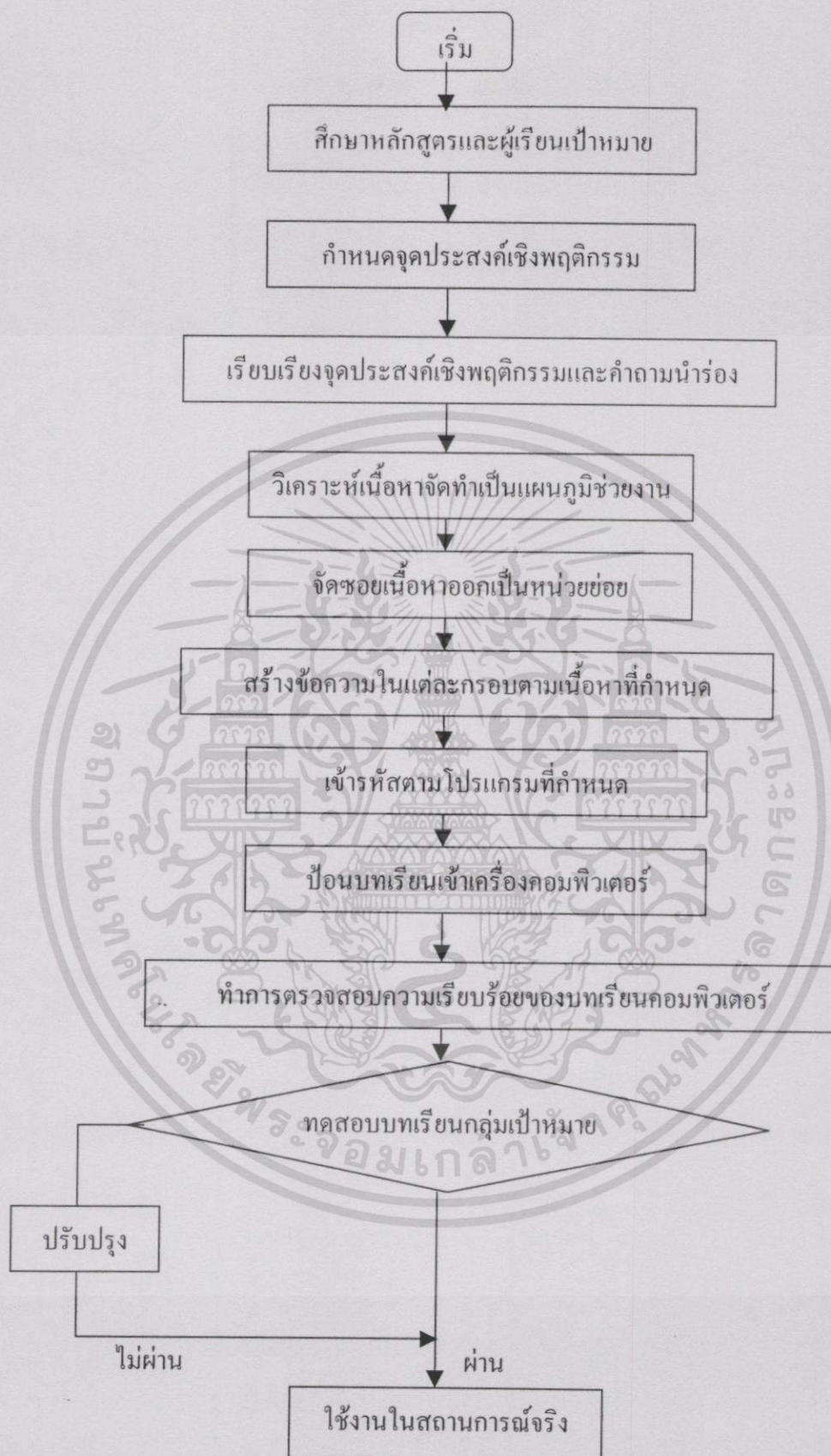
8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

9. การตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่มีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว จะตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานในโปรแกรมและแก้ไขต่อไป

10. ทำการทดสอบบทเรียนเมื่อเสร็จแล้ว โดยนำบทเรียนไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพและปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

11. ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีการแก้ไขแล้ว ก็สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียน เมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้ว จะต้องมีการติดตามเพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องและนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขสามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 1 (ไพโรจน์ ตรีธนากุล. 2529: 77-80)



ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาวิจัยและช่วยสรุปผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทราบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอนดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2535 : 187-191)

1. ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้น มีการนำเสนอบทเรียนด้วยเสียง และการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้เกิดความอยากเรียนรู้
2. ช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนโดยคำนึงถึงหลักการของความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอน ทีละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะรับเนื้อหาที่ละเอียดจนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน
4. ประหยัดเวลาในการเรียนการสอนเนื่องจากการเรียนแบบศึกษารายบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดและประเมินผลไปพร้อมกันและสามารถช่วยผู้เรียน โดยการจัดโปรแกรมเสริม
5. คอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอสิ่งที่สื่ออื่นทำไม่ได้ เช่น การตัดสินใจเสนอเนื้อหาใหม่หรือการตัดสินใจในการเรียนซ้ำเนื้อหาเดิมได้
6. คอมพิวเตอร์สามารถตอบมโนคติในบางเรื่องที่น่าสนใจทำให้เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น เพราะมโนคติ บางอย่างเข้าใจยากจากผู้สอนหรือจากตำรา

2.2.7 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์

ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลาย ๆ ด้าน การนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลาย ๆ ด้าน การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ เพราะคอมพิวเตอร์เป็นเพียงสื่อส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เท่านั้นการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านเนื้อหา ยุทธวิธีการสอนและเทคนิคการเขียน โปรแกรมการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ (ยุทธศักดิ์ จันณรงค์. 2534 : 36)

2.3 การสอนรายบุคคล

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการสอนที่จะให้ผลดีที่สุดคือ การสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน บทบาทของครูจะเปลี่ยนจาก "ผู้สอน" มาเป็น "ผู้แนะแนวทาง" คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีปัญหา จัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียน รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รู้จักพัฒนาความคิดเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจและความ

ต้องการของผู้เรียนเอง (ชัยขงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 6) การสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง วิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้คือ การสอนตามเอกัตบุคคล หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสอนรายบุคคล (Individualized Instruction)

2.3.1 ความหมายของการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคลหมายถึง วิธีการเรียนการสอนเนื้อหาที่กำหนดให้ โดยจัดให้องค์ประกอบต่างๆของการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กันและสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างมีระเบียบ จัดให้มีการวินิจฉัย (Diagnosis) ความสามารถ ความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประโยชน์ในการกำหนด (Prescription) วิธีการเรียนและวัสดุการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนนั้น โดยมุ่งให้ผู้เรียนทุกคน บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527:71-74)

การสอนรายบุคคล หมายถึงการเรียนการสอนที่เน้นถึงความแตกต่างของผู้เรียนโดยเฉพาะในเรื่องของทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจ แรงจูงใจ วินัยในตนเอง จุดมุ่งหมาย ความสามารถในการแก้ปัญหา และการคาดการณ์ของผู้เรียน โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ ที่ปรึกษา และเป็นผู้กำหนดแหล่งการเรียนรู้ กิจกรรม การประเมินผล และการรายงานผลการเรียนของผู้เรียน (Dunn and Dunn, 1977 อ้างใน กิดานันท์ มลิทอง. 2536:187-191)

Gange and Briggys (1979 : 122) ได้กล่าวถึงการสอนรายบุคคลว่า เป็นการสอนที่จัดขึ้นเพื่อเป็นหนทางให้การเรียนการสอน สนองจุดมุ่งหมายตามความต้องการและบุคลิกภาพของผู้เรียนแต่ละคนซึ่งการสอนแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 5 ประการคือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะที่มีอยู่ก่อนของผู้เรียน
2. เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคน ในการจัดลำดับการเรียน
3. เพื่อช่วยในการจัดวัสดุและสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียน
4. เพื่อช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องรอกันระหว่างผู้เรียนในกลุ่ม
5. เพื่อสะดวกในการประเมินผล ได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ และเพื่อเป็นการส่งเสริมความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน

กล่าวโดยสรุปการจัดการสอนรายบุคคล เป็นการศึกษาที่จัดขึ้นโดยปรับโปรแกรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน ผู้เรียนดำเนินการตามที่โปรแกรมการเรียนการสอนกำหนดให้โดยเฉพาะครูหรือผู้ผลิต โปรแกรมการสอนรายบุคคลจะต้องมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527 : 71)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
2. ออกแบบการสอนอย่างจงใจให้เป็นการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. วินิจฉัยความต้องการและความสามารถของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ออกแบบสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์การศึกษาที่เหมาะสม
5. กำหนดวิธีการเรียนและวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสม
6. การควบคุมสภาวะการเรียนรู้เพิ่มเติมที่

การจัดเตรียมทรัพยากรและประสบการณ์การเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ เพื่อที่จะเรียนให้ดีที่สุดตามความสามารถของคณนั้น เป็นจุดมุ่งหมายอย่างหนึ่งในการจัดการสอนรายบุคคลการที่จะสำเร็จตามจุดมุ่งหมายได้นั้นต้องอาศัยการจัดการระบบการจัดการและการวางแผนการสอนที่ดี วิธีการหนึ่งที่จะตอบสนองในเรื่องความสามารถ และความแตกต่างระหว่างบุคคลคือการใช้บทเรียนโปรแกรม บทเรียนโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากการนำหลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาการเรียนมาใช้ในการออกแบบ โดยอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการวางเงื่อนไขเชิงปฏิบัติ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการที่ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลย้อนกลับโดยทันทีและผู้เรียนได้เรียนไปที่ละขั้นตอน อย่างเหมาะสมตามความต้องการ และความสามารถของตน (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191)

2.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะสร้างบทเรียน โดยประมุขตกลงในรายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้สอนแล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ (กรรชิต มาลัยวงศ์. 2528 : 13)

1. วิเคราะห์ความจำเป็นในการสร้างบทเรียน เป้าหมายของบทเรียนและวิธีสอนที่จะบรรลุถึงเป้าหมายนั้น
2. ออกแบบบทเรียน โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ว่าจะต้องมีอะไรบ้างจึงจะบรรลุเป้าหมายของวิชาที่วางเอาไว้ งานส่วนนี้เป็นงานที่ต้องแยกทำเป็น 2 ส่วน คือการกำหนดกิจกรรมโดยสังเขปก่อนแล้วจึงแบ่งซอยเป็นกิจกรรมย่อย
3. การพัฒนาบทเรียนเป็นการสร้างบทเรียนเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์
4. ประเมินผลการเรียน ในช่วงแรกหลังจากพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ก็เป็นการทดสอบเรียนโดยใช้กลุ่มนักเรียนทดสอบ เพื่อการใช้งานหรือการเรียนของนักเรียนว่าบทเรียนที่ใช้งานได้ดีและบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากใช้งานได้ไม่ดีหรือมีที่คิดอื่นๆ ก็จะได้แก้ไขคัดแปลงให้เหมาะสมต่อไปอีกช่วงหนึ่ง คือหลังจากนำบทเรียนไปสอนหรือใช้งานแล้ว บทเรียนนั้นอาจต้องแก้ไขเพิ่มเติมใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำบทเรียนไปใช้งานจริง ระหว่างการใช้งานนั้น ครูอาจสรุปได้แน่นอนอีกครั้งหรือหลายครั้งว่าบทเรียนที่จัดสร้างขึ้นนั้นสมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้ายังก็อาจมีการปรับปรุงได้อีก

พิทักษ์ สิริรัตน (2531 : 38-41) กล่าวว่า ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าสามารถแบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุเหตุผลว่าเหตุใดจึงเลือกเนื้อหาวิชานั้น และทำไมจึงใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่ดีคาดหวังจากผู้เรียนทั้งก่อนและหลังจากการใช้โปรแกรมช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวและทราบจุดมุ่งหมายในการใช้โปรแกรมช่วยสอน
3. ลำดับขั้นตอนการทำงาน เป็นการกำหนดรูปแบบการทำงาน ของโปรแกรมช่วยสอน เพื่อบอกลักษณะและลำดับการทำงานของโปรแกรม ให้ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะสามารถจัดอุปกรณ์และสภาพการทำงานในการใช้โปรแกรม
4. สร้างโปรแกรม เป็นการแปลต้นฉบับที่อยู่บนกระดาษ ให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง
5. ทดสอบการทำงาน คือการนำโปรแกรมที่สร้างมาทดสอบ การทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องเพื่อนำข้อมูลต่างๆ มาปรับปรุงแก้ต้นฉบับและตั้งโปรแกรม
6. ปรับปรุงแก้ไข เมื่อทราบข้อบกพร่องแล้วก็จะปรับปรุงซ้ำแล้วซ้ำอีก จนเป็นที่น่าพอใจของผู้ออกแบบ คือนักการศึกษาจึงจะนำไปใช้งาน
7. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน คือการนำโปรแกรมช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน โดยการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์
8. ประเมินผล เพื่อสรุปว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้น สมควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 1,2 และ 3 เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอน จัดเป็นงานของนักการศึกษา หรือนักวิชาการที่มีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนตลอดจนหลักจิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎีการศึกษา วิธีการสอนและวัดประเมินผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4,5 และ 6 เป็นการสร้างทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยสอน เป็นงานของผู้เชี่ยวชาญการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน

ขั้นตอนที่ 7 และ 8 เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นการประสานงานระหว่างนักศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 8 เป็นการประเมินผลขั้นสุดท้ายที่จะตัดสินใจว่าโปรแกรมช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดังที่กล่าวแล้วว่าการคิดสร้าง CAI เราจะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 221)

เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชากำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาที่จะต้องช่วยแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของโปรแกรมบทเรียน กล่าวคือแบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีสารสนเทศที่ถูกรอบตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้น เพื่อที่ว่าทำไมจึงผิด (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 222)

การทำ CAI นั้นควรจะทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ โดยนำรายละเอียดเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนมารวมไว้ด้วย (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 223) ดังนี้



ภาพที่ 2.2 แสดงโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจากจะพิจารณาวิธีการทำว่าควรทำให้มีลักษณะใดแล้วควรมีการพิจารณาเรื่องอื่นประกอบด้วย (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 223) ดังนี้

1. เลือกคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่นขนาดของหน่วยความจำ ว่าใหญ่พอที่จะใช้กับ CAIที่กำลังจะทำหรือไม่ หากต้องการทำกราฟมีภาพ และใช้เพลงประกอบคอมพิวเตอร์ทำได้หรือไม่ จอภาพต้องการเป็นสีหรือไม่! ถ้าเป็นสีจะทำให้ภาพต่างๆ เด่นชัดและมีชีวิตชีวขึ้น อักษรที่แสดงบนจอเป็นกึ่งบรรทัด ต้องการภาษาไทยด้วยหรือไม่ มีการแสดงผลลัพท์ในกระดานหรือไม่ ความเร็วในการแสดงผลต้องการให้เร็วเพียงใด หน่วยความจำสำรองเป็นชนิดใดราคาถูกหรือแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ซอฟต์แวร์ที่จะทำเป็นภาษาอะไร ใช้ได้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีหรือไม่ มีลักษณะของ CAI ที่ดีครบถ้วนหรือเปล่า และหากจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

- 2.1 มีเอกสารประกอบดีพอไหม
- 2.2 ราคาควรเป็นราคาซื้อหรือเช่า
- 2.3 มีค่าบำรุงรักษาหรือไม่
- 2.4 ข้อจำกัดในการใช้มีอะไรบ้าง

3. ถ้าจะลงมือทำโปรแกรมเอง ควรวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาแต่ละรายวิชาให้ดีก่อน โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 แบ่งเนื้อหาทั้งหมดของวิชาที่จะเรียนเป็นขั้นตอนให้ดี ศึกษาถึงวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชานั้นๆ

3.2 กำหนดขั้นตอนเรียบร้อยแล้วจัดแบ่งเป็นหัวข้อ แสดงเป้าหมายของการเรียนหัวข้อนั้นๆ โดยชัดเจน

3.3 ถ้าหัวข้อนั้นกว้างเกินไป แบ่งซอยเป็นหัวข้อต่างๆ เพราะบทเรียนแต่ละบทไม่ควรยาวเกินไปนัก ศึกษาวิธีการในการทำโปรแกรมบทเรียนให้ละเอียดเสียก่อน

3.4 การกำหนดรูปแบบการพัฒนาแต่ละหัวข้อว่าจะทำการสอนในรูปแบบใด แก้ปัญหาหรือเสนอเรื่องให้อ่านแล้วตอบคำถาม หรือสร้างภาพจำลองให้แก้ไข

3.5 การออกแบบ CAI ควรให้ผู้เรียนเลือกคำถามด้วยวิธีการสุ่ม จำนวนคำถามควรมีมากๆ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้ตอบคำถามนี้ด้วยโดยไม่ซ้ำกัน นอกจากนั้นต้องไม่ลืมให้คำตอบที่ถูกไว้ และให้คอมพิวเตอร์ตรวจและรวมคำตอบไว้เลย วางหลักให้มีการอธิบายข้อผิดพลาดหรือวิเคราะห์คำตอบที่ผิดให้ได้ ว่าทำไมผู้เรียนจึงตอบผิดเพื่อเป็นแนวที่จะเข้าใจผู้เรียน และนำข้อผิดพลาดไปแก้ไข

3.6 เขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เลือกภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับเครื่อง

3.7 หลังจากทำเสร็จแล้ว ต้องนำไปให้ผู้เรียนทดลองเก็บข้อมูลมาเป็นแนวที่จะใช้แก้ไข

3.8 เสร็จแล้วต้องเขียนคู่มือ วิธีใช้ให้ชัดเจนเพื่อคนรุ่นหลังมาใช้จะได้ไม่เกิดปัญหา

2.5 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

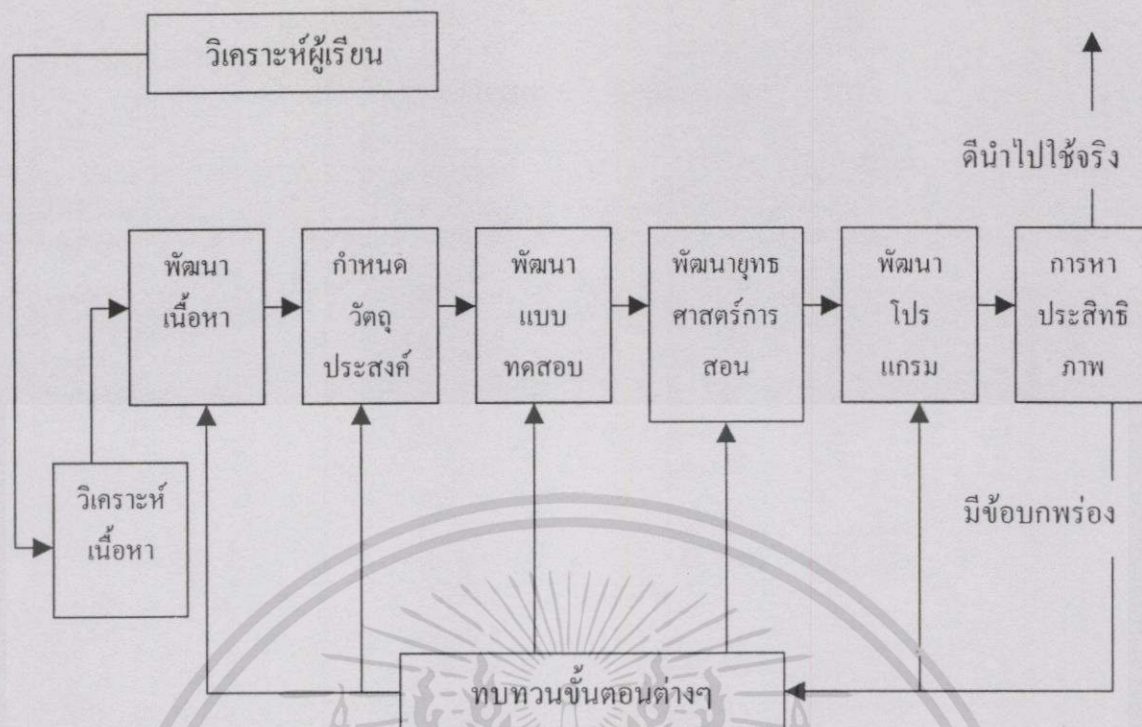
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีการให้ความสนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 เนื่องจากพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อันทันสมัย ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกลงมาก มีการพัฒนาวิธีการใช้ให้งานขึ้น ขนาดเล็ก สามารถที่เคลื่อนย้ายได้สะดวกทำให้คนเริ่มตื่นตัว และคิดหาความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กันแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในโรงเรียนมากขึ้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาจนกลายเป็นวิชาบังคับในการศึกษาระดับอุดมศึกษา เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักในทุกสถาบัน จึงมีความคิดในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ในลักษณะที่เป็นผู้ช่วยสอนแทนครู และการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้รูปแบบที่ดีมีประโยชน์สูงสุดก็เริ่มขึ้น (ทักษิณาสวนานนท์. 2530 : 225)

การออกแบบการเรียนการสอนโดยการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นของการวิเคราะห์และสังเคราะห์ขบวนการอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนเข้าใจและตระหนักถึงสภาพของผู้เรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวทางในการถ่ายทอดบทเรียน และการวัดประเมินผลการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิษฐ์. 2530 : 75)

1. ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจ และรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ ของผู้เรียนด้วย
2. ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน พิจารณาว่าบทเรียนที่นำมานั้น มีความเหมาะสมกับสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ นอกจากนี้ควรพิจารณาพิสัยของการเรียนรู้ด้วยว่าควรจะเน้นในด้านใดบ้าง ด้านความรู้ความจำ ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น
3. ขั้นพัฒนาเนื้อหาบทเรียน เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์ได้มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนมาน้อยตามความเหมาะสม สำหรับมัธยมศึกษาประมาณ 1-2 คาบ (คาบละ 50 นาที) จากนั้นนำมาแยกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่าๆ กันควรจะตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุดและกำหนดแนวคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอน ในหัวข้อหนึ่งควรมีหนึ่งความคิดรวบยอด
4. ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ครอบคลุมของการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน
5. ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วจึงคิดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้ แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีด้วยกัน 4 ชนิด

1. แบบทดสอบความรู้เดิม (Entry-Behaviors test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าเรียน หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมจะต้องมีการซ่อมเสริม ให้ผู้เรียนก่อนจนเกิดความพร้อม
2. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่งๆ
3. แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self-test) เป็นแบบทดสอบขณะที่ยังเรียน แต่ละหัวเรื่องหรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องต่อไป
4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่เป็นคู่ขนานของแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่
6. ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน เลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เหมาะสมซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง
7. ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเอาบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ
 - 7.1 เขียนด้วยภาษาเครื่อง หรือภาษาชั้นสูงภาษาใดภาษาหนึ่งโดยตรง
 - 7.2 เขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)
8. ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และหาประสิทธิภาพของบทเรียน จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงไว้ในภาพที่ 2.3 (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530 : 75-90)



ภาพที่ 2.3 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try-out) ตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาราช. 2527 : 141; เสาวณีย์ สิกขามณฑิต. 2528 : 56)

2.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้น มีคุณภาพที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะนำเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิ

ภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การที่กำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด นั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70 , 75/75 (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527 : 152)

2.6.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็น ประสิทธิภาพของขบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ และ คณะ. 2521 : 73)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 = แทนประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบ คำถามในทุกกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

E_2 = แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ ถูกต้อง

$\sum X$ = แทนคะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบฝึกหัด

$\sum F$ = แทนคะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

N = แทนจำนวนนักเรียน

A = แทนคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.6.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป ทดลองหาประสิทธิภาพ 2 ขั้นตอน

1. ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลอง กับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อจะดูว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. ทดลองแบบภาคสนาม นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็ก และ ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้ง 20 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพและค่าดัชนี

ประสิทธิผลเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และงานวิจัยจากต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ศุภสมบุรณ์ อีรัตน์นกร (2531 : 35) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้เมตริกซ์แก้สมการเชิงเส้น และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สอบผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการทดสอบผลการเรียนคณิตศาสตร์พบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน สูงตามเกณฑ์ร้อยละ 60 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความรู้ลึก และเจตคติที่ดีต่อการเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นิพนธ์ สุขปรีดี (2531 : 28) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนระบบปกติ กับกลุ่มที่คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนและศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนส่วนใหญ่พอใจการเรียนด้วยตนเองอย่างมีอิสระด้วยระบบคอมพิวเตอร์

บุพดี เฉลวักดิ์ศรี (2536 : 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการจำวิชาจิตตอล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับ แบบอธิบายคำตอบ และแบบไม่อธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2536 จำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับนั้นไม่จะมีการอธิบายคำตอบหรือไม่อธิบายคำตอบก็ตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันแต่พบว่าเวลาเฉลี่ยในการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันโดยกลุ่มที่ทดลองจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายคำตอบใช้เวลาเฉลี่ยในการทดลอง 2 คาบกับ 37 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มทดลองจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่อธิบายคำตอบที่ใช้เวลาในการทดลองเฉลี่ย 3 คาบกับ 23 นาที และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มที่อธิบายคำตอบสูงกว่าแบบไม่อธิบายคำตอบ

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ (2530 : 57) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์และศึกษาเจตคติต่อการเรียนซ่อมเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียน โปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 60 คน โดยกลุ่มแรกเรียนซ่อมเสริมโดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียน โปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มที่ 2 ให้เรียนจากการซ่อมเสริมปกติที่โรงเรียนจัดสอนให้

ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนเพิ่มเติมจากบทเรียน โปรแกรม ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนซ่อมเสริมปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียน โปรแกรม ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่เจคติที่ดีต่อการเรียนซ่อมเสริม

อาทิตย์ จิรวังผล (2538 : 36) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ แล้วนำไปใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรพุทธศักราช 2530 แล้วหาประสิทธิภาพของขบวนการร้อยละ 93.91 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.46 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ณรงค์ คำใหม่ (2538 : 47) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่สำหรับนำไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของขบวนการร้อยละ 85.33 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.83 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนอย่างมีประสิทธิภาพ

Oden (1982 : 335-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่าการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Cordell (1989 : 1223-A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้ และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

Mc Cuiston (1990 : 144-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาพคงที่และภาพเคลื่อนไหว ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A & M ผลการวิจัยพบว่าความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่ และ 25% ของกลุ่มตัวอย่างชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก

Whattananarong (1991 : 1300-A) ได้ศึกษาความชอบสื่อบนจอคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาไทยและนักศึกษามาเมริกัน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ละ 100 คน ผลปรากฏว่าความชอบของนักศึกษาไทยและนักศึกษามาเมริกันไม่แตกต่างกัน แต่นักศึกษามาเมริกันช่วงอายุ 18-27 ปี มีความชอบแตกต่างกับนักศึกษามาเมริกันช่วงอายุ 25-35 ปี นักศึกษามาเมริกันช่วงอายุ 35 ปี มีความชอบที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น เช่นเดียวกันกับนักศึกษาไทยทุกช่วงอายุมีความชอบที่ไม่แตกต่างกัน และความชอบที่เหมือนกันคือ ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน สีเหลือง และสีเขียวบนพื้นสีดำ และตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง การนำเสนอข้อความบนจอคอมพิวเตอร์ควรใช้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน

Woerner (1980 : 1455-A) ได้ทำการศึกษาใช้คอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัย และปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียน ในการเรียนเรื่องเศษส่วน การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยในการวินิจฉัยและซ่อมเสริมข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา นอกจากนี้ยังมุ่งศึกษาถึงการพัฒนากระบวนการวินิจฉัยโดยคอมพิวเตอร์

จากเอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอนอย่างมากมาย ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง ทีละขั้นตอนจนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน อีกทั้งช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้ และมีประโยชน์ต่อครูในด้านการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยลดเวลาที่ครูต้องสอน ทำให้ภาระในการสอนของครูลดลง และจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่างๆ กันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ไม่ว่าจะเป็นในด้านของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับ หรือเจคลิกที่ดีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน และถ้าหากครูผู้สอนมีความรู้ทางด้านเนื้อหาวิชาที่สอนแล้ว ก็จะสามารถเลือกใส่เนื้อหาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน ผู้ค้นคว้าจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรเรื่องทรานซิสเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาด้านผู้เรียนไม่สนใจบทเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา และปัญหาด้านสื่อไม่เพียงพอให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์และพัฒนาบทเรียนให้มีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนที่กำลังเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬจำนวน 80 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาจาก การสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายโดยการจับสลาก จำนวน 60 คน ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีสอนปกติจำนวน 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 แบบประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรานซิสเตอร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา ผลงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องและเอกสารต่างๆ ประกอบและเลือกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Tutorial Program) เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาสร้างนั้น เป็นวิชาทฤษฎี ที่ต้องการเน้นให้ความรู้และความเข้าใจกับ ผู้เรียน

3.2.1.2 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2528 ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 มีหน่วยการเรียนรู้ 8 หน่วย ใช้เวลาเรียน 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 คาบ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในหน่วยที่ 1 คือเรื่อง ทรานซิสเตอร์ มาจัดทำ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุม เนื้อหา

3.2.1.4 รวบรวมเนื้อหาที่จะทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำมาวิเคราะห์ แยก เป็นหน่วยย่อยและจัดลำดับออกเป็นข้อๆ ดังนี้คือ

1. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์
2. การเกิดบริเวณปลอดภาวะและโพเทนเชียลลิสที่รอยต่อ B-E และ B-C
3. การไหลของกระแสในทรานซิสเตอร์
4. รายละเอียดและข้อกำหนดในการใช้งาน

แล้วนำเนื้อหาไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ

3.2.1.5 สร้าง Script บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.6 เสนอ Script ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม Authorware และเสนอ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและ แก้ไขปรับปรุง

3.2.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้กับเด็กที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเรียนเก่ง ครั้งที่ 2 ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม 6 คน (ผู้เรียนเก่งกับอ่อน) และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (หลังจากสิ้นสุดการทดลองแต่ละครั้งแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ)

3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงครั้งสุดท้าย ไปทดสอบใช้จริงกับนักเรียนแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬจำนวน 20 คน ที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนเรื่อง ทรานซิสเตอร์

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือแบบประเมินสื่อทางด้านเนื้อหา และแบบประเมินสื่อทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.2.1 กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วทำการออกแบบโดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับคือ

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

3.2.2.2 นำแบบประเมิน ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.3 นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมิน

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้หาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนชุดเดียวกันแต่สลับข้อ โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและหลักสูตร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.2.3.1 ศึกษาหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2528

3.2.3.2 สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ

3.2.3.3 เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง

3.2.3.4 นำข้อสอบที่สร้างเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ที่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ทรานซิสเตอร์ จำนวน 30 คน

3.2.3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล นำไปวิเคราะห์หาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.6 นำไปทดสอบกับนักเรียน แผนกช่างไฟฟ้ากำลังที่เคยผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง ทรานซิสเตอร์ จำนวน 30 คน เก็บข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของ KR20 (Kuder Richardson 20) ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1 (รายละเอียดดูตารางที่ ๓.2 ภาคผนวก ๓ หน้า 93 – 94)

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| จำนวนข้อสอบ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) |
|-------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
| 30 ข้อ | .30 - .80 | .20 - .80 | 0.87 |

จากตารางที่ 3.1 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่จะใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนจากการสอนปกติ ผลการทดลองพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .30 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ KR20 (Kuder Richardson 20) เท่ากับ 0.87 ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.3.7 ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ที่ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งจะไปทดสอบจริง

3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย

3.3.2 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากการสอนปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยดำเนินการดังนี้

3.3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการสอนปกติ จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนโดยการสอนปกติ

3.3.2.1.2 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียน ตามลำดับขั้นตอนตามวิธี

การสอนของครูผู้สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1.3 เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3.3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.2.2.2 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม การเรียนการสอนด้วยตนเอง ตามลำดับขั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.2.2.3 เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนจบบทเรียน

3.3.3 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t-test)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนจากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนจากการเรียนปกติโดยใช้สูตร t -test ชนิด Pooled Variance

3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

3.5.1.1 สถิติที่ใช้หาความยากง่าย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือความยากง่าย

R คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์ความยากง่าย หรือกำหนดค่า $P = .20 - .80$

3.5.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ D คืออำนาจในการจำแนก

R_U คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

N คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

กำหนดเกณฑ์อำนาจในการจำแนก หรือกำหนดค่า $D = .20$ ขึ้นไป

3.5.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น KR20 ของ Kuder Richardson

(ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} คือความเชื่อมั่น

n คือจำนวนข้อสอบ

p คือสัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก/จำนวนคนทำทั้ง

หมด

q คือสัดส่วนที่คนตอบผิดในแต่ละข้อ (1-q)

S^2 คือความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยงค์ พรหม

วงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของขบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนได้ถูกต้อง

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน บทเรียนนั้นได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$ = คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.3 สถิติพื้นฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211-215)

3.5.3.1 การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

3.5.3.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

3.5.4 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t-test ชนิด Pooled Variance (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211-215)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ \bar{X}_1 = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนปกติ)

\bar{X}_2 = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน)

S_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

n_1 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมถึงเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนปกติในรายวิชา อุปรกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่อง ทรานซิสเตอร์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.2) วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ เพื่อที่จะหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำไปทดลองกับนักศึกษาอีกกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ โดยการในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ดังรายละเอียดการนำเสนอผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ
- 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่อง ทรานซิสเตอร์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.2) วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 เพื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีผลการทดลองดังนี้

4.1.1 ผลการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักเรียนของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จำนวน 3 คน (คือ เก่ง , ปานกลาง , อ่อน) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบหนึ่ง
ต่อหนึ่ง

| รายการ | คะแนนระหว่างเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|---------------|-------------------|----------------|
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 |
| คะแนนเฉลี่ย | 19.00 | 23.00 |
| คิดเป็นร้อยละ | 63.33 | 76.66 |
| ประสิทธิภาพ | $E_1 = 63.33$ | $E_2 = 76.66$ |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนที่เกิดจากการทดลองระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.00 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 63.33 และคะแนนที่เกิดจากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.00 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 76.66 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลอง มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายละเอียดคือ

1. ปรับเปลี่ยนรูปแบบและขนาดของตัวอักษร
2. ตัดคำบรรยายที่ไม่สำคัญมากออกเป็นบางส่วน
3. เปลี่ยนสีของตัวอักษร

4.1.2 ผลการทดลองแบบกลุ่มเล็ก

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก กับนักเรียนของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จำนวน 10 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบ
กลุ่มเล็ก

| รายการ | คะแนนระหว่างเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|---------------|-------------------|----------------|
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 |
| คะแนนเฉลี่ย | 21.60 | 23.80 |
| คิดเป็นร้อยละ | 72.00 | 79.00 |
| ประสิทธิภาพ | $E_1 = 72.00$ | $E_2 = 79.00$ |

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนที่เกิดจากการทดสอบ ระหว่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.6 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 72.00 คะแนน และคะแนนที่เกิดจากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.80 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 79.33 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลอง มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายละเอียดดังนี้คือ

1. ปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอ โดยการนำเอาเทคนิคการควบคุมด้วยเวลา มาใช้ร่วมกับการควบคุมผู้เรียน
2. คำบรรยายในเนื้อหา ให้กระชับรัดกุม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสื่อได้
3. สื่อให้คัดรูปแบบของ Transition ออกเป็นบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับการนำเสนอ

4.1.3 ผลการทดลองแบบภาคสนาม

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบภาคสนาม กับนักเรียนของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จำนวน 20 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทดลองแบบภาคสนาม

| รายการ | คะแนนระหว่างเรียน | คะแนนหลังเรียน |
|---------------|-------------------|----------------|
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 |
| คะแนนเฉลี่ย | 24.30 | 25.00 |
| คิดเป็นร้อยละ | 81.00 | 83.00 |
| ประสิทธิภาพ | $E_1 = 81.00$ | $E_2 = 83.33$ |

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคะแนนที่เกิดจากการทดสอบระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.30 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.00 และคะแนนที่เกิดจากการทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ดังนั้นแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ $E_1/E_2 : 80/80$

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ การสอนปกติดังแสดงในตารางที่ 4.4 (รายละเอียดคะแนนดูในภาคผนวก ฉ ตารางที่ ฉ.8 และ 6.9 หน้าที่ 99-100)

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ

| จำนวนผู้ทำข้อสอบ (20 คน) | คะแนนระหว่างเรียน | ค่าเฉลี่ย | คะแนนหลังเรียน | ค่าเฉลี่ย | ค่า t-test |
|--------------------------|-------------------|-----------|----------------|-----------|------------|
| สอนด้วยคอมพิวเตอร์ | 493 | 24.65 | 503 | 25.15 | .3067 |
| สอนด้วยวิธีปกติ | 483 | 24.15 | 506 | 25.30 | |

จากตารางที่ 4.4 เป็นผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ โดยใช้สูตร t-test ซึ่งค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.3067 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t ในตารางคู่มือ ซึ่ง t ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีค่าเท่ากับ 2.09 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95%

4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

การหาคุณภาพทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากการประเมินค่าเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการประเมินค่าเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ได้ค่าประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 แสดงว่าสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเนื้อหา เรื่อง ทรานซิสเตอร์ มีการนำเสนอทางด้านเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (รายละเอียดดูในภาคผนวก ฉ ตารางที่ ฉ.3 หน้าที่ 95)

2. ผลการประเมินค่าเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 2 ท่าน ได้ค่าประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 แสดงว่าสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เรื่อง ทรานซิสเตอร์ มีการนำเสนอเทคนิคทางด้านการผลิตสื่ออยู่ในเกณฑ์ดีมาก (รายละเอียดดูในภาคผนวก ฉ ตารางที่ ฉ.4 หน้าที่ 96)

สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และอภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่องทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยรายละเอียดดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย
- 5.2 สมมุติฐานการวิจัย
- 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.4 สรุปผลการวิจัย
- 5.5 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- 5.7 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่องทรานซิสเตอร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนปกติ

5.2 สมมุติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับเรียนด้วยวิธีสอนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลังของวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ จำนวน 80 คน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่ายโดยการจับสลาก จำนวน 60 คน ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพ จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีสอนปกติ จำนวน 20 คน

5.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .30 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR20 (Kuder Richardson20) เท่ากับ 0.87

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหา (Tutorial Instruction) โดยมีโครงสร้างของโปรแกรม 312 กรอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 81.00/83.33

5.4 สรุปผลการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการหาประสิทธิภาพและผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังนี้

5.4.1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นสื่อการเรียนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่องทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยมีโครงสร้างของโปรแกรม 312 กรอบ และการทดลองภาคสนามได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.00/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

5.4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนปกติ ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่องทรานซิสเตอร์ โดยใช้สูตรทางสถิติคือ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เมื่อคำนวณจะได้ค่า $t = 0.306$ ซึ่งเป็นค่าน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง ซึ่งค่าที่เปิดจากตารางจะได้เท่ากับ 2.09 จึงหมายความว่า วิธีการเรียนทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันด้วยความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 โดยดูจากผลการทดลองภาคสนามกับนักเรียน จำนวน 20 คน พบว่าได้ประสิทธิภาพของขบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ มีค่าเท่ากับ 81.00/83.33 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเป็นเพราะว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้น มีการเตรียมการและออกแบบ พร้อมทั้งได้พิจารณาเนื้อหาอย่างเหมาะสม ก่อนที่จะนำไปทดลองทำการเรียนการสอนกับนักเรียน ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี และเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน ในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะเช่น การแสดงความคิดเห็น การได้ตอบกับเครื่องทำได้ กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย และมีส่วนร่วมในการคิดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการเรียนการสอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 40) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลย้อนกลับโดยทันที และให้ผู้เรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความต้องการ และสามารถของตน (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191) ดังนั้นจึงทำให้เกิดคุณภาพแก่ผู้เรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ พบว่าค่า t -test ที่คำนวณได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิธีการเรียนทั้ง 2 วิธีได้ค่า t -test เท่ากับ 0.306 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการเปิดตารางโดยมีค่าเท่ากับ 2.093 ดังนั้นการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรกับการสอนปกติจึงไม่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยที่ผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้ในเนื้อหาจากวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือการสอนปกติ จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหานั้นๆ โดยดูได้จากผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีค่าสูงกว่าโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงใจ ศรีรัชชัชย (2535 : 67) ที่ทำการวิจัยหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทำการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการทดลองพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ กุล อักษรนุ (2543 : 44) ที่ทำการวิจัยหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง โลจิก ไดอะแกรม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. ม.6 ปกติ) จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบท

เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนปกติ ซึ่งการเรียนทั้งสองวิธีนี้ไม่แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรเรื่องทรานซิสเตอร์ ของนักเรียนวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย ที่พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน โดยทั้งนี้ก็มีผลมาจาก

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีการเตรียมการและออกแบบ โดยพิจารณาเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน มีการจัดเรียงลำดับเป็นกรอบย่อยๆ ต่อเนื่องกันไป เริ่มจากง่ายไปหายาก

2. ขณะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีการทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนงานวิจัยที่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือมีการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งทำให้ผู้วิจัยได้เห็นข้อดีและข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และขั้นตอนที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขทั้งสื่อและขั้นตอนในการทดลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามขั้นตอนจนสำเร็จ

3. สถานที่ศึกษาที่ผู้วิจัยไปทดลองเครื่องมือเพื่อจัดเก็บข้อมูล ผู้เรียนไม่เคยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก่อน เมื่อได้เรียนเป็นครั้งแรกผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจและตั้งใจเรียน ช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้สังเกตได้จากค่า E_1/E_2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันว่าบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้สอนเนื้อหาบทเรียนให้กับผู้เรียนได้

4. การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีผลย้อนกลับ มีแรงจูงใจให้ทราบโดยทันที ทำให้ผู้เรียนมีความเอาใจใส่สนใจติดตามเนื้อหามากยิ่งขึ้น มีกรอบคำถามให้ผู้เรียนทดสอบอยู่ตลอดเวลาจนผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหานั้นๆ

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีคำแนะนำประกอบกิจกรรมการเรียน ดังนั้นผู้เรียนจึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์ขั้นสูงมาก่อนก็ได้

5.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. ช่วยลดปัญหาการเรียน ที่เรียนไม่เข้าใจของนักเรียน และให้นักเรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อเรียนซ่อมเสริม
3. เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องอื่นๆ ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร และเป็นแนวทางในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

5.6 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะของการเสนอแนะออกไว้ดังนี้

5.6.1 ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ควรจำกัดระยะเวลาในการนำเสนอจนเกินไป ซึ่งจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีขีดจำกัดมากขึ้น โดยจะส่งผลกระทบต่อรูปแบบและเนื้อหาที่นำเสนอ
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในบทเรียนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การสร้างควรที่จะให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและแสดงความคิดเห็น ซึ่งผลที่ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีรูปแบบเนื้อหาและกิจกรรมที่หลากหลาย
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะสามารถใช้งานได้ดีหรือให้มีประสิทธิภาพกับผู้เรียนสูงสุดเมื่อผู้เรียนมีพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้สร้างจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย
4. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สร้างควรศึกษาโปรแกรมอื่นๆ มาประกอบด้วย เพื่อความสวยงามและได้รูปแบบที่หลากหลายในการนำเสนอ

5.6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาเฉพาะเรื่อง ทราจิสเตอร์ ควรที่จะศึกษาและจัดทำเนื้อหาอื่นๆ เพิ่มเติมต่อไป
2. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนในสถานศึกษาอื่นๆ ด้วยเพื่อที่จะได้ปรับปรุงใช้งานต่อไป
3. ควรมีการศึกษาถึงตัวแปร อื่นที่เกี่ยวข้อง กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ผล เจตคติและความรับผิดชอบ

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เอ็ดดิสันเพรส โพรดักส์: 187-191
- กรมอาชีวศึกษา. 2538. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.). ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.
- กุล อักษรนุ. 2543. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่อง โลจิกไดอะแกรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2528. มารูจักโคกันเถอะ. ประชาศึกษา. 35 (เมษายน 2528) : 8-15.
- _____. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- _____. 2521. นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยขันธ์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ณรงค์ คำใหม่. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. รายงานการค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทรัพย์สมบูรณ์ พระแสงแก้ว. 2535. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นงนุช วรรณหะ. 2535. ระบบโปรแกรมสร้างบทเรียนภาษาไทย. คอมพิวเตอร์. 19(97) : 74-77.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531. วิจัยเพื่อการพัฒนาบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. ศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไพฑูรย์ นพภาศ. 2535. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับซ่อมเสริม ชีวคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนาม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิทักษ์ ศิธรัดนา. 2531. ตามไปดูเขาทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างไร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 16(กรกฎาคม-กันยายน 2531) : 37-41.
- พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2527. แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมทางการศึกษาในประเทศไทย. วารสารศึกษาศาสตร์ 8(1) : 1-6.
- ไพโรจน์ ตรีธรรมากุล. 2529. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- บุทรศักดิ์ จันณรงค์. 2534. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานกับอัตราการเสริมแรง ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เย็น กุ้ววรรณ. 2521. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- _____. 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์. 36(กุมภาพันธ์) : 120-129.
- บุพดี เฉลาภักตร์. 2536. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาดิจิทัล 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบและไม่อธิบายคำตอบ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มงคล เดชนครินทร์,ชาติ ศรีไพพรรณ. อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527. การศึกษาเอกเทศกับการศึกษารายบุคคล. สารพัฒนาหลักสูตร. 28 (เมษายน-พฤษภาคม) : 71-74.
- วิเชียร ชิวพิมาย. 2526. บทเรียนแบบโปรแกรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วสันต์ อติศัพท์. 2530. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารศึกษาศาสตร์. 3 (9) : 75-90.
- วิระ ไทยพานิช. 2527. บทบาทและปัญหาของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ในรวมบทความเทคโนโลยีการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา. 9-19
- วารินทร์ รัสมิพรหม. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอน
ซ่อมเสริมในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค.204) เรื่อง สมการ. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหา
บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภสมบุญ อิงรัตนกร. 2531. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้เมตริกซ์แก้
สัมภาระเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารรามคำแหง.
3 (15) : 40-49.

_____. 2535. ทำไมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงได้เข้า. เอกสารงาน. ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
กรุงเทพมหานคร : (26-29 กันยายน 2535).

สุโขทัยธรรมมาราช. 2527. สาขาศึกษาศาสตร์. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับ
ประถมศึกษาหน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สหมิตร.

สุพิทย์ กางฉูพันธ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยุค
ชั่น. 51.

สมพงษ์ วงศ์ชัยประทุม. 2543. ผลของรูปแบบการให้ผลป้อนย้อนกลับโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
สอน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชา คอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักเรียนระดับปริญญา
ตรีที่มีผลการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการ
ศึกษามหาวิทยาลัยมหาวชิราวุธขอนแก่น.

เสาวณีย์ ศึกษาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบัน
เทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2528. พื้นฐานทางเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
สถานสงเคราะห์หญิงปากเกร็ด.

อำพล สงวนศิริธรรม. 2528. ใช้คอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม. คอมพิวเตอร์. 2 (4) : 118-123.

อาทิตย์ จิรวัดผล. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์.
การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Bone,L.L. 1985 Teaching with an interactive video-computer system. **Educational
Technology.**23 (03). 42-43.

- Cordell,B.J. 1989. **The Effect of Different Learning Styles on Outcome of Education Using Two Computer-Assisted Instructional Design.** Dissertation Abstract Internationsl. 50.
- Cronbach,L.J. 1963. **Educational Psychology.** 2nded. New York : Harcourt Brace.
- Friedmen,Lucillet. 1974. Programmed Lesson in RPG Computer Programming for New York city High School senior. **Dissertation Abstracts International.** 29.
- Cange,R.M. and Briggs,L.J. 1979. **Principles of Instruction Design.** 2nd ed. New York : Holt,Rinehart and Winstion. Inc.
- Lee,James Lawrence. 1975. The Effectiveness of Computer Assisted Program Desinged to Teach Verbal. **Dissertation Abstracts International.** 36 : 1363-A-1364-A.
- Mc Cuiston,Patrick Jay. 1990. Static VA. Dynamic Visuals in Computer Assisted Instruction. **Dissertation Abstracts International.** 51.
- Meritt,R.L. 1983. Achievement with and without Computer Assisted Instruction in the middle School. **Dissertation Abstracts Insternational.** 44 (01) : 34-A.
- Oden,Robin Earl. 1982. An Assessment of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction for Teaching Visual Discrimination Task to Learning Disabled Student. **Dissertation Abstracts International.** 43 : 355-A
- Shiau,R.P. 1990. The consideration of visual perception and visual learning among children in the design of instructional graphics in educational software. **Dissertation Abstracts International.** 51 (3) : 733-A
- Whattananarong,krisana. 1991. A Cross-culture Study of Corlor Preferences on a Computer Screen Between Thai and American Students. **Dissertation Abstracts International.** 52.
- Woerner,L.N. 1980. Coputer based diagnosis and remediation of Computational Errors with Fractions. **Dissertation Abstracts International.** 41.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เรื่อง ทรานซิสเตอร์ (Computer Assisted Instruction On Transistor) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นสื่อที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นสื่อในการนำความรู้ตามหลักสูตรไปสู่ผู้เรียน โดยเร้าให้ผู้เรียนเกิดความต้องการการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการนำเสนอ จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาการนำเสนอสื่อนี้อย่างละเอียดรอบคอบอย่างยิ่ง แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

วิจาณณญาณที่ละเอียดถี่ถ้วน และการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่านจะมีคุณค่าอย่างยิ่ง ในการปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ให้บังเกิดประโยชน์สูงสุด



แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเตอร์
Computer Assisted Instruction on Transistor
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนในแบบประเมิน

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|--|-------------|---------|--------------|------------|------------------|
| | ดีมาก 5 | ดี 4 | ปานกลาง 3 | พอใช้ 2 | ควรปรับปรุง 1 |
| 1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง | | | | | |
| 2. จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย | | | | | |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | | | | | |
| 4. การให้ข้อมูลหรือผลป้อนกลับที่เหมาะสม | | | | | |
| 5. การจัดสรรเนื้อหาและพื้นที่การใช้งานบนจอภาพได้เหมาะสม | | | | | |
| 6. การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมและน่าสนใจ | | | | | |
| 7. ความเหมาะสมของการใช้ภาพและข้อความในการสื่อความหมาย | | | | | |
| 8. ในการใช้งานไม่มีปัญหาด้านเทคนิค | | | | | |
| 9. การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ | | | | | |
| 10. การซ่อมเสริมได้จัดอย่างเหมาะสม | | | | | |
| 11. ปุ่มหรือคำสั่งในการควบคุมบทเรียนแสดงไว้อย่างชัดเจนและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม | | | | | |
| 12. มีการเสริมแรงอย่างถูกต้อง | | | | | |
| 13. มีการประเมินผลที่เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา | | | | | |
| 14. มีการบันทึกผลการเรียนและผลการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างเหมาะสม | | | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน(ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเตอร์

Computer Assisted Instruction on Transistor

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนในแบบประเมิน

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|---|-------------|----|---------|-------|-------------|
| | ดีมาก | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 2. ความเหมาะสมในการนำเข้าบทเรียน | | | | | |
| 3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | | | | | |
| 4. ความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละตอน | | | | | |
| 5. ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน | | | | | |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา | | | | | |
| 7. ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | | | | | |
| 8. ความสัมพันธ์ระหว่างการนำภาพและบรรยายกับเนื้อหา | | | | | |
| 9. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาในแต่ละตอน | | | | | |
| 10. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาทั้งหมด | | | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเตอร์
 Computer Assisted Instruction On Transistor
 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนในแบบประเมิน

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|--|-------------|----|---------|-------|-------------|
| | ดีมาก | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง | ✓ | | | | |
| 2. จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย | | ✓ | | | |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | ✓ | | | | |
| 4. การให้ข้อมูลหรือผลป้อนกลับที่เหมาะสม | | ✓ | | | |
| 5. การจัดสรรเนื้อหาและพื้นที่การใช้งานบนจอภาพได้เหมาะสม | ✓ | | | | |
| 6. การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมและน่าสนใจ | | ✓ | | | |
| 7. ความเหมาะสมของการใช้ภาพและข้อความในการสื่อความหมาย | ✓ | | | | |
| 8. ในการใช้งานไม่มีปัญหาด้านเทคนิค | ✓ | | | | |
| 9. การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ | ✓ | | | | |
| 10. การซ่อมเสริมได้จัดอย่างเหมาะสม | ✓ | | | | |
| 11. ปุ่มหรือคำสั่งในการควบคุมบทเรียนแสดงไว้อย่างชัดเจนและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม | ✓ | | | | |
| 12. มีการเสริมแรงอย่างถูกต้อง | ✓ | | | | |
| 13. มีการประเมินผลที่เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา | | ✓ | | | |
| 14. มีการบันทึกผลการเรียนและผลการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างเหมาะสม | ✓ | | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

ใน ๕30 นาที ลงวันที่ ๒๑-๑๐-๖๕ (๒๕๖๕) ณ กรุงเทพมหานคร

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

.....

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์
Computer Assisted Instruction On Transistor

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|---|-------------|---------|--------------|------------|------------------|
| | ดีมาก 5 | ดี 4 | ปานกลาง 3 | พอใช้ 2 | ควรปรับปรุง 1 |
| 1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตัวเอง | ✓ | | | | |
| 2. จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย | | ✓ | | | |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | ✓ | | | | |
| 4. การให้ข้อมูล หรือผลป้อนกลับที่เหมาะสม | ✓ | | | | |
| 5. การจัดสรรเนื้อที่ และพื้นที่การใช้งานบนจอภาพได้เหมาะสม | ✓ | | | | |
| 6. การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมและน่าสนใจ | | ✓ | | | |
| 7. ความเหมาะสมของการใช้ภาพ และข้อความในการสื่อความหมาย | | ✓ | | | |
| 8. ในการใช้งานไม่มีปัญหาด้านเทคนิค | ✓ | | | | |
| 9. การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ | ✓ | | | | |
| 10. การซ่อมเสริมได้จัดอย่างเหมาะสม | ✓ | | | | |
| 11. ปุ่ม หรือคำสั่งในการควบคุมบทเรียนแสดงไว้อย่างชัดเจนและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม | | ✓ | | | |
| 12. มีการเสริมแรงอย่างถูกต้อง และเหมาะสม | | ✓ | | | |
| 13. มีการประเมินผลที่เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา | ✓ | | | | |
| 14. มีการบันทึกผลการเรียน และผลการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างเหมาะสม | ✓ | | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ

ตรงต่อใจ ใช้โปรแกรมสำเร็จ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายเฉลิม ขุนภู่)

ตำแหน่ง.....ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมการศึกษา

๘, ๘๓๗, ๒๕๔๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์
Computer Assisted Instruction On Transistor

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|--|-------------|----|---------|-------|-------------|
| | ดีมาก | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | / | | | | |
| 2. ความเหมาะสมในการนำเข้าบทเรียน | / | | | | |
| 3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | / | | | | |
| 4. ความสัมพันธ์สอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละตอน | | / | | | |
| 5. ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน | / | | | | |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา | / | | | | |
| 7. ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | / | | | | |
| 8. ความสัมพันธ์ระหว่างการนำภาพ และคำบรรยายกับเนื้อหา | / | | | | |
| 9. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาในแต่ละตอน | | / | | | |
| 10. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาทั้งหมด | | / | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ

เนื้อหาดี แต่ภาพไม่ค่อยชัด

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

10 / มกราคม / 2544

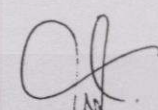
แบบประเมินสื่อการสอน(ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเตอร์
Computer Assisted Instruction On Transistor
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนในแบบประเมิน

| หัวข้อประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|---|-------------|----|---------|-------|-------------|
| | ดีมาก | ดี | ปานกลาง | พอใช้ | ควรปรับปรุง |
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ✓ | | | | |
| 2. ความเหมาะสมในการนำเข้าบทเรียน | | ✓ | | | |
| 3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | ✓ | | | | |
| 4. ความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละตอน | ✓ | | | | |
| 5. ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน | ✓ | | | | |
| 6. ความถูกต้องของเนื้อหา | ✓ | | | | |
| 7. ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | ✓ | | | | |
| 8. ความสัมพันธ์ระหว่างการนำภาพและบรรยายกับเนื้อหา | | ✓ | | | |
| 9. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาในแต่ละตอน | ✓ | | | | |
| 10. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาทั้งหมด | ✓ | | | | |

ความคิดเห็นอื่นๆ.....

.....

.....


 ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (เพ็ญศรี พิณสุคนธ์)
 ตำแหน่ง.....
 8, 21.9, 2544.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

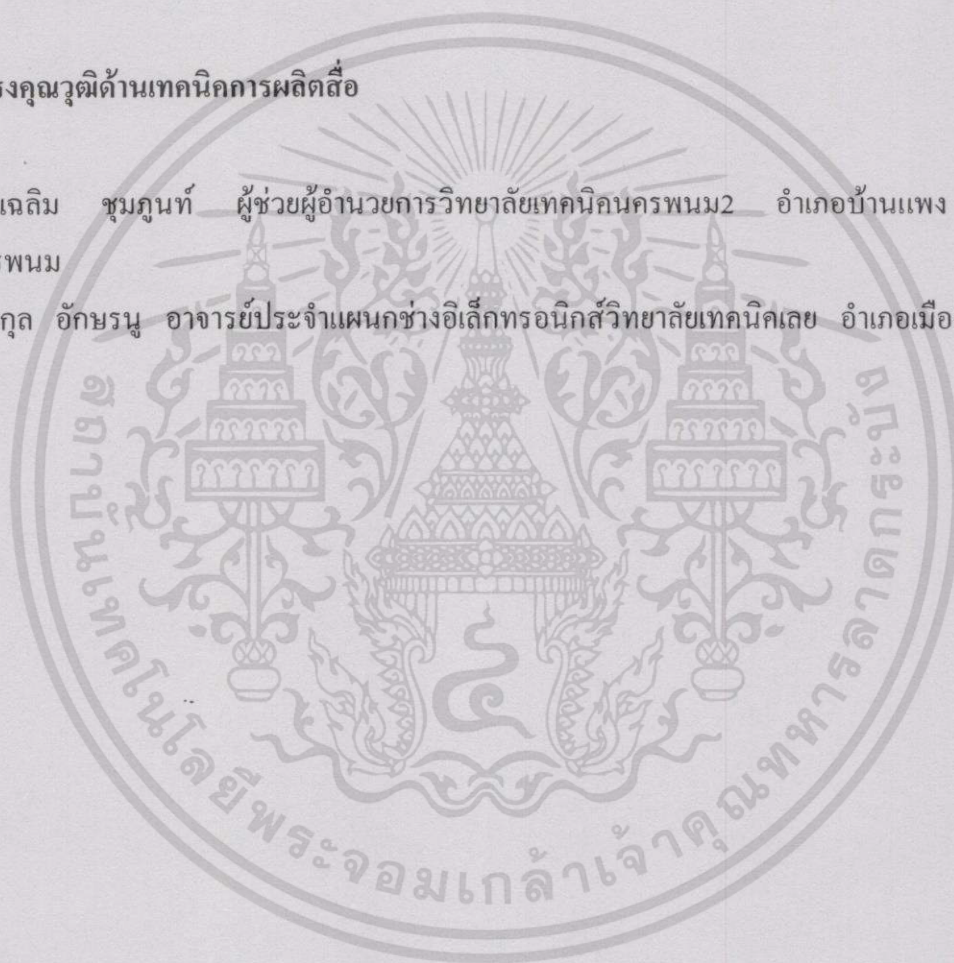
นายอาทิตย์ จิรวฒนผล หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

นายโกวิท พันธุ์ทอง อาจารย์ประจำแผนกช่างไฟฟ้ากำลังวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

นายเฉลิม ชุนภุณท์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครพนม2 อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม

นายกุล อักษรนุ อาจารย์ประจำแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคเสย อำเภอเมือง จังหวัดเสย





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

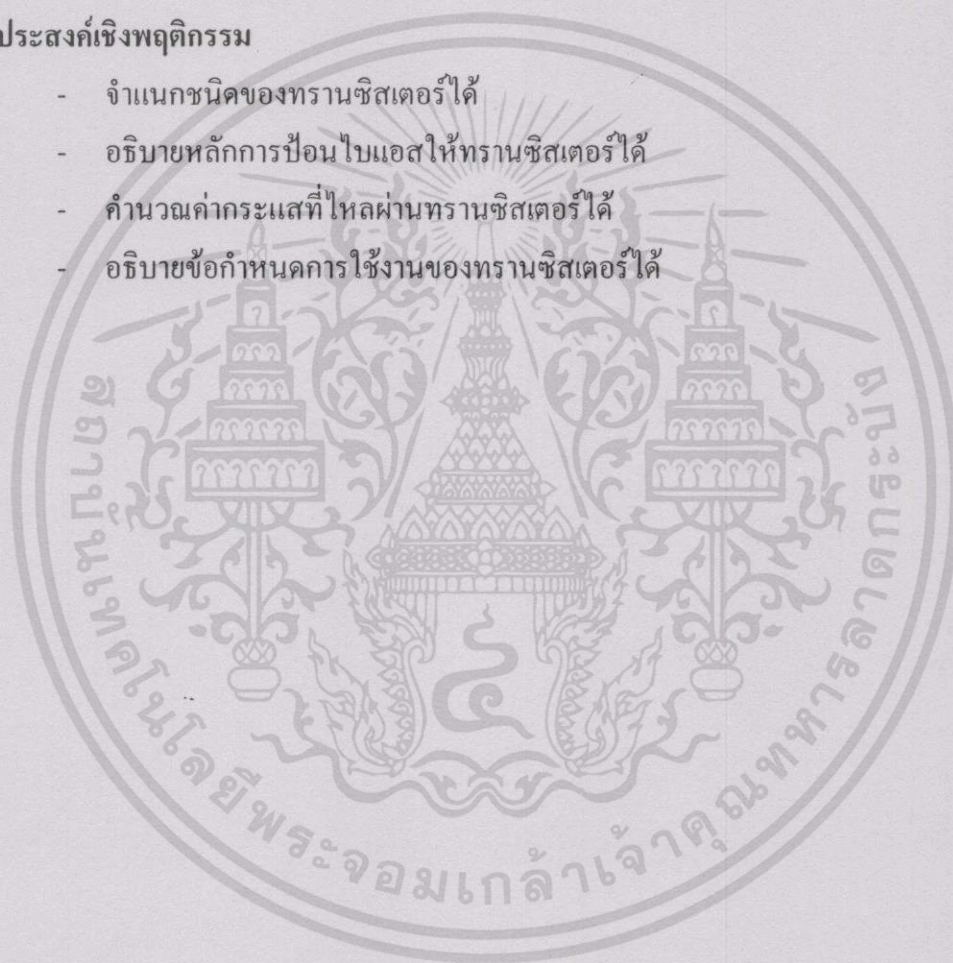
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรานซิสเตอร์
Computer Assisted Instruction on Transistor

จุดประสงค์ทั่วไป

เข้าใจโครงสร้างและการนำทรานซิสเตอร์ไปใช้งาน

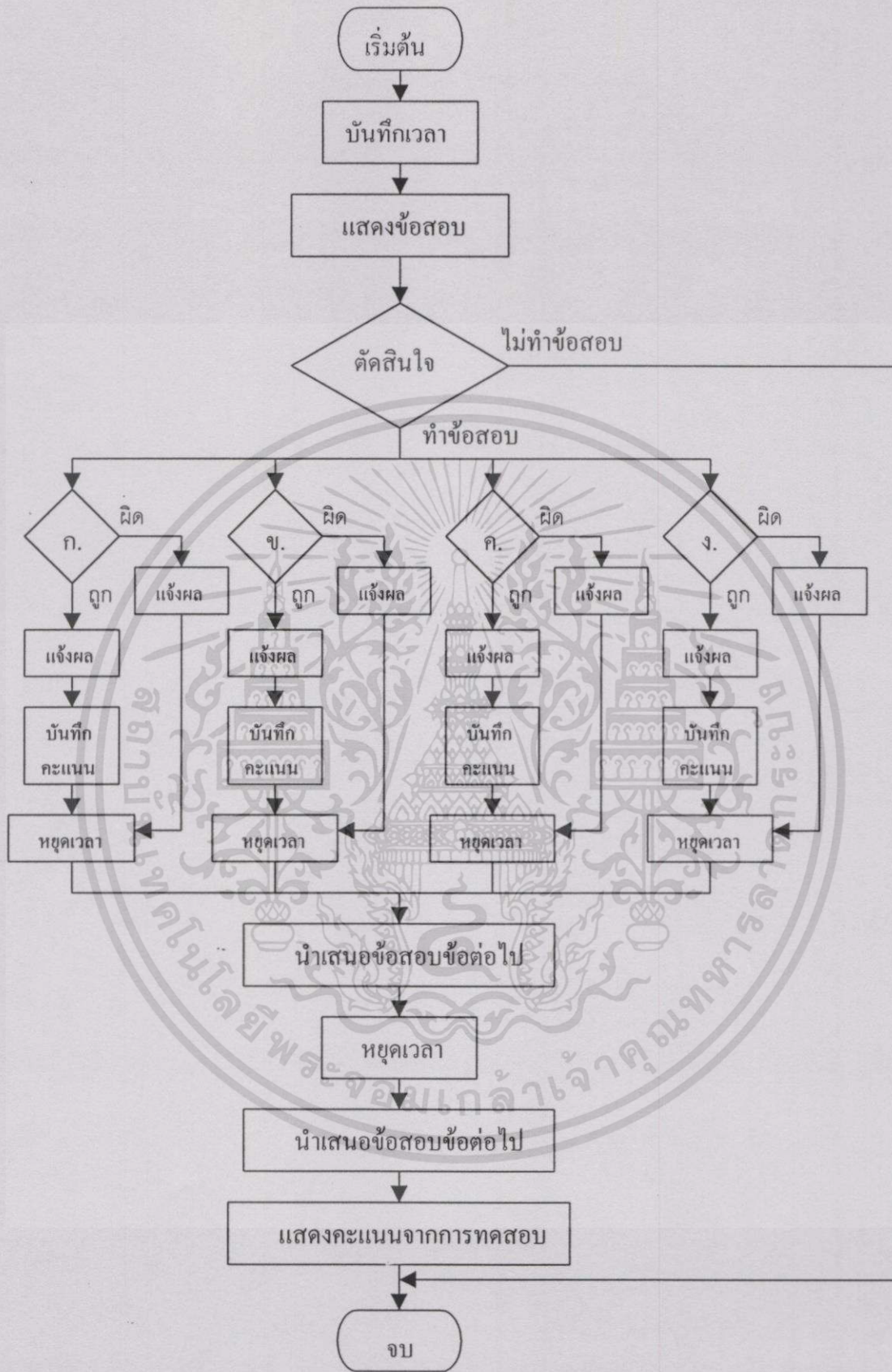
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- จำแนกชนิดของทรานซิสเตอร์ได้
- อธิบายหลักการป้อนไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ได้
- คำนวณค่ากระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ได้
- อธิบายข้อกำหนดการใช้งานของทรานซิสเตอร์ได้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.1 แสดงผังงานแสดงกรอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

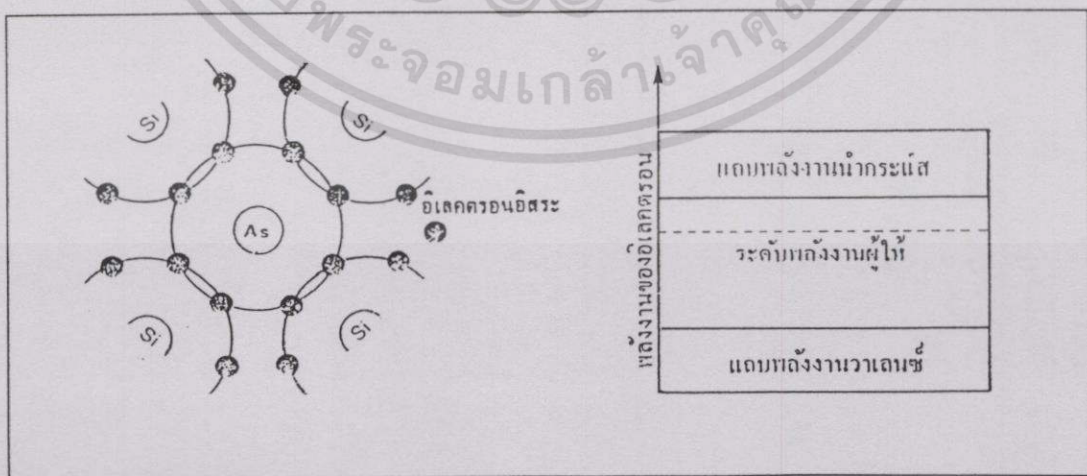
ทรานซิสเตอร์ (TRANSISTOR)

บทนำ

ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อพบครั้งแรกโดยคณะทำงานของห้องปฏิบัติการของบริษัท เบลเทเลโฟนในปี ค.ศ. 1947 นับได้ว่าเป็นการปลุกโลกของวิวัฒนาการการสร้งอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อเรียกด้วยตัวย่อว่า BJT (Bipolar Junction Transistor) ทรานซิสเตอร์ (BJT) ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น วงจรขยายในเครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์หรือนำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ (Switch) เช่น เปิด-ปิดรีเลย์ (Relay) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นต้น

สารกึ่งตัวนำชนิด N

เมื่อเติมธาตุที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว เช่น สารหนู (Arsenic) พลวง (Antimony) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่กำลังหลอมเหลว เมื่อเย็นลงมันจะจับตัวเป็นผลึกอีก เช่น อะตอมของพลวงจับกับอะตอมของเยอรมันเนียมกลายเป็นผลึกที่มีอิเล็กตรอน 8 ตัว โดยอิเล็กตรอนแต่ละตัวของพลวงไปรวมกับอิเล็กตรอนของเยอรมันเนียมอีก 4 ตัว ดังนั้น อะตอมของสารเจือปนทุกตัวจึงมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่หนึ่งตัวกลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระไป ด้วยเหตุนี้จำนวนอิเล็กตรอนอิสระในเนื้อสารจึงมีมากกว่าโฮล อิเล็กตรอนเหล่านี้จะมีพลังงานในตัวมันเองอยู่ใกล้เคียงกับระดับพลังงานแถบนำกระแสมาก ถ้าอิเล็กตรอนเหล่านี้ได้รับพลังงานอีกเพียงเล็กน้อยก็จะนำไฟฟ้าได้ทันที ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนนี้เรียกว่า ระดับพลังงานผู้ให้ (acceptor energy level) สารกึ่งตัวนำที่ได้เรียกว่า สารกึ่งตัวนำชนิด N (N-type semiconductor) ในกรณี N หมายถึง negative หรือลบนั่นเอง



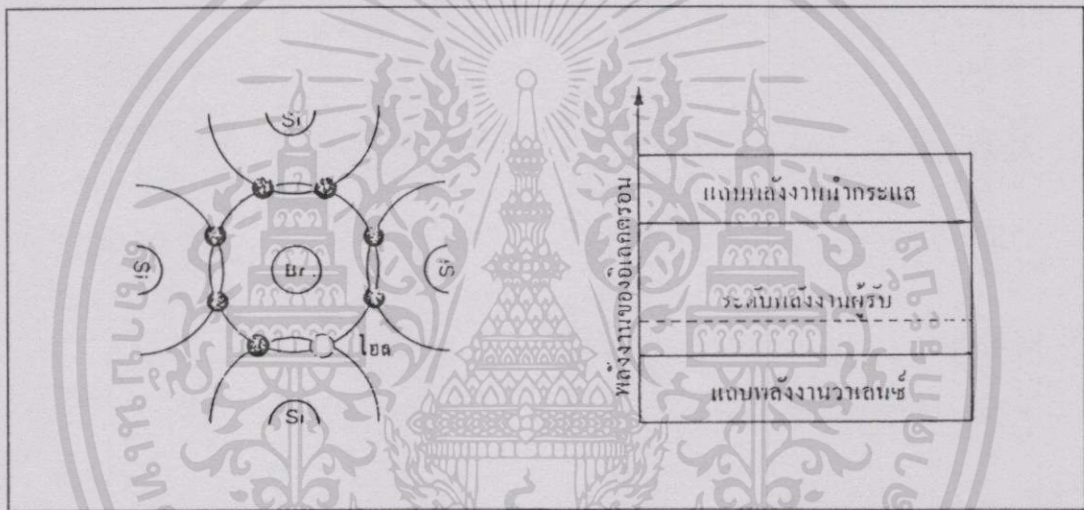
ภาพที่ จ.1 โครงสร้างและแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิด N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารกึ่งตัวนำชนิด P

ถ้าเราเติมสารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว เช่น โบรอน อลูมิเนียม แกลเลียม ฯลฯ โครงสร้างของผลึกของสารกึ่งตัวนำที่ได้ จะมีโฮลเกิดขึ้นที่ทุก ๆ อะตอมของสารเจือปน ดังนั้น โฮลจึงมีมากกว่าอิเล็กตรอนอิสระที่มีอยู่ในเนื้อสาร และเราเรียกสารกึ่งตัวนำที่มีการโด๊ปแบบนี้ว่า สารกึ่งตัวนำชนิด P (P-type semiconductor) ในที่นี้ P มาจากคำว่า Positive ซึ่งหมายถึงโฮล

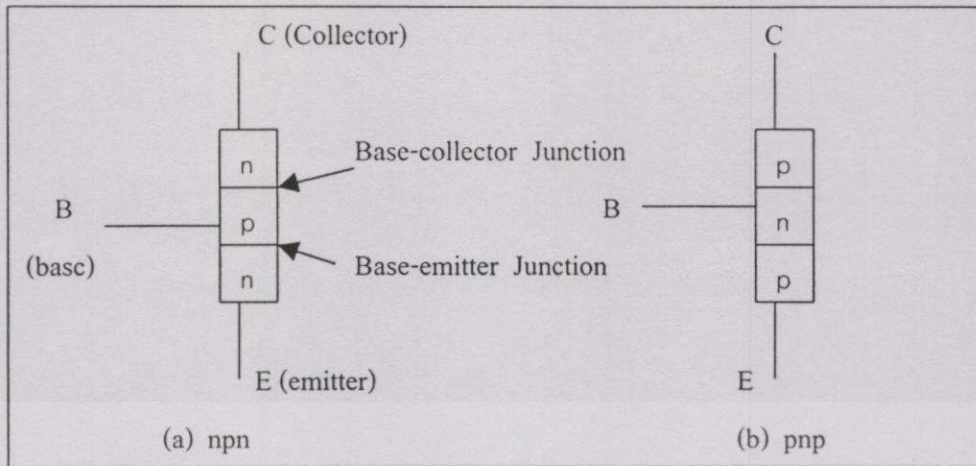
โฮลคือที่ว่างที่เกิดขึ้นที่บอนด์ระหว่างอะตอมของสารเจือปนกับอะตอมของซิลิกอน หรือ เซอร์มันเนียม ถ้าอิเล็กตรอนตัวที่อยู่ข้างเคียงกับโฮลได้รับพลังงานเพิ่มอีกเพียงเล็กน้อยก็สามารถข้ามเข้ามาแทนที่ในพลังงานในแถบวาเลนซ์ อิเล็กตรอนที่อยู่ในบอนด์ซึ่งมีพลังงานอยู่ในแถบวาเลนซ์สามารถกระโดดเข้ามาที่ระดับพลังงานของโฮลเพื่อเข้าแทนที่โฮลในบอนด์ได้ง่าย เราเรียกค่าระดับพลังงานของโฮลนี้ว่า ระดับพลังงานผู้รับ



ภาพที่ ๖.๒ โครงสร้างและแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำชนิด P

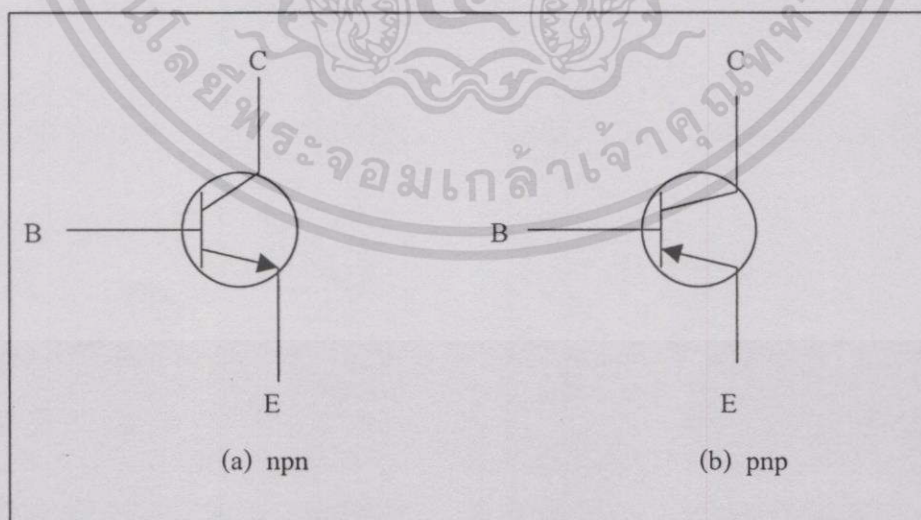
โครงสร้างของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อหรือ BJT นี้ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อกันโดยการเติมสารเจือปน (Doping) จำนวน 3 ชั้นทำให้เกิดรอยต่อ (Junction) ขึ้นจำนวน 2 รอยต่อการสร้างทรานซิสเตอร์จึงสร้างได้ 2 ชนิดคือ ชนิดที่มีสารชนิดเอ็น 2 ชั้นหรือเรียกว่าชนิด NPN และชนิดที่มีสารชนิดพี 2 ชั้นเรียกว่าชนิด PNP โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN แสดงในภาพที่ 6.3 (a) และชนิด PNP แสดงในภาพที่ 6.3 (b)



ภาพที่ ๖.๓ แสดงโครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 6.3 จะเห็นว่าโครงสร้างของทรานซิสเตอร์จะมีสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นแต่ละชั้นจะต่อลวดตัวนำจากเนื้อสารกึ่งตัวนำไปใช้งาน ชั้นที่เล็กที่สุด (บางที่สุด) เรียกว่า เบส (Bass) ใช้ตัวอักษรย่อ B สำหรับสารกึ่งตัวนำชั้นที่เหลือคือ คอลเลกเตอร์ (Collector หรือ C) และอิมิตเตอร์ (Emitter หรือ E) นั่นคือทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และชนิด PNP จะมี 3 ขา คือ ขาเบส ขาคอลเลกเตอร์ และขาอิมิตเตอร์ ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์นิยมเขียนทรานซิสเตอร์แทนด้วยสัญลักษณ์ ดังแสดงในภาพที่ 6.3 การสังเกตขาของทรานซิสเตอร์นั้นจะบอกชนิดของทรานซิสเตอร์ได้ดูที่ขาอิมิตเตอร์ (E) ถ้าหัวลูกศรชี้ออกจะเป็นสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN แต่ถ้าหัวลูกศรของขา E ตรงกันข้ามจะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP หัวลูกศรนั้นจะแสดงทิศทางการไหลของกระแส นิยมในรอยต่อของทรานซิสเตอร์



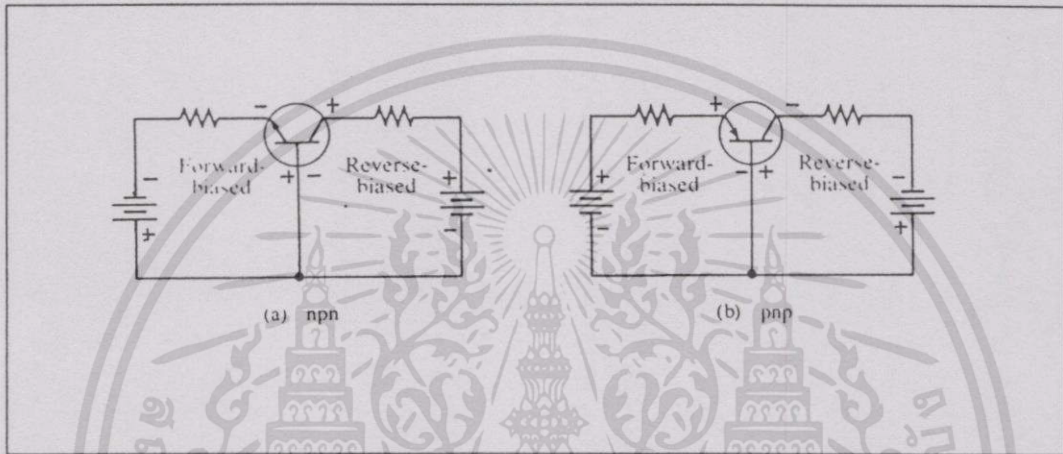
ภาพที่ ๖.๔ แสดงสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเบื้องต้นของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และชนิด PNP เมื่อนำมาใช้งานไม่ว่าจะใช้ในวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) หรือการทำงานเป็นสวิตช์ จะต้องทำการไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ โดยใช้หลักการไบแอสดังนี้

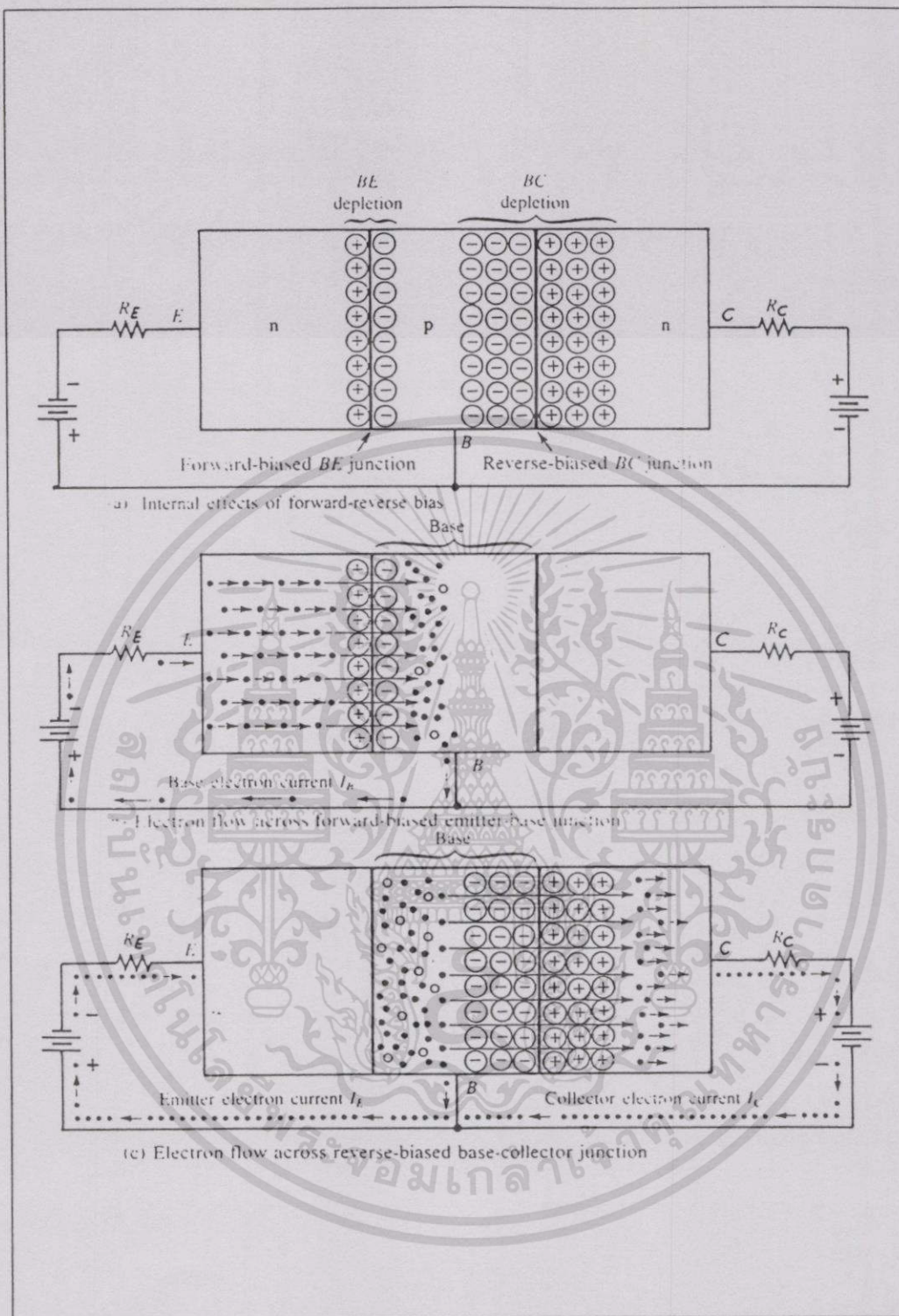
1. ไบแอสตรง ให้กับรอยต่อระหว่างอิมิตเตอร์กับเบส
 2. ไบแอสกลับ ให้กับรอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์กับเบส
- ดังแสดงในภาพที่ 6.4



ภาพที่ 6.4 แสดงการไบแอสทรานซิสเตอร์

พิจารณารูปไบแอสทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN ดังภาพที่ 6.4 (a) จะเห็นว่าทำการไบแอสตรงให้กับรอยต่ออิมิตเตอร์-เบส โดยให้ศักย์ค่าบวกกับเบส (เพราะเบสเป็น P) และให้ศักย์ค่าลบกับอิมิตเตอร์ (เพราะอิมิตเตอร์เป็น N) เช่นเดียวกันต้องให้ไบแอสกลับกับรอยต่อคอลเลกเตอร์-เบส (เพราะคอลเลกเตอร์เป็น N) และให้ศักย์ค่าลบกับเบส (เพราะเบสเป็น P) นี่คือการไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ที่ถูกต้องตามเงื่อนไข 2 ข้อที่กำหนดไว้

การไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ก็กระทำเช่นเดียวกันดังภาพที่ 6.4 (b) จะขอยกตัวอย่างโครงสร้างภายในของทรานซิสเตอร์เพียงชนิดเดียวคือชนิด NPN เพื่อให้เห็นปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮล ระหว่างรอยต่อต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์เมื่อได้รับไบแอส ดังภาพที่ 6.5 (a), (b), (c)



ภาพที่ จ.5 แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้า (Electron) ภายในรอยต่อของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เมื่อได้รับไบแอส

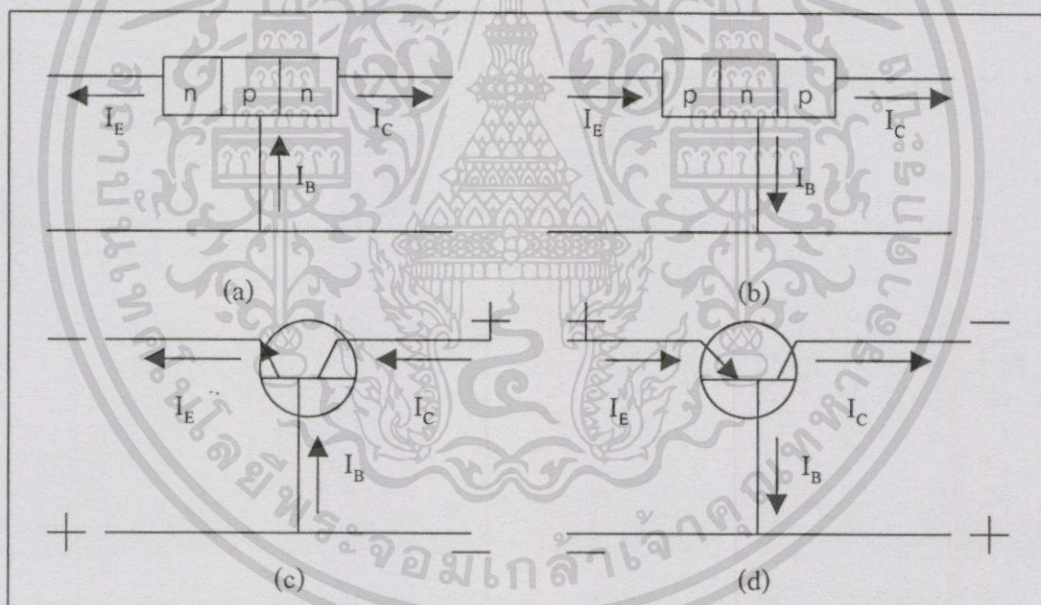
พิจารณาการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ในภาพที่ จ.5 (a) เมื่อให้ไบแอสตรงกับรอยต่อเบสและอิมิตเตอร์ (BE Junction) จะทำให้บริเวณที่ปกคลุมภาวะที่รอยต่อ BE แคบลง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่รอยต่อระหว่างคอลเล็กเตอร์กับเบสได้ไบแอสกลับจะทำให้บริเวณปลดภาวะที่รอยต่อ BC มีความกว้างมากขึ้นจึงเกิดจำนวนกระแสเล็กน้อยไหลข้ามรอยต่อ BE ดังภาพที่ จ.4 (b) กระแสนี้เรียกว่ากระแส (I_B) เป็นผลให้มีอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งเคลื่อนที่อยู่ในรอยต่อ BE ในขณะเดียวกันที่คอลเล็กเตอร์บริเวณรอยต่อ BC จะมีประจุภาวะบวกอยู่เป็นจำนวนมากดังภาพที่ จ.4 (c) จะพยายามดึงคู่อิเล็กตรอนที่เบสข้ามรอยต่อ BC ทำให้เกิดกระแสคอลเล็กเตอร์ (I_C) ไหลเป็นจำนวนมาก และไหลออกจากคอลเล็กเตอร์มารวมกับกระแสเบส (I_B) กระแสทั้งสองนี้จะไหลไปสู่ขาอิมิตเตอร์ (I_E) เป็นไปตามสมการที่ (1-1)

$$I_E = I_C + I_B \tag{1.1}$$

เมื่อนำทิศทางการไหลของกระแสระหว่างรอยต่อต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และ PNP (กระแสนิยมจะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสอิเล็กตรอนที่อธิบายในภาพที่ จ.4 (a),(b),(c) สามารถเขียนได้ดังภาพที่ จ.6

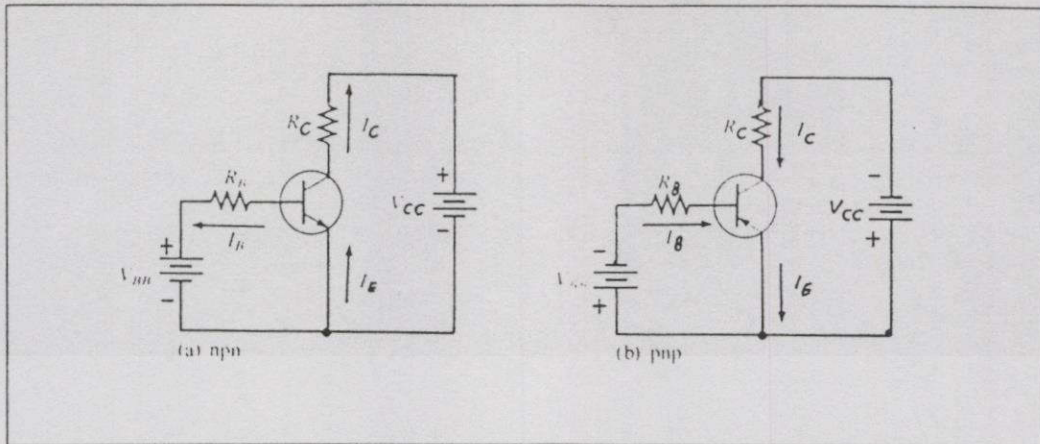


ภาพที่ จ.6 แสดงโมเดลของทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP และทิศทางของกระแส I_E, I_C, I_B ที่เกิดจากการไบแอสที่ถูกต้อง

ค่าพิคัดและพารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์

แรงดันไบแอสที่นิยมเขียนกำกับไว้ที่แหล่งจ่ายที่ไบแอสให้กับวงจรทรานซิสเตอร์มี 2 ค่าคือ V_{BB} ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้ไบแอสตรงกับทรานซิสเตอร์ และ V_{CC} ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้ไบแอสกลับกับทรานซิสเตอร์ใช้ได้กับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP ดังแสดงในภาพที่ จ.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.7 แสดงวงจรการไบแอสทรานซิสเตอร์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง V_{BB} และ V_{CC}

ค่าดีซี เบต้า (β_{dc}) และค่าดีซี แอลฟา (α_{dc}) ค่าเบต้า (Beta) หรือ β_{dc} หมายถึงอัตราส่วนระหว่างกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสเบส (I_B) ดังสมการ

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \quad (1.2)$$

ทรานซิสเตอร์โดยทั่วไปจะมีค่า β_{dc} อยู่ระหว่าง 20-200 หรือมากกว่าจากคู่มือ (Data sheet) ของทรานซิสเตอร์ อาจเรียกค่า β_{dc} ว่า h_{fe} ซึ่งหมายถึงความรวมถึงอัตราขยาย (Gain) ทางกระแสของทรานซิสเตอร์

สำหรับค่า α_{dc} (แอลฟา Alpha) คืออัตราขยายทางกระแสระหว่างกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสเอมิเตอร์ (I_E) ปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 คือมีค่าระหว่าง 0.95-0.99 ดังสมการ

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E} \quad (1.3)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า α_{dc} และ β_{dc} (Relationship of α_{dc} and β_{dc})

เมื่อกำหนดให้ $I_E = I_C + I_B$ (หารตลอกจากด้วย I_C)

$$\text{ดังนั้น} \quad \frac{I_E}{I_C} = \frac{I_C}{I_C} + \frac{I_B}{I_C}$$

$$\therefore \alpha_{dc} = 1 + \frac{I_B}{I_C}$$

แต่ $\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$ และ $\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$ ดังนั้น

$$\frac{1}{\alpha_{dc}} = 1 + \frac{1}{\beta_{dc}}$$

$$1 = \frac{\beta_{dc} + 1}{\beta_{dc}}$$

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1 + \beta_{dc}} \quad (1-4)$$

จากสมการ 1-4 เราสามารถหาค่า α_{dc} ได้เมื่อรู้ค่า β_{dc} ในทำนองเดียวกันสามารถหาค่าได้จากค่า α_{dc} ตามสมการ 1-5

$$\alpha_{dc} (\beta_{dc} + 1) = \beta_{dc}$$

$$\alpha_{dc} \cdot \beta_{dc} + \alpha_{dc} = \beta_{dc}$$

$$\alpha_{dc} = \beta_{dc} - \alpha_{dc} \cdot \beta_{dc}$$

$$\beta_{dc} (1 - \alpha_{dc}) = \alpha_{dc}$$

$$\therefore \beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1 - \alpha_{dc}} \quad (1.5)$$

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาค่า β_{dc} และ α_{dc} ของทรานซิสเตอร์เมื่อกระแส $I_B = 50 \mu\text{A}$ และ $I_C = 3.65 \text{ mA}$

วิธีทำ

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3.65 \text{ mA}}{50 \mu\text{A}}$$

$$= 73$$

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1 + \beta_{dc}} = \frac{73}{74}$$

$$= 0.986$$

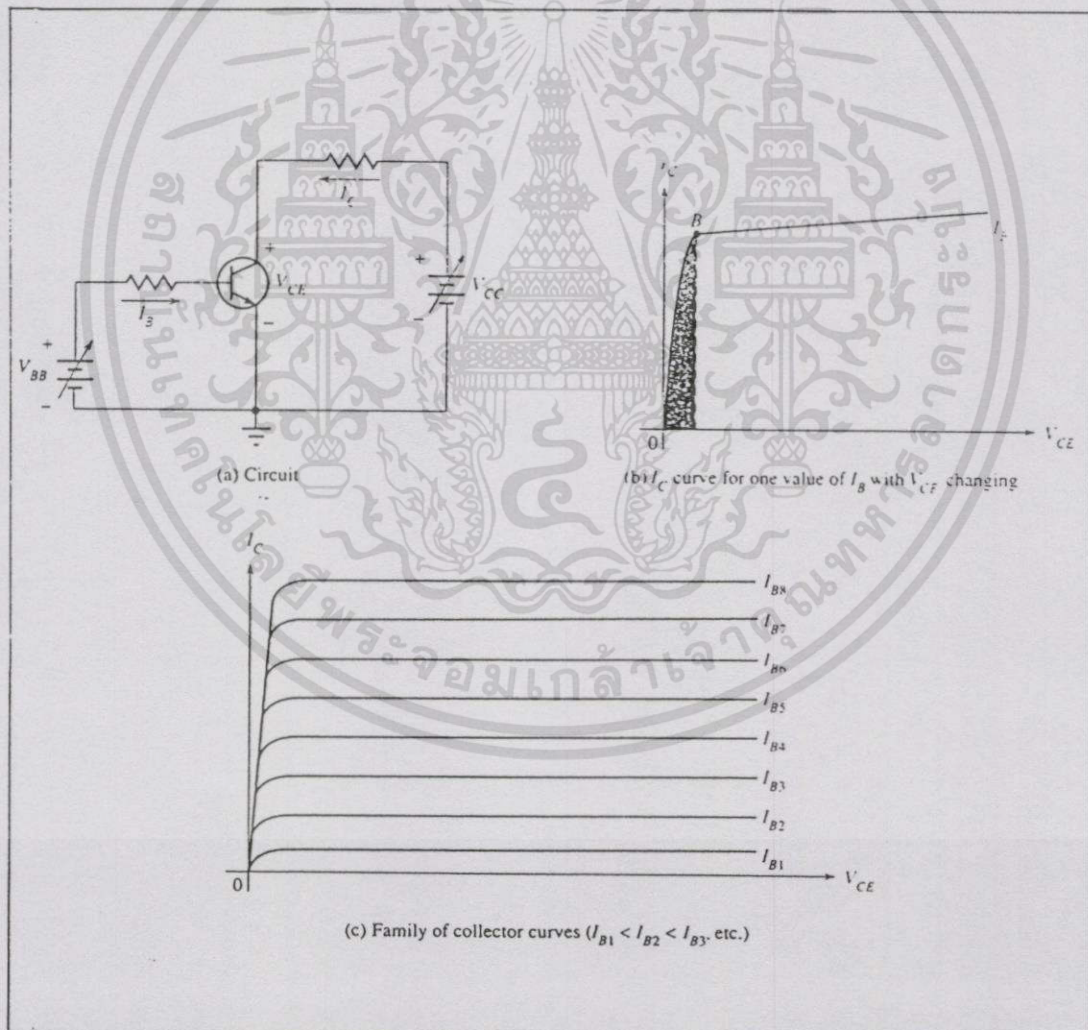
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นแสดงลักษณะสมบัติของคอลเลกเตอร์ (Collector Characteristic Curves)

เส้นกราฟนี้จะแสดงคุณลักษณะของกระแสและแรงดันที่คอลเลกเตอร์โดยที่มีกระแสเบสเป็นค่าควบคุมตามความสัมพันธ์ของสมการ

$$I_C = \beta_{dc} \cdot I_B$$

พิจารณาจากวงจรในภาพที่ 6.8 (a) ให้แหล่งจ่าย V_{BB} เป็นแหล่งจ่ายปรับค่าได้ไบแอสตรงให้กับรอยต่อ B และ E การปรับค่า V_{BB} คือการปรับค่าของกระแส I_B ถ้าปรับค่า I_B ให้มีค่าคงที่ค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่ง $I_B > 0$ และค่อยๆ ปรับค่าแรงดัน V_{CC} เพิ่มมากขึ้นจาก 0 โวลต์ จะปรากฏว่า I_C ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุด B ในภาพที่ 6.8 (b) ค่า I_B จุกที่และเป็นไปตามสมการ $I_C = \beta_{dc} \cdot I_B$



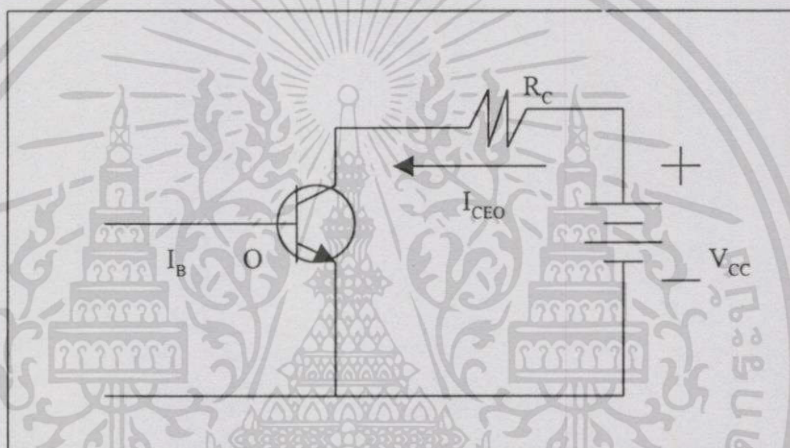
ภาพที่ 6.8 แสดงเส้นลักษณะสมบัติของคอลเลกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการกำหนดค่า I_B หลาย ๆ ค่าจากน้อย ๆ ไปหาค่าที่มากขึ้นจะได้เส้นแสดงลักษณะสมบัติของคอลเลกเตอร์ ดังภาพที่ 6.9 (c) เมื่อ $I_{B1} < I_{B2} < I_{B3}$

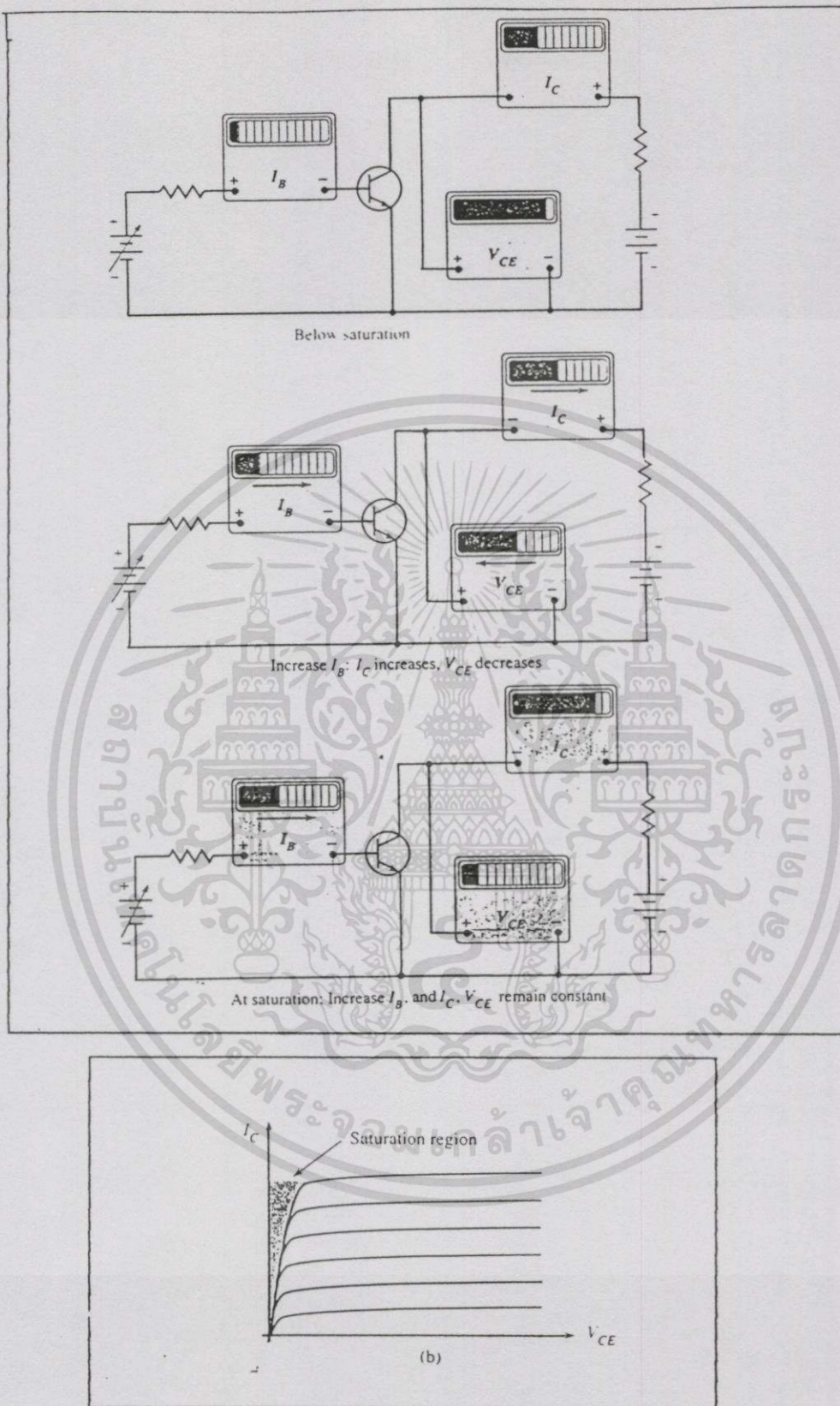
คัตออฟและจุดอิ่มตัว (Cutoff and Saturation)

เมื่อให้กระแสเบส $I = 0$ ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงานหรือคัตออฟ (Cutoff) นั่นคือไม่มีกระแสคอลเลกเตอร์ไหลจาก V_{CC} ไปสู่อิมิตเตอร์ แต่เมื่อพิจารณาจากวงจรในภาพที่ ๖.9 อย่างรอบคอบจะเห็นว่าเกิดการเกิดกระแสรั่วไหลระหว่างรอยต่อคอลเลกเตอร์ไปสู่อิมิตเตอร์เรียกว่า I_{CEO} ซึ่งมีค่าน้อยมาก (ปกติจะมีปริมาณเป็น μA เท่านั้น)



ภาพที่ ๖.9 แสดงการรั่วไหลที่คอลเลกเตอร์ (I_{CEO}) ในสภาวะคัตออฟ

จุดอิ่มตัว (Saturation) หมายถึงสภาวะที่มีกระแสคอลเลกเตอร์ไหลผ่านอิมิตเตอร์จนทำให้แรงดันตกคร่อมรอยต่อระหว่าง C และ E มีค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งน้อยมาก เรียกว่า $V_{CE(sat)}$ ในกรณีชวีกอนทรานซิสเตอร์ค่าแรงดันจุดอิ่มตัวระหว่างรอยต่อ C และ E คือ $V_{CE(ast)} = 0.2$ โวลต์พิจารณาจากรูปที่ 1.10 (a) เมื่อเพิ่มกระแสเบสทางอินพุตกระแสคอลเลกเตอร์จะเพิ่มขึ้นแต่แรงดัน V_{CE} จะลดลงจะกระทั่งกระแส เบส (I_B) เพิ่มมากขึ้นจุดหนึ่งแรงดัน V_{CE} จะมีค่าคงที่ที่จุดอิ่มตัวและค่ากระแส I_C จะมีค่าคงที่ค่าจำกัดตามค่าความต้านทานที่ต่ออยู่กับคอปเลกเตอร์เมื่อนำมาเขียนเส้นแสดงลักษณะสมบัติของคอลเลกเตอร์จะได้ดังรูปที่ 1.10 (b) บริเวณที่แรงก็คือบริเวณจุดอิ่มตัวของทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีค่าประมาณ 0.2-0.3 โวลต์ (กรณีชวีกอนทรานซิสเตอร์)



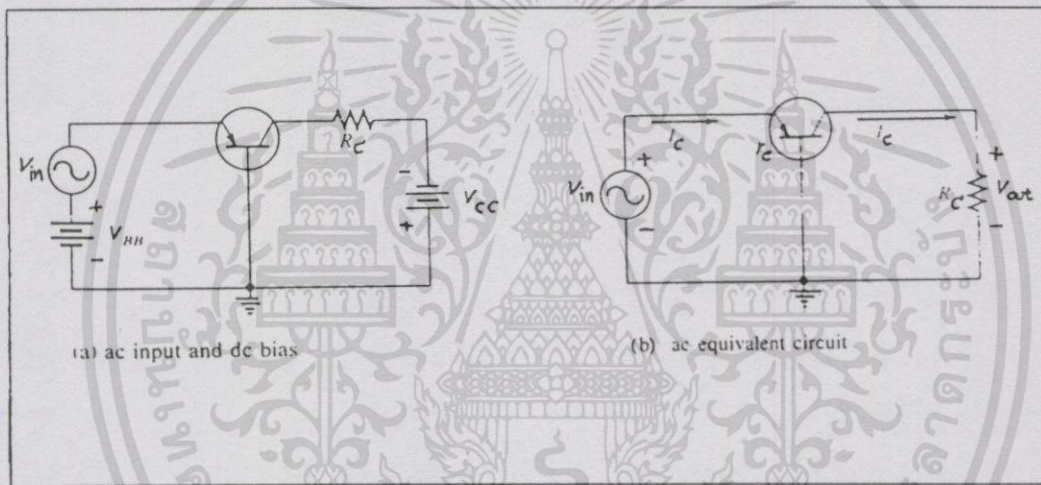
ภาพที่ จ.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกระแส I_C , I_B และแรงดัน V_{CE} ของทรานซิสเตอร์ในสภาวะอิมิตัวและเส้นแสดงลักษณะสมบัติของคอลเล็กเตอร์ในสภาวะจุดอิมิตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายแรงดันด้วยทรานซิสเตอร์

อัตราขยายทางกระแส (Current Gain) ของทรานซิสเตอร์เรียกว่า เบต้า (β , Beta) เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสเอาต์พุต (I_c) กับกระแสอินพุต (I_b) มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับ I_c ดังนั้นค่า β ของทรานซิสเตอร์จึงมีค่าสูงและค่ากระแสอิมิตเตอร์ (I_e) มีค่าประมาณเท่ากับ I_c

พิจารณาวจรทรานซิสเตอร์ในภาพที่ จ.11 (a) ที่วงจรอินพุตโดยต่อแรงดันไฟสลับที่อินพุต (V_{in}) ต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟตรงที่ไบแอสให้กับเบสและอิมิตเตอร์ และในวงจรเอาต์พุตต่อตัวต้านทาน R_c ที่รอยต่อเบสและคอลเล็กเตอร์อนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟตรงที่ไบแอส จากวงจรในภาพที่ จ.11 (a) นำมาเขียนวงจรสมมูลได้ดังภาพที่ จ.11 (b) ค่าความต้านทานระหว่างรอยต่อเบสและอิมิตเตอร์จะมีค่าน้อยมากค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่าความต้านทานภายในอิมิตเตอร์ (Internal AC Emitter Resistance) หรือ r_e



ภาพที่ จ.11 วงจรไบแอสทรานซิสเตอร์ที่มีแหล่งจ่ายสัญญาณไฟสลับที่อินพุต

พิจารณาจากภาพที่ 6.11 (b) กระแส I_c หาได้จากสมการ

$$I_c = \frac{V_{in}}{r_e}$$

ค่าโดยประมาณ $I_c \cong I_e$ ดังนั้นแรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อม R_c คือ

$$V_{out} \cong I_c \cdot R_c$$

อัตราขยายแรงดัน (Voltage Gain, A_v) ในวงจรขยายทรานซิสเตอร์ อัตราขยายแรงดันคือ อัตราส่วนระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันอินพุตดังสมการ 1.6

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (1.6)$$

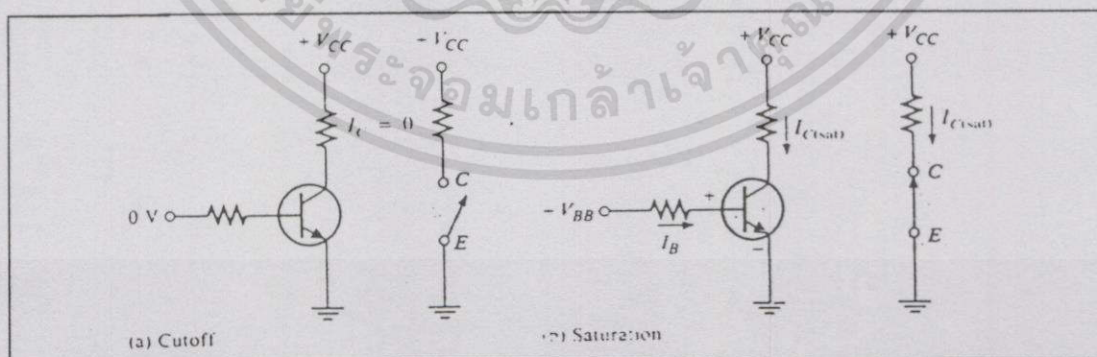
หรือเขียนสมการใหม่ได้ว่า

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} \cong \frac{I_c \cdot R_C}{I_c \cdot r_c}$$

$$A_v \cong \frac{R_C}{r_c} \quad (1.7)$$

การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์

ทรานซิสเตอร์นอกจากจะใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณแล้ว ยังสามารถนำมาสร้างเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Switch) โดยการป้อนกระแสเบส (I_B) ให้กับเบสของทรานซิสเตอร์เพื่อให้รอยต่อระหว่างคอลเล็กเตอร์กับอิมิตเตอร์นำกระแสได้และต้องจ่ายกระแสเบสให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสอิ่มตัว (Saturation) จะเกิดกระแสไหลผ่านคอลเล็กเตอร์กับอิมิตเตอร์ $I_{C(sat)}$ เปรียบได้กับว่าสวิตช์ระหว่างจุด C และ E ทำงานได้ดังรูปที่ 1.12 (b) และเมื่อหยุดป้อนกระแสเบสให้กับเบสของทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์จะไม่สามารถทำงานเป็น สวิตช์ได้ กระแสคอลเล็กเตอร์จะ ไม่ไหลผ่านรอยต่อไปสู่อิมิตเตอร์ (I_C เท่ากับ 0) ขณะนี้ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะคัตออฟ (Cutoff) เปรียบได้ว่าสวิตช์ระหว่างจุด C และ E ปิดสวิตช์ทำงานไม่ได้ดังภาพที่ 1.12 (a)



ภาพที่ 1.12 การทำงานของทรานซิสเตอร์ในสภาวะเปิด (Cutoff) และสภาวะปิด (Saturation)

สวิตช์เปิด (Open-switch) การทำงานของทรานซิสเตอร์เมื่อสวิตช์เปิด คือสภาวะจุดตัดออฟ เมื่อทำการวัดแรงดันตกคร่อมรอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์และอิมิตเตอร์

$$V_{CE(\text{cutoff})} = V_{CC} \quad (1.8)$$

สวิตช์ปิด (Closed-switch) การทำงานของทรานซิสเตอร์เมื่อสวิตช์ปิด คือสภาวะจุดอิ่มตัว ในสภาวะนี้สามารถวัดค่ากระแสคอลเลกเตอร์ขณะอิ่มตัวได้ ว่าเมื่อแรงดันอิมิตเตอร์ระหว่าง C และ E คือ $V_{CE(\text{sat})} \cong 0.2 \text{ V}$ เมื่อเป็นซิลิคอนทรานซิสเตอร์

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}}{R_C} \quad (1.9)$$

ถ้าละทิ้งค่า $V_{CE(\text{sat})}$ ซึ่งน้อยมากออกไปได้ว่า

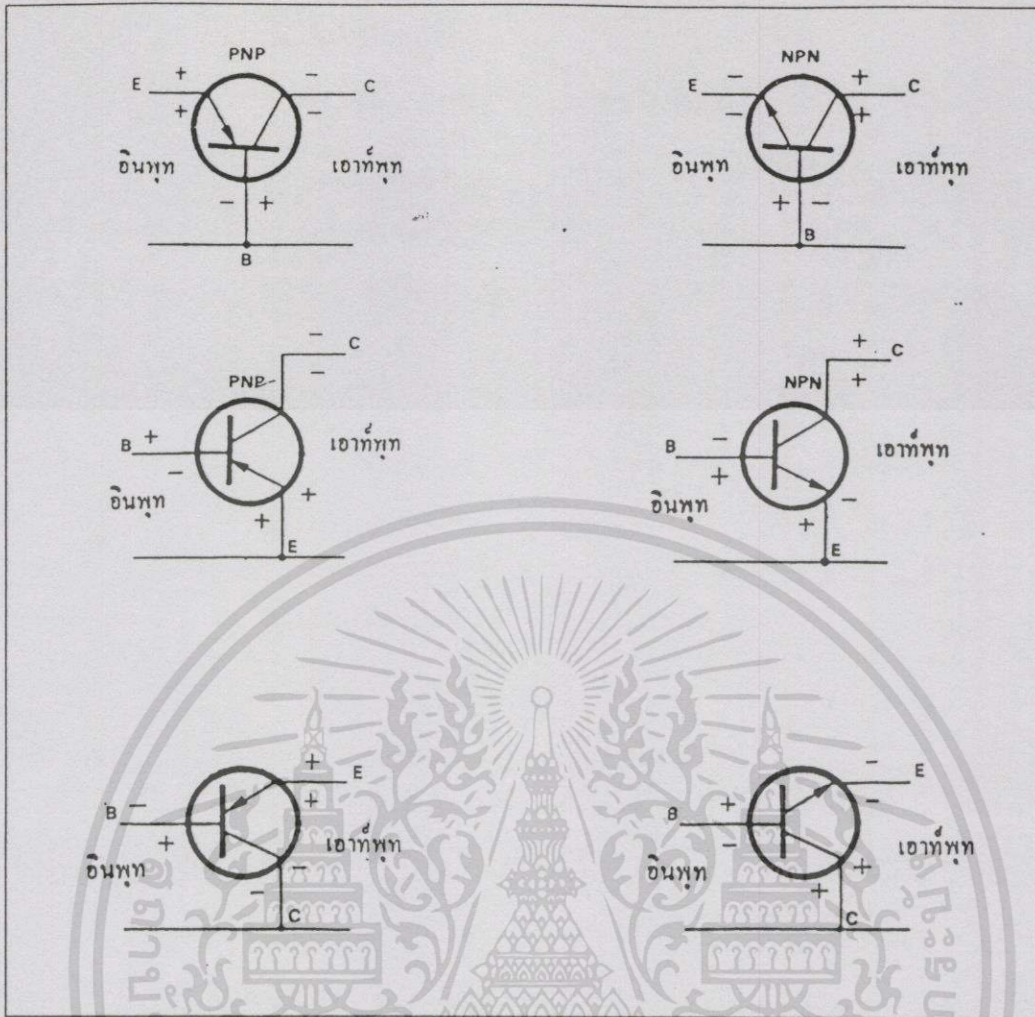
$$I_{C(\text{sat})} \cong \frac{V_{CC}}{R_C} \quad (1.10)$$

ค่ากระแสเบสน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดค่ากระแสคอลเลกเตอร์อิ่มตัว

$$I_{B(\text{min})} = \frac{I_{C(\text{sat})}}{\beta_{dc}} \quad (1.11)$$

ลักษณะการจัดวงจรทรานซิสเตอร์

เมื่อจะจัดวงจรของทรานซิสเตอร์ให้มีขั้วอินพุตและเอาต์พุตจะจัดได้กี่แบบเรารู้กันอยู่แล้วว่าทรานซิสเตอร์มีอยู่ 3 ขาดังนั้นโอกาสที่จะจัดให้มีอินพุตและเอาต์พุตก็จะได้วงจรพื้นฐาน 3 แบบคือวงจรเบสร่วม วงจรอิมิตเตอร์ร่วม และวงจรคอลเลกเตอร์ร่วมและเพื่อให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ในภาวะแอกทีฟ (active) แรงดันระหว่างขาต่าง ๆ จะต้องมีขั้วตามภาพที่ จ.13



ภาพที่ จ.13 ลักษณะการจัดทรานซิสเตอร์พื้นฐาน 3 แบบขั้วแรงดันระหว่างขาของ ทรานซิสเตอร์ ต้องเป็นไปตามรูปจึงจะให้การทำงานในสภาวะกัมมันต์ที่ถูกต้อง

โปรดสังเกตด้วยว่าขั้วแรงดันระหว่างขาทรานซิสเตอร์ที่เหมือน ๆ กันสำหรับวงทั้ง 3 แบบของ PNP จะเหมือนกัน และสำหรับวงทั้ง 3 แบบของ NPN ก็เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าเอามิเตอร์วัดแรงดันระหว่างขาอิมิตเตอร์และขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ขั้วลบของมิเตอร์จะต้องต่อกับขาของคอลเล็กเตอร์และขั้วบวกจะต้องต่อกับขาอิมิตเตอร์ลองตรวจสอบดูที่ วงจรทั้ง 3 แบบในภาพที่ 6.13 เข็มมิเตอร์จะต้องไม่ตีกลับถ้าตีกลับแสดงว่าทิศทางของแรงดันตรงข้ามดังนั้นเราให้ไปแอสกับทรานซิสเตอร์ผิดต้องแก้ไขใหม่

เมื่อพิจารณาตัวทรานซิสเตอร์ NPN บ้างหลักการพิจารณาก็คล้าย ๆ กับชนิดของ PNP เพียงแต่ว่าขั้วของมิเตอร์จะต้องกลับกันคือต้องใช้ขั้วบวกแตะที่ขาคอลเล็กเตอร์และขั้วลบต่อที่ขาอิมิตเตอร์

แรงดันที่น่าจดจำเอาไว้คือแรงดันระหว่างขาเบสกับอิมิตเตอร์ซึ่งเขียนย่อได้ว่า V_{BE} V_{BE} จะมีค่าประมาณ 0.2 โวลต์สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิดเยอรมันเนียม และประมาณ 0.6 โวลต์

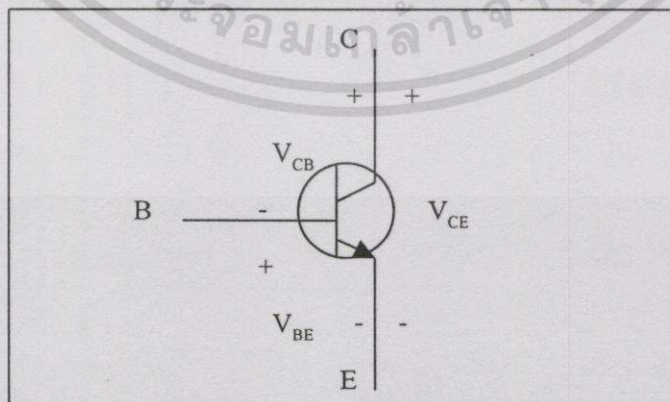
สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิดซิริคอนแรงดันค่านี้จะเป็นตัวยืนยันว่าขาเบสและอิมิตเตอร์ได้รับการไบแอสตรงค่าสำหรับขั้วของแรงดันก็จะสังเกตเอาได้จากภาพที่ 6.13 ตัวอย่างเช่น ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP แบบซิริคอนจะมีแรงดัน V_{BE} ในขณะที่งานปกติเป็น -0.6 โวลต์ เรืองหมายลบนี้แสดงว่าขาเบสเป็นลบเมื่อเทียบกับขาอิมิตเตอร์หรือจะพูดอีกแบบหนึ่งได้ว่าขาอิมิตเตอร์เป็นบวกมากกว่าขาเบส เมื่อจะใช้มิเตอร์วัดค่าแรงดันให้อ่านค่าได้เป็นบวกก็ต้องเอาขั้วบวกแตะที่อิมิตเตอร์และลบแตะที่เบส

ค่าแรงดัน V_{BE} ที่ให้จำไว้มีประโยชน์ในการวิเคราะห์และตรวจซ่อมวงจรแต่ต้องระลึกอยู่เสมอว่าเป็นเพียงค่าประมาณบาทว่าอาจจะวัดได้ 0.65 โวลต์ (สำหรับชนิด NPN แบบซิริคอน) บางตัวอาจจะวัดได้ 0.56 โวลต์ ยิ่งถ้าเป็นทรานซิสเตอร์ที่กำลังทำงานโดยมีกระแสเบสและกระแสคอลเลกเตอร์ที่กำลังทำงานโดยมีกระแสเบสและกระแสคอลเลกเตอร์สูง ๆ V_{BE} อาจสูงมากถึง 1 โวลต์

เมื่อทราบว่าแรงดันเท่าใดจึงเรียกว่าได้รับไบแอสตรงแล้วก็อาจจะสงสัยว่าแรงดันคร่อมขาเบสและคอลเลกเตอร์ต้องมีค่าเท่าใดถึงจะเรียกว่าไบแอสกลับ คำตอบก็มีค่าเท่าใดก็ได้มีเงื่อนไขเพียงว่าต้องมีขั้วแรงดันคร่อมเบสและคอลเลกเตอร์อยู่ในลักษณะการไบแอสกลับ เช่น สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขาเบสต้องเป็นบวกเมื่อเทียบกับกับขาคอลเลกเตอร์นั่นคือ V_{BC} มีค่าเป็นบวก หรือเขียนกลับใหม่เป็น V_{CB} ต้องมีค่าเป็นลบสำหรับ NPN ก็เพียงแต่ใส่เครื่องหมายให้เป็นตรงข้ามกันเท่านั้น มีที่น่าสังเกตอีกแห่งหนึ่งคือ

$$V_{BE} = V_{BC} + V_{CE} \quad (1.12)$$

สมการนี้ได้มาจากความจริงธรรมดาตามกฎแรงดันของเคชชโฮฟที่ว่าแรงดันจากเบสไปอิมิตเตอร์ในทิศทางหนึ่งจะมีค่าเท่ากับแรงดันจากเบสไปอิมิตเตอร์ในอีกทิศทางหนึ่งของให้ดูภาพที่ จ.14 อาจเข้าใจได้ดีขึ้นจากสมการ (1.12) เขียนใหม่ให้สอดคล้องกับภาพที่ จ.14 ได้ดังนี้



ภาพที่ จ.14 แสดงขั้วของแรงดันที่ขาต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ชนิดในภาวะทำงานปกติ

$$V_{CE} = V_{CB} + V_{BE} \quad (1.14)$$

ค่าต่ำที่สุดของ V_{CB} ที่ยังทำให้ไดโอดกลับอยู่ก็คือ 0 จะมีค่าน้อยกว่าศูนย์ไม่ได้ ดังนั้น V_{CB} จึงมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ V_{BE} สมการนี้ช่วยให้เราได้ข้อเท็จจริงเพิ่มอีกอย่างหนึ่งว่าเมื่อต้องการให้ ขาเบสและคอลเลกเตอร์ได้รับไบแอสกลับ V_{CE} จะต้องมีค่ามากกว่า V_{BE} ในทางปฏิบัติมักให้ V_{CE} มีค่ามากกว่า 1 โวลต์ขึ้นไป

จึงสรุปได้ง่าย ๆ ว่าไม่ว่าวงจรนั้นจะกลับขั้วช้อนมากเพียงไรให้ทรานซิสเตอร์อยู่ใน สภาวะแอกตีฟซึ่งพร้อมที่จะขยายสัญญาณได้แล้วต้องจัดวงจรให้ได้เงื่อนไขต่อไปนี้คือ

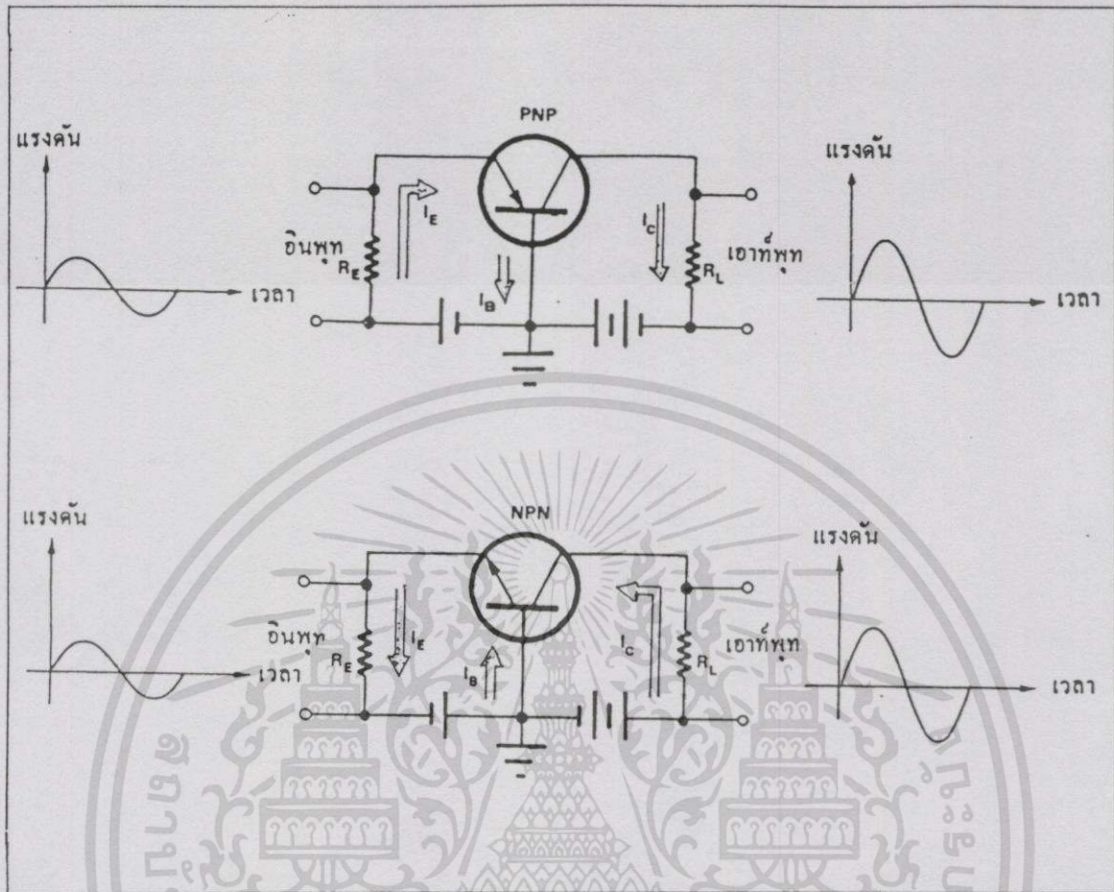
1. V_{BE} ต้องมีค่าประมาณ 0.2 โวลต์สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิดเยอรมันเนียมและประมาณ 0.6 โวลต์สำหรับชนิดซิลิคอน (มีเครื่องหมาย + หรือ - แล้วแต่ว่าเป็น NPN หรือ PN)
2. ต้องมีขั้วแรงดันในลักษณะที่ทำให้เกิดการไบแอสกลับ กล่าวคือ V_{CE} ต้องมีค่ามากกว่า V_{BE}

วงจรเบสร่วม (Common Base)

ในวงจรขยายเบสร่วมสัญญาณอินพุตจะถูกป้อนเข้ามาทางด้านอิมิตเตอร์และสัญญาณเอาต์พุต จะปรากฏคร่อมตัวต้านทาน R_L ที่คอลเลกเตอร์เมื่อป้อนสัญญาณอินพุตจะทำให้กระแสอิมิตเตอร์ (I_E) เกิดการเปลี่ยนแปลงไปกับสัญญาณและเป็นผลทำให้กระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) เปลี่ยนแปลง ด้วยสัญญาณเอาต์พุตที่คร่อมตัวต้านทาน R_L มีค่ามากแต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกระแส อิมิตเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับกระแสคอลเลกเตอร์เพื่อที่จะให้ขยายสัญญาณที่เอาต์พุตตัวต้านทาน R_L จะต้องมีค่ามากกว่าตัวต้านทานอินพุต จากภาพที่ จ.15 จะเห็นว่าสัญญาณเอาต์พุตจะมีรูปร่าง ลักษณะเหมือนกับสัญญาณอินพุตและมีเฟสเดียวกันด้วย

อัตราขยายกระแสของวงจรเบสร่วม ตามที่เราทราบกันแล้วว่าอัตราขยายกระแสคือค่า อัตราส่วนระหว่างกระแสเอาต์พุตกับกระแสอินพุต สำหรับวงจรเบสร่วมอัตราขยายกระแสหมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างกระแสคอลเลกเตอร์และกระแสอิมิตเตอร์เราเรียกชื่อเป็นภาษากรีกว่า อัล ฟ่า (α) โดยกำหนดเป็นสมการได้

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

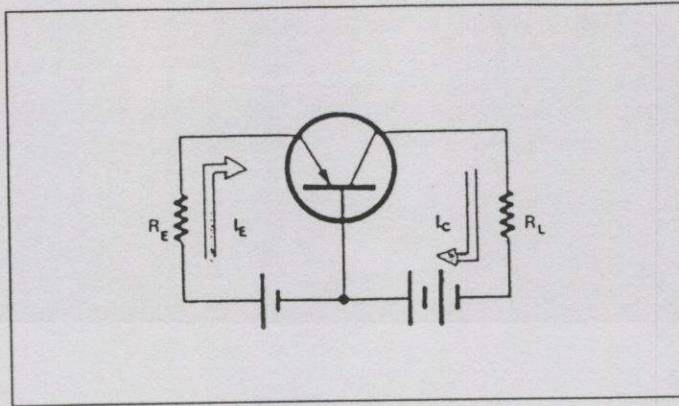


ภาพที่ จ.15 วงจรขยายพื้นฐานเบสร่วม

สมมติว่าวงจรตามภาพที่ จ.16 มีกระแสเบสเข้าที่ 6 มิลลิแอมแปร์และกระแสคอลเลกเตอร์ 5.83 มิลลิแอมแปร์ดังนั้นทรานซิสเตอร์ตัวนี้จะมีค่าอัลฟา (α) เป็น

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{I_C}{I_E} \\ &= \frac{5.83}{6} \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.16 วงจรเบสร่วมที่ใช้คำนวณหาค่าอัลฟา

สำหรับวงจรเบสร่วมอัตราขยายของวงจรขอมมีค่าน้อยกว่าหนึ่งทั้งนี้เพราะกระแสเอมิเตอร์จะมีค่ามากกว่ากระแสคอลเลกเตอร์เสมอ

อัตราขยายกำลังงานและอัตราขยายแรงดันของวงจรเบสร่วม ถึงแม้ว่าวงจรเบสร่วมจะไม่ให้ผลในเรื่องอัตราขยายกระแสอย่างแท้จริงทั้งนี้เพราะค่าอัลฟาของทรานซิสเตอร์มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง แต่เนื่องจากการไบแอสแรงดันทางด้านอิมิตเตอร์กับเบส ทำให้ความต้านทานอิพุตมีค่าต่ำมาก และที่คอลเลกเตอร์ ถูกไบแอสกลับทำให้ความต้านทานเอาท์พุตมีค่าสูงมาก

ในการใช้ทรานซิสเตอร์ขยายสัญญาณสามารถเขียนความสัมพันธ์ของแรงดันเอาท์พุตกับแรงดันอินพุตในเทอมของอัตราขยายแรงดันซึ่งเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\text{อัตราขยายแรงดันของวงจรเบสร่วม} = \frac{\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาท์พุต}}{\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุต}}$$

หรือเขียนสัญลักษณ์จากสมการข้างต้นได้เป็น

$$A_v = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i}$$

เมื่อ A_v คือ อัตราขยายทางค่านแรงดัน

ΔV_o คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาท์พุต

ΔV_i คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่อินพุต

จากกฎของโอห์มเขียนสมการได้เป็น $\nabla V_o = \nabla I_c R_L$ และอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันทางด้านอินพุต $\nabla V_i = \nabla I_E R_i$ นั่นคืออัตราขยายแรงดันสามารถหาได้จาก

$$A_v = \frac{\nabla I_c R_L}{\nabla I_E R_i}$$

$$= \alpha \frac{R_L}{R_i}$$

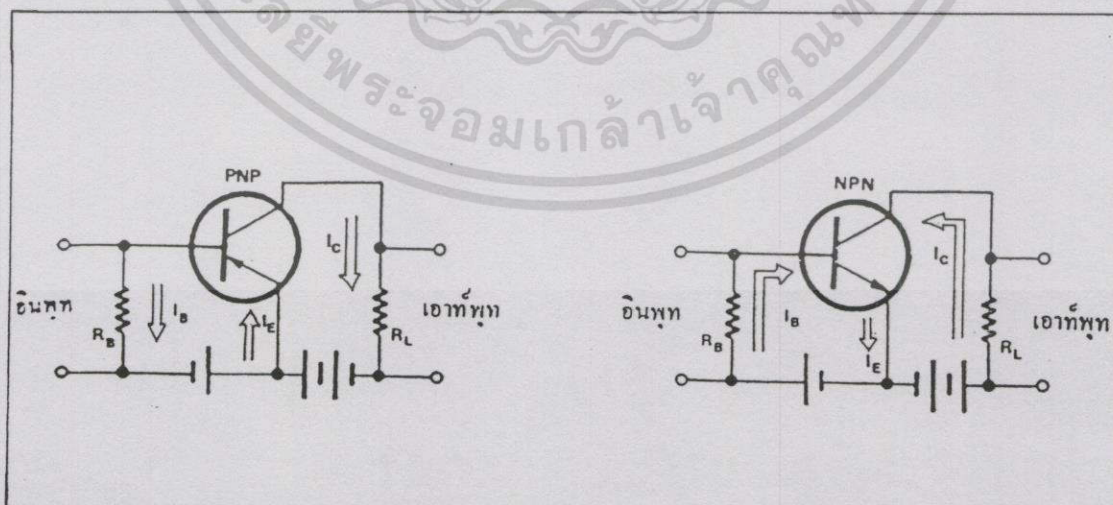
อัตราส่วนการขยายกำลังงานของวงจรเบสร่วมจะมีค่าเท่ากับผลคูณของอัตราขยายกระแส (α) กับอัตราขยายทางด้านแรงดันดังสมการ

$$\frac{\nabla I_c^2 R_L}{\nabla I_E^2 R_L}$$

อัตราขยายทางด้านกำลังงาน $P_G = \alpha \times A_v$

วงจรอิมิตเตอร์ร่วม (Common Emitter Circuit)

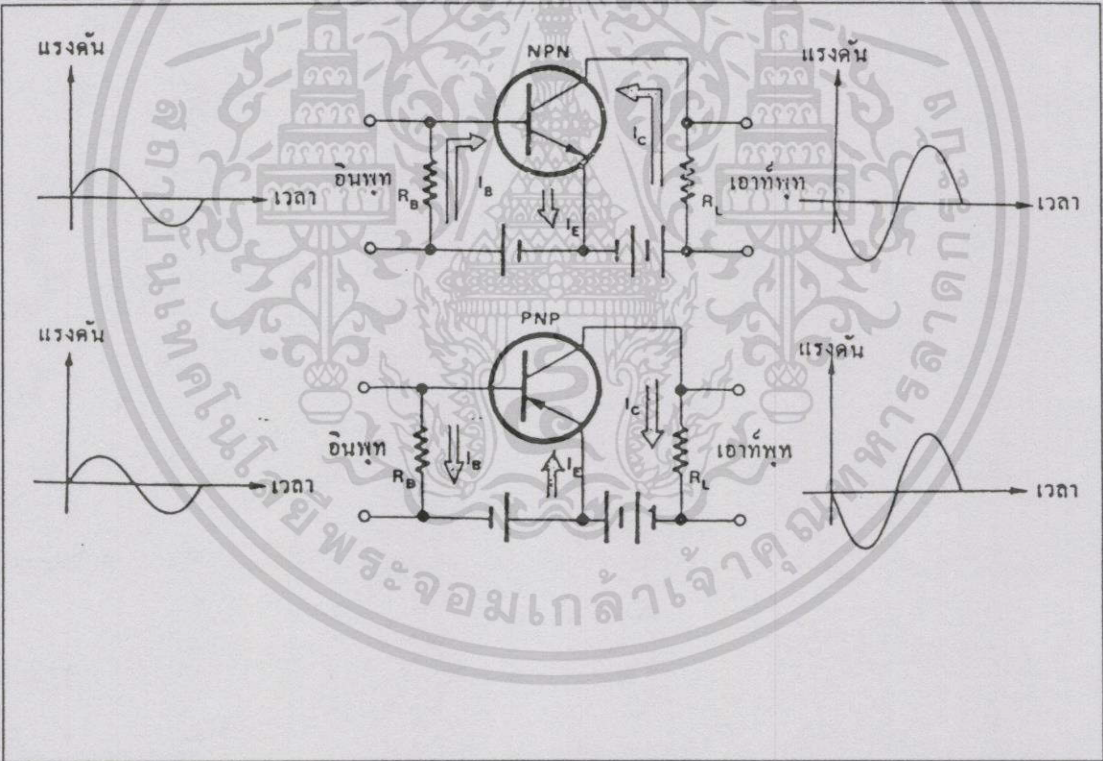
ในวงจรอิมิตเตอร์ร่วมขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์จะอยู่ร่วมอยู่ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดแล้วขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ก็เหมือนกับคาโอด ดังนั้นวงจรอิมิตเตอร์ร่วมจึงให้คุณสมบัติในการขยายสัญญาณเหมือนกับวงจรหลอดสุญญากาศ วงจรที่แสดงทั้งสองรูปนี้เป็นวงจรพื้นฐานของวงจรอิมิตเตอร์ร่วม



ภาพที่ จ.17 วงจรอิมิตเตอร์ร่วม

สัญญาณอินพุตจะถูกป้อนเข้าทางด้านเบสและสัญญาณทางด้านเอาต์พุตจะตกร่วมตัวต้านทาน R_L ที่ขั้วคอลเลกเตอร์เมื่อเทียบกับเบส (I_B) สูงขึ้นจะเป็นผลทำให้กระแสอิมิตเตอร์สูงขึ้นตามด้วย นั่นคือกระแสคอลเลกเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้น และในกรณีที่กระแสเบสลดลงกระแสคอลเลกเตอร์ก็จะลดลงด้วย หรือกล่าวได้ว่ากระแสคอลเลกเตอร์จะเป็นสัดส่วนกับกระแสเบส แรงดันที่เกิดขึ้นที่เอาต์พุตจะมีช่วงการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตเป็นผลทำให้เกิดอัตราขยายสัญญาณได้

จากวงจรรูปบนที่เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ในขณะที่กระแสเบสไหลออกจากขั้วเบสผ่านตัวต้านทาน R_L แต่กระแสคอลเลกเตอร์จะไหลผ่านขั้วคอลเลกเตอร์มายังตัวต้านทาน R_L เมื่อสัญญาณอินพุตทางครึ่งบวกผ่านเข้ามา มันจะทำให้แรงดันของการไบเอสตรงระหว่างขั้วเบสอิมิตเตอร์ลดลง หรือส่วนของกระแสเบสที่ไหลเข้าจะมีค่าลดลง ดังนั้นค่าแรงดันที่ตกร่วมตัวต้านทาน โหลดจึงมีค่าลดลง และในทำนองเดียวกัน เมื่อสัญญาณอินพุตลดลงมาครึ่งลบ มันจะทำให้กระแสเบสมีค่าสูงขึ้น นั่นคือสัญญาณเอาต์พุตที่เกิดขึ้นจะมีเฟสตรงข้ามกับสัญญาณอินพุตดังกล่าว



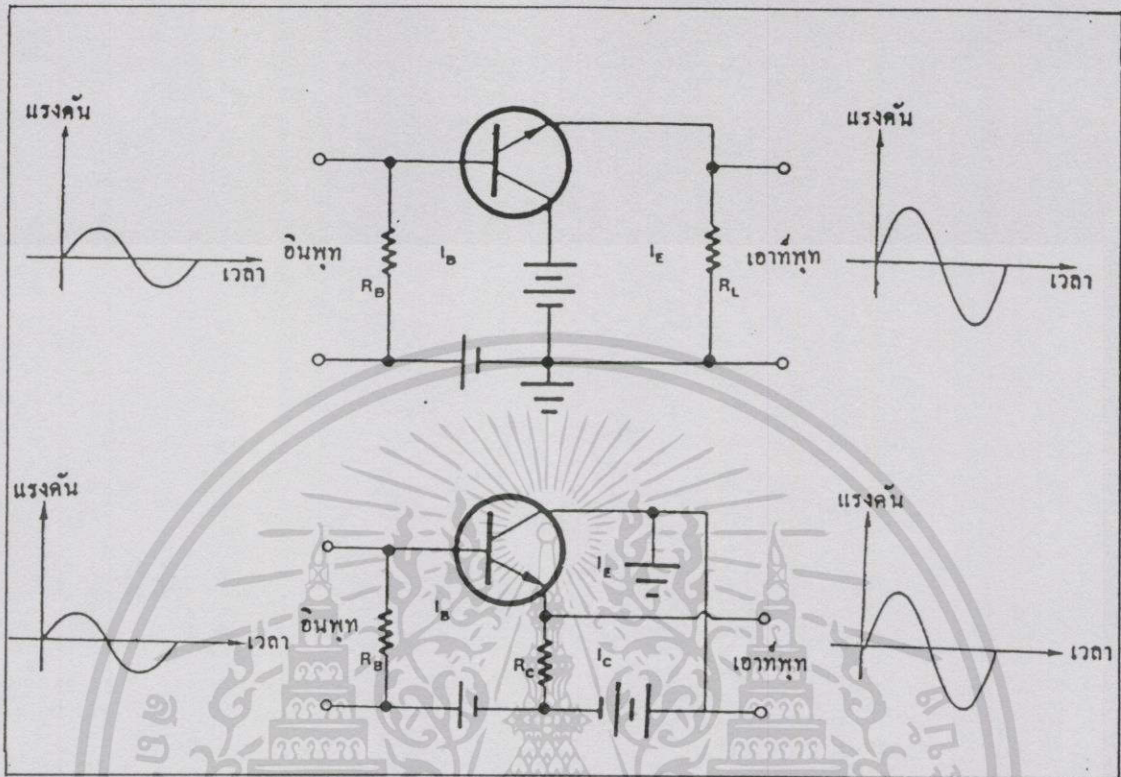
ภาพที่ จ.18 แสดงสัญญาณเอาต์พุตของวงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีเฟสตรงข้ามกับสัญญาณอินพุต

วงจรคอลเลกเตอร์ร่วม (Common Collector Circuit)

ในวงจรขยายแบบขั้วคอลเลกเตอร์ร่วมนั้นหมายความว่าต่อขั้วคอลเลกเตอร์ร่วมระหว่างอินพุต และเอาต์พุต โดยปกติแล้วขั้วคอลเลกเตอร์จะไม่ต่อลงกราวด์โดยตรงเลย แต่จะต่อกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรตั้งนั้นวงจรคอลเลกเตอร์ร่วมก็คือวงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่ใช้แรงดันคร่อมตัวต้านทานอิมิตเตอร์นั่นเอง ขอให้สังเกตภาพที่ จ.19



ภาพที่ จ.20 วงจรขยายเบสคอลเลกเตอร์ร่วม

วงจรขยายแบบนี้โดยทั่วไปเรียกว่า วงจรขยายอิมิตเตอร์ฟอล์โลเวอร์ (Emitter Follower) โดยให้สัญญาณอินพุตป้อนเข้าทางเบส และสัญญาณเอาต์พุตจะตกคร่อมตัวต้านทาน R_L ที่ขั้วอิมิตเตอร์ เช่นเดียวกับวงจรทั่ว ๆ ไป แรงดันของสัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้าจะมีผลในทางช่วยเสริมหรือหักล้างแรงดันไฟตรงที่ให้การไบแอสตัวทรานซิสเตอร์อยู่ เมื่อสัญญาณอินพุตทางครึ่งบวกป้อนเข้ามาขั้ววงจร มันจะช่วยเสริมกระแสเบสจากการไบแอสให้มีค่าสูงขึ้นเป็นผลทำให้เกิดกระแสอิมิตเตอร์สูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นสัญญาณเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวอิมิตเตอร์ก็จะมีค่าสูงขึ้น และในทำนองเดียวกันถ้าสัญญาณทางครึ่งลบป้อนเข้ามา มันจะมีทิศทางลดกระแสเบสจากการไบแอสลง ทำให้กระแสอิมิตเตอร์ลดลงด้วยสัญญาณเอาต์พุตจึงมีค่าลดลงดังภาพที่ จ.20

วงจรคอลเลกเตอร์ร่วมมีข้อแตกต่างจากวงจรอิมิตเตอร์และเบสร่วมคือมีสภาวะต้านทานเอาต์พุตสูงและทางเอาต์พุตต่ำ ดังนั้นอัตราขยายทางแรงดันจึงมีค่าต่ำโดยทั่วไปน้อยกว่าหนึ่ง ส่วนอัตราขยายกระแสของวงจรเช่นนี้จะมีความสูงที่สุดเพราะเป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอิมิตเตอร์กับกระแสเบส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ชั้นสาร P คือข้อใด ?

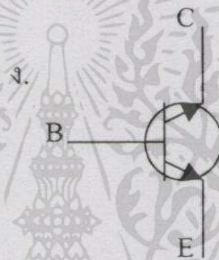
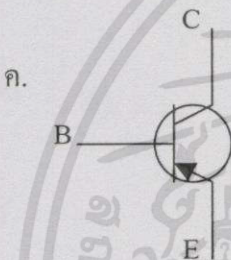
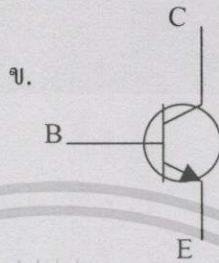
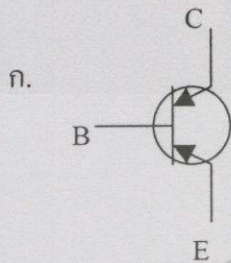
ก. เบส, อิมิตเตอร์

ข. เบส, คอลเลกเตอร์

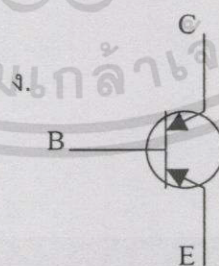
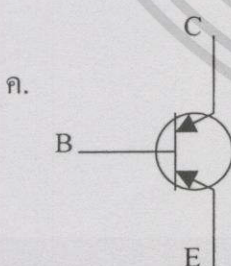
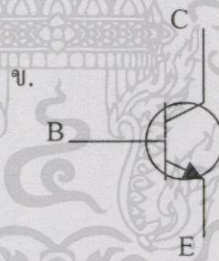
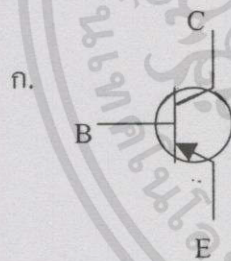
ค. เบส , กราเวนค์

ง. อิมิตเตอร์ , คอลเลกเตอร์

7. สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ ?



8. สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP คือ ?



9. การไบแอสทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป เราสามารถไบแอสทรานซิสเตอร์ได้กี่แบบ ?

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

ตารางที่ ฉ.1 เฉลยคำตอบของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | คำตอบ |
|--------|-------|
| 1 | ค |
| 2 | ก |
| 3 | ข |
| 4 | ก |
| 5 | ข |
| 6 | ง |
| 7 | ข |
| 8 | ก |
| 9 | ข |
| 10 | ก |
| 11 | ก |
| 12 | ข |
| 13 | ค |
| 14 | ก |
| 15 | ข |
| 16 | ก |
| 17 | ข |
| 18 | ง |
| 19 | ข |
| 20 | ก |
| 21 | ค |
| 22 | ก |
| 23 | ง |
| 24 | ก |
| 25 | ข |
| 26 | ข |
| 27 | ค |
| 28 | ค |
| 29 | ก |
| 30 | ง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

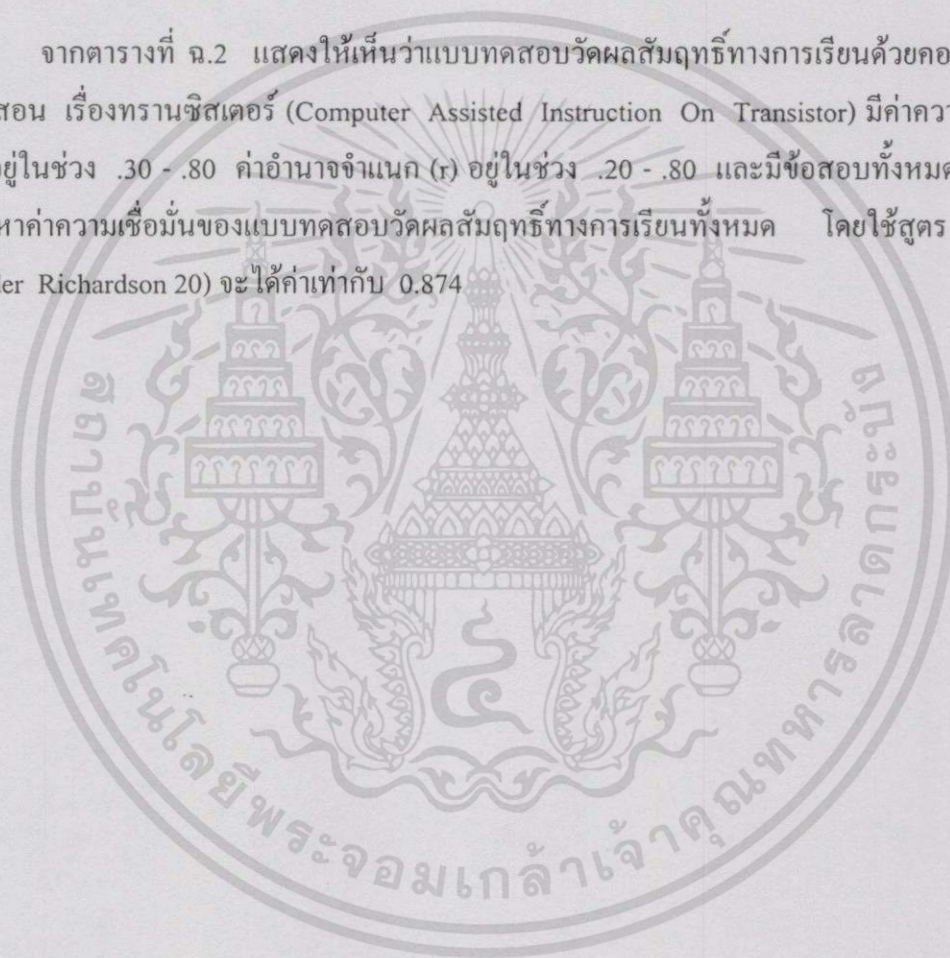
| ข้อที่ | ความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | p | q | pq |
|--------|-----------------|-------------------|------|------|-------|
| 1 | 0.800 | 0.400 | 0.80 | 0.20 | 0.16 |
| 2 | 0.333 | 0.266 | 0.33 | 0.67 | 0.221 |
| 3 | 0.600 | 0.266 | 0.60 | 0.40 | 0.24 |
| 4 | 0.633 | 0.466 | 0.63 | 0.37 | 0.233 |
| 5 | 0.800 | 0.400 | 0.80 | 0.20 | 0.16 |
| 6 | 0.566 | 0.333 | 0.57 | 0.43 | 0.245 |
| 7 | 0.400 | 0.800 | 0.40 | 0.60 | 0.24 |
| 8 | 0.666 | 0.266 | 0.67 | 0.33 | 0.221 |
| 9 | 0.766 | 0.200 | 0.77 | 0.23 | 0.177 |
| 10 | 0.633 | 0.333 | 0.63 | 0.37 | 0.233 |
| 11 | 0.700 | 0.333 | 0.70 | 0.30 | 0.21 |
| 12 | 0.500 | 0.200 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 13 | 0.566 | 0.466 | 0.57 | 0.43 | 0.245 |
| 14 | 0.700 | 0.600 | 0.70 | 0.30 | 0.21 |
| 15 | 0.833 | 0.333 | 0.83 | 0.17 | 0.141 |
| 16 | 0.400 | 0.400 | 0.40 | 0.60 | 0.24 |
| 17 | 0.670 | 0.400 | 0.67 | 0.33 | 0.221 |
| 18 | 0.800 | 0.400 | 0.80 | 0.20 | 0.16 |
| 19 | 0.400 | 0.400 | 0.40 | 0.60 | 0.24 |
| 20 | 0.866 | 0.266 | 0.87 | 0.13 | 0.113 |
| 21 | 0.533 | 0.266 | 0.53 | 0.47 | 0.249 |
| 22 | 0.333 | 0.400 | 0.33 | 0.67 | 0.221 |
| 23 | 0.633 | 0.600 | 0.63 | 0.37 | 0.233 |
| 24 | 0.500 | 0.466 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 25 | 0.533 | 0.666 | 0.53 | 0.47 | 0.249 |
| 26 | 0.866 | 0.266 | 0.87 | 0.13 | 0.113 |
| 27 | 0.466 | 0.400 | 0.47 | 0.53 | 0.249 |
| 28 | 0.300 | 0.333 | 0.30 | 0.70 | 0.21 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.๒ (ต่อ) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | p | q | pq | |
|-------------------------------|-------------------------------|--|------|------|------|----------------------|
| 29 | 0.466 | 0.266 | 0.47 | 0.53 | 0.24 | |
| 30 | 0.666 | 0.266 | 0.67 | 0.33 | 0.22 | |
| จำนวนข้อ สอบ n = 30 ข้อ | จำนวนผู้ทำข้อสอบ N = 30 คน | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด $S^2 = 41.457$ | | | | $\sum pq$ = 6.394 |

จากตารางที่ ๑.๒ แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์ (Computer Assisted Instruction On Transistor) มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง .30 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง .20 - .80 และมีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR20 (Kuder Richardson 20) จะได้ค่าเท่ากับ 0.874



ตารางที่ ๓.3 ผลของแบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

| หัวข้อประเมิน | ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ | ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน | ความ หมาย |
|---|--|--------------------------|--------------|
| 1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | 5 | 0.16 | ดีมาก |
| 2. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน | 4.5 | 0.01 | ดีมาก |
| 3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | 5 | 0.16 | ดีมาก |
| 4. ความสัมพันธ์สอดคล้องของเนื้อหาใน แต่ละตอน | 4.5 | 0.01 | ดีมาก |
| 5. ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาตาม ขั้นตอน | 5 | 0.16 | ดีมาก |
| 6. ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหา | 5 | 0.16 | ดีมาก |
| 7. ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | 5 | 0.16 | ดีมาก |
| 8. ความสัมพันธ์ระหว่างการนำเสนอภาพ และคำบรรยายกับเนื้อหา | 4.5 | 0.01 | ดีมาก |
| 9. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลาใน แต่ละตอน | 4.5 | 0.01 | ดีมาก |
| 10. ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหากับเวลา ทั้งหมด | 4.5 | 0.01 | ดีมาก |
| | $\bar{X} = 4.60$ | S.D. = 0.92 | ดีมาก |

จากตารางที่ ๓.3 เป็นผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเนื้อหา ของผู้
ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน พบว่าการประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ทางด้านเนื้อหานั้นได้ค่าการประเมินเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.60 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วพบว่า สื่อบท
เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ มีการนำเสนอ
ทางด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เท่ากับ
0.92

ตารางที่ ๓.4 ผลของแบบประเมินสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

| หัวข้อประเมิน | ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ | ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน | ความ หมาย |
|---|--|--------------------------|--------------|
| 1. ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 2. จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย | 4 | 0.44 | ดี |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 4. การให้ข้อมูลหรือผลป้อนกลับที่เหมาะสม | 4.5 | 0.028 | ดีมาก |
| 5. การจัดสรรเนื้อหาและพื้นที่การใช้งานบนจอได้ เหมาะสม | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 6. การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมและน่า สนใจ | 4 | 0.44 | ดี |
| 7. ความเหมาะสมของการใช้ภาพ และข้อความ ในการสื่อความหมาย | 4.5 | 0.028 | ดีมาก |
| 8. ในการใช้งานไม่มีปัญหาด้านเทคนิค | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 9. การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 10. การซ่อมเสริมได้จัดไว้เหมาะสม | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| 11. ปุ่มหรือคำสั่งในการควบคุมบทเรียนแสดงไว้ อย่างชัดเจน และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม | 4.5 | 0.11 | ดีมาก |
| 12. มีการเสริมแรงอย่างถูกต้อง และเหมาะสม | 4.5 | 0.028 | ดีมาก |
| 13. มีการประเมินผลที่เหมาะสมสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ และเนื้อหา | 4.5 | 0.028 | ดีมาก |
| 14. มีการบันทึกผลการเรียน และผลการตอบ สนองต่อบทเรียนอย่างเหมาะสม | 5 | 0.11 | ดีมาก |
| | $\bar{X} = 4.67$ | S.D. = 1.337 | ดีมาก |

จากตารางที่ ๓.4 เป็นผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 2 ท่าน ผลการประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าประเมินเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับเกณฑ์แล้วพบว่า สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องทรานซิสเตอร์ มีการนำเสนอทางด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในเกณฑ์ดีมาก และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เท่ากับ 1.337

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.5 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

| คนที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน |
|-------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 10 | 16 | 20 |
| 2 | 13 | 19 | 23 |
| 3 | 19 | 22 | 26 |
| คะแนนรวม | 42 | 57 | 69 |
| คะแนนเฉลี่ย | 14 | 19 | 23 |
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 | 30 |
| | | $E_1 = 63.33$ | $E_2 = 76.66$ |

ตารางที่ ๓.6 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดลองแบบกลุ่มเล็ก

| คนที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน |
|-------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 8 | 13 | 15 |
| 2 | 13 | 17 | 22 |
| 3 | 19 | 28 | 28 |
| 4 | 20 | 28 | 29 |
| 5 | 16 | 21 | 21 |
| 6 | 13 | 16 | 23 |
| 7 | 19 | 26 | 27 |
| 8 | 15 | 24 | 22 |
| 9 | 16 | 25 | 26 |
| 10 | 11 | 18 | 25 |
| คะแนนรวม | 150 | 216 | 238 |
| คะแนนเฉลี่ย | 15.0 | 21.6 | 23.8 |
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 | 30 |
| | | $E_1 = 72.00$ | $E_2 = 79.33$ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.7 คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการทดลองแบบภาคสนาม

| คนที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน |
|-------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 10 | 21 | 28 |
| 2 | 12 | 24 | 24 |
| 3 | 12 | 19 | 26 |
| 4 | 14 | 22 | 24 |
| 5 | 15 | 24 | 25 |
| 6 | 14 | 23 | 25 |
| 7 | 18 | 25 | 25 |
| 8 | 15 | 26 | 26 |
| 9 | 13 | 24 | 23 |
| 10 | 16 | 25 | 23 |
| 11 | 17 | 27 | 26 |
| 12 | 15 | 28 | 29 |
| 13 | 12 | 23 | 22 |
| 14 | 16 | 24 | 23 |
| 15 | 12 | 26 | 27 |
| 16 | 16 | 26 | 26 |
| 17 | 15 | 25 | 25 |
| 18 | 17 | 24 | 26 |
| 19 | 13 | 25 | 23 |
| 20 | 11 | 25 | 24 |
| คะแนนรวม | 283 | 486 | 500 |
| คะแนนเฉลี่ย | 14.15 | 24.30 | 25.00 |
| คะแนนเต็ม | 30 | 30 | 30 |
| | | $E_1 = 81.00$ | $E_2 = 83.33$ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน

| คนที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน |
|---------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 9 | 22 | 26 |
| 2 | 11 | 23 | 28 |
| 3 | 12 | 21 | 24 |
| 4 | 14 | 24 | 23 |
| 5 | 16 | 23 | 25 |
| 6 | 13 | 25 | 25 |
| 7 | 18 | 28 | 25 |
| 8 | 15 | 27 | 26 |
| 9 | 10 | 25 | 23 |
| 10 | 14 | 26 | 22 |
| 11 | 17 | 27 | 26 |
| 12 | 13 | 24 | 28 |
| 13 | 16 | 26 | 27 |
| 14 | 12 | 24 | 22 |
| 15 | 13 | 25 | 25 |
| 16 | 15 | 25 | 26 |
| 17 | 15 | 24 | 25 |
| 18 | 16 | 25 | 26 |
| 19 | 11 | 23 | 25 |
| 20 | 13 | 26 | 26 |
| คะแนนรวม | 273 | 493 | 503 |
| คะแนนเฉลี่ย | 13.65 | 24.65 | 25.15 |
| คิดเป็นร้อยละ | 45.5 | 82.16 | 83.83 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.๑ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนปกติ

| ข้อที่ | คะแนนทดสอบก่อนเรียน | คะแนนทดสอบระหว่างเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียน |
|---------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | 11 | 24 | 25 |
| 2 | 13 | 25 | 24 |
| 3 | 16 | 25 | 24 |
| 4 | 16 | 25 | 25 |
| 5 | 15 | 26 | 27 |
| 6 | 13 | 26 | 27 |
| 7 | 12 | 22 | 26 |
| 8 | 16 | 26 | 25 |
| 9 | 17 | 27 | 28 |
| 10 | 15 | 23 | 25 |
| 11 | 16 | 25 | 24 |
| 12 | 12 | 22 | 24 |
| 13 | 16 | 26 | 27 |
| 14 | 18 | 28 | 28 |
| 15 | 14 | 22 | 24 |
| 16 | 13 | 22 | 25 |
| 17 | 15 | 24 | 25 |
| 18 | 12 | 21 | 25 |
| 19 | 14 | 24 | 24 |
| 20 | 12 | 20 | 24 |
| คะแนนรวม | 286 | 483 | 506 |
| คะแนนเฉลี่ย | 14.3 | 24.15 | 25.30 |
| คิดเป็นร้อยละ | 47.66 | 80.5 | 84.33 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 = คือประสิทธิภาพของขบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนได้ถูกต้อง

E_2 = คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คือคะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$ = คือคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N = คือจำนวนผู้เรียน

A = คือคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คือคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

แทนค่าจากตารางที่ 6.7 ภาคผนวกที่ จ หน้าที่ 98

$$E_1 = \frac{486}{20} \times 100$$

$$= 81.00$$

$$E_2 = \frac{500}{20} \times 100$$

$$= 83.33$$

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานใช้ t-test ชนิด Pooled Variance (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211-215).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ \bar{X}_1 = คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนปกติ)

\bar{X}_2 = คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

S_1^2 = คือค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

S_2^2 = คือค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

n_1 = คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 = คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

แทนค่าจากตารางที่ 6.8 และตารางที่ 6.9 ภาคผนวกที่ ฉ หน้าที่ 99-100

$$t = \frac{25.3 - 25.15}{\sqrt{\frac{(20 - 1) \times 1.905 + (20 - 1) \times 2.871}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}}$$

$$t = 0.3067$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายอาทิตย์ จิรวัดมนผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ด้วย นายวีระพจน์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ทรานซิสเตอร์"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ
นายวีระพจน์ ปรีพูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.3271199,7373000 ต่อ 3679

โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายโกวิท พันธุ์ทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ด้วย นายวิระพงษ์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ทรานซิสเตอร์"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ
นายวิระพงษ์ ปรีพูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนคลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายกุล อักษรนุ

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ

ด้วย นายวีระพงษ์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ทรานซิสเตอร์"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ
นายวีระพงษ์ ปรีพูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.3271199.7373000 ต่อ 3679

โทรสาร. 32690-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ สิงหาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายเฉลิม ชุมภูพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ

ด้วย นายวีระพจน์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ทรานซิสเตอร์"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ
นายวีระพจน์ ปรีพูล มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ
รับที่ ๒๓ / ๒๕๖๓
วันที่ ๑๐ / ๑๑ / ๒๕๖๓
เวลา



ที่ ทม 1504/ 5957

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๘ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ

ด้วย นายวีระพจน์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทวานซิสเตอร์ " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์
ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร ๒๖๙๐๔๐

ไม่ออก
ไม่ส่งเอกสาร
ไม่ตอบ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| |
|--------------|
| |
| ดร. ประเสริฐ |
| |
| ดร. ... |
| ดร. ... |
| ดร. ... |
| ดร. ... |



ที่ ทม 1504 / 0004

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 มกราคม 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด
 2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิระพงษ์ ปรีพูล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา กำลังทำวิจัยเพื่อเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเซอร์” และได้รับอนุมัติหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2543 ในการทำวิจัยเรื่องนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในสถานศึกษาของท่าน คณะครุศาสตรบัณฑิต จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรด ให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดย นายวิระวัฒน์ ปรีพูล

สาขาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา

ทรานซิสเตอร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

เรื่อง ทรานซิสเตอร์

Computer Assisted Instruction

On Transistor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

คำแนะนำ

เพื่อให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด
ท่านควรปฏิบัติตามนี้

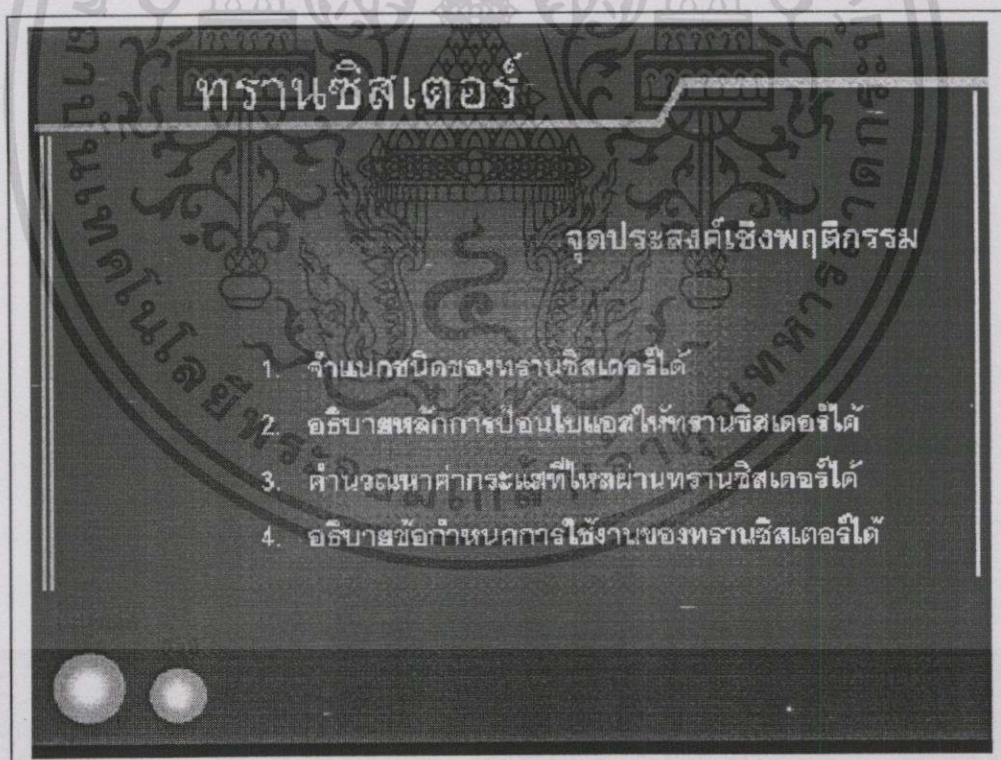
1. ศึกษาด้วยใจโดยมีสมาธิจดจ่อเนื้อหา
จากเรื่องที่ 1 ไปหาเรื่องที่ 2, 3 และ 4
2. การทำแบบฝึกหัดและแบบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนให้ผู้เรียนปฏิบัติตามคำสั่งอย่างเคร่งครัด

ทรานซิสเตอร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้
เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วย และส่งเสริมกิจกรรมการเรียน
การสอน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
ผู้เรียนสามารถกำหนดอัตราความก้าวหน้าในการเรียน
ของตนเองได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำแนะนำ

1. การเลือกคำตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
2. การเลือกคำตอบสามารถเลือกได้เพียงครั้งละหนึ่งข้อ
3. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียง 1 ครั้งต่อหนึ่งข้อ
4. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้โดยไม่กำหนดเวลา

ตกลง

ยกเลิก

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 1 ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดอะไร ?

| | |
|---|----|
| ก | PP |
| ข | NN |
| ค | PN |
| ง | PM |

ข้อที่ 1 / 30 ถูก 0 ผิด 0 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

หมดสอบ 20:15 น. เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 2...โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ ?



ก



ข



ค



ง

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 3...โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP คือ ?



ก



ข



ค



ง

ข้อที่ 3/30 ถูก 2 ผิด 1 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 4... ในการสร้างทรานซิสเตอร์มาใช้งาน เรานิยมสร้าง
ทรานซิสเตอร์ได้กี่แบบ ?

- ก 2 แบบ
- ข 3 แบบ
- ค 4 แบบ
- ง 5 แบบ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 5... ขั้วทั้งสามของทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ คือข้อใด ?

- ก PNP
- ข Base, Emitter, Collector
- ค NPN
- ง Input, Output, Ground

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 6...ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ชั้นสาร P คือข้อใด ?

- ก. เบส , อิมิตเตอร์
- ข. เบส , คอลเล็กเตอร์
- ค. เบส , กราเวนด์
- ง. อิมิตเตอร์ , คอลเล็กเตอร์

ข้อที่

ถูก

ผิด

ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

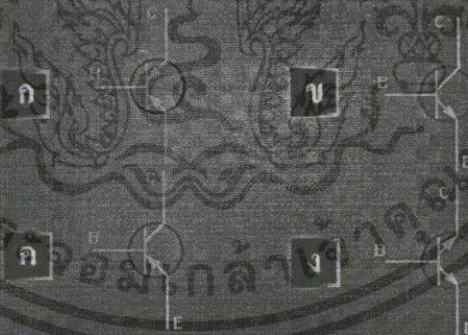
เวลาที่ใช้สอบ

00:00

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 7...สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ ?



ข้อที่

ถูก

ผิด

ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

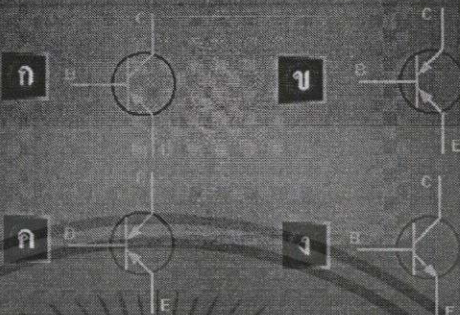
เวลาที่ใช้สอบ

00:00 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 8...สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP คือ ?



ข้อที่ _____ ถูก _____ ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
 เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 9...การไบแอสทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป เราสามารถไบแอสทรานซิสเตอร์ได้กี่แบบ ?

- ก 1 แบบ
- ข 2 แบบ
- ค 3 แบบ
- ง 4 แบบ

ข้อที่ _____ ถูก _____ ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
 เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 10...การไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN จะทำการไบแอสตรง
ให้กับรอยต่ออิมิตเตอร์-เบส เราจะให้ศักย์ไฟฟ้าอะไรกับ
ขาเบส ?

- ก บวก
- ข บวก ลบ
- ค ลบ บวก
- ง ลบ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 0:00 เวลาที่ใช้สอบ 0:17 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 11...กระแสที่ไหลเข้ามารอยต่อ BE ไผ่เล็กน้อยนั้นเรา
เรียกว่ากระแสอะไร ?

- ก I_B
- ข I_F
- ค I_A
- ง I_C

ข้อที่ 11/30 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 20:18 เวลาที่ใช้สอบ 0:17 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 12...ที่รอยต่อระหว่างคอลเล็กเตอร์กับเบสไดโอดไบแอสกลับ
จะทำให้เกิดบริเวณปลดกษาหะที่รอยต่ออะไร ?

- ก B_s
- ข B_c
- ค B_e
- ง B_c

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 13... V_{be} ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้การไบแอสแบบใดกับ
ทรานซิสเตอร์ ?

- ก ไบแอสกลับ
- ข ไบแอสเบส
- ค ไบแอสตรง
- ง ไบแอสตรง, ไบแอสกลับ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 14...Vcc ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้การไบแอสแบบใดกับทรานซิสเตอร์ ?

- ก ไบแอสกลับ
- ข ไบแอสตรง
- ค ไบแอสตรง , ไบแอสกลับ
- ง ไบแอสอีมีตเตอร์

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 15...ค่า β ที่ดีที่สุด ของทรานซิสเตอร์คือ ?

- ก อัตราขยายแรงดัน
- ข อัตราขยายกระแส
- ค อัตราขยายกำลัง
- ง ค่าความต้านทานภายใน

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 16...ค่า แอกล์ตัวดีซีปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 คืออยู่
ระหว่างค่าใด ?

- ก 0.95 - 0.99
- ข 0.59 - 0.98
- ง 0.69 - 0.90
- ค 0.90 - 0.90

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 17...สภาวะที่มีกระแสคอลเล็กเตอร์ไหลผ่านอิมิตเตอร์จนทำให้
แรงดันตกคร่อมรอยต่อระหว่าง C และ E เรียกว่าอะไร ?

- ก จุดคงที่
- ข จุดอิ่มตัว
- ง จุดค่าสุด
- จ จุดกลาง

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 18... วัตถุประสงค์แรกของทรานซิสเตอร์เราเรียกว่าอะไร ?

- ก แอลพี
- ข จิกน้ำ
- ค โอทัวเมก้า
- ง เมต้า

ข้อที่ 18/30 ถูก 0 ผิด 0 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 0:00 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 19... เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานในสภาวะคัตออฟและอิมิต์ แสดง
ว่าใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นอะไร ?

- ก Linear Amplifier
- ข Switch
- ค Variable Capacitor
- ง Variable Resistor

ข้อที่ 19/30 ถูก 0 ผิด 0 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 20:16 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 20...ในการทำงานของทรานซิสเตอร์ เมื่อสวิตช์เปิด
ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสถานะใด ?

- ก. กัตออฟ
- ข. ปกติ
- ค. อิ่มตัว
- ง. ปิด

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 21...ในการทำงานของทรานซิสเตอร์ เมื่อสวิตช์ปิด
ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสถานะใด ?

- ก. ปกติ
- ข. เปิด - ปิด
- ค. อิ่มตัว
- ง. กัตออฟ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 22...เมื่อจะจัดวงจรของทรานซิสเตอร์ให้มันขั้วอินพุตและเอาท์พุต
ก็จะได้วงจรพื้นฐานกี่แบบ ?

ก 3 แบบ
ข 4 แบบ
ค 1 แบบ
ง 2 แบบ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 0:00 เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 23...วงจรพื้นฐานของทรานซิสเตอร์ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง ?

ก เมสร่วม, อิมิตเตอร์ร่วม
ข อิมิตเตอร์ร่วม, คอลเลกเตอร์ร่วม
ค คอลเลกเตอร์ร่วม, อิมิตเตอร์ร่วม, อินพุตร่วม
ง เมสร่วม, อิมิตเตอร์ร่วม, คอลเลกเตอร์ร่วม

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 20:00 เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 24... ในวงจรเบบตรวม สัญญาณอินพุตจะถูกป้อนเข้าทางใด ?

- ก อิมิตเตอร์
- ข คอลเล็กเตอร์
- ค เบส
- ง กราวนด์

ข้อที่ 24 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
 เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 25... ในวงจรอิมิตเตอร์รวม สัญญาณอินพุตจะถูกป้อนเข้าทางใด ?

- ก คอมมอน
- ข เบส
- ค คอลเล็กเตอร์
- ง อิมิตเตอร์

ข้อที่ 25 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
 เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 26... วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม เราจะเปรียบเทียบกับวงจรอะไร ?

- ก เบสร่วม
- ข อิมิตเตอร์ร่วม
- ค คอลเล็กเตอร์ร่วม
- ง กรานด์ร่วม

ข้อที่ 26 / 50 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม 24
 เวลาที่ใช้สอบ 0:15 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 27... วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม มีข้อแตกต่างจากวงจรอิมิตเตอร์ และเบสอย่างไร ?

- ก ความต้านทานอินพุตสูง
- ข ความต้านทานเอาต์พุตต่ำ
- ค ความต้านทานอินพุตและเอาต์พุตต่ำ
- ง ความต้านทานเบสรวมต่ำ

ข้อที่ 27 / 50 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม 24
 เวลาที่ใช้สอบ 0:15 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 28...ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP แบบซิริคอนจะมีแรงดัน V_{BE} ในขณะทำงานปกติเป็นเท่าไร ?

| | |
|---|---------|
| ก | - 0.6 V |
| ข | - 0.7 V |
| ค | - 0.8 V |
| ง | - 0.9 V |

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เริ่มสอบ เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 29...วงจรแบบสแตบิลไบแอสจะมีส่วนประกอบอะไรบ้างจะมีค่าเท่าใด ?

| | |
|---|---------------|
| ก | สูงกว่าหนึ่ง |
| ข | น้อยกว่าหนึ่ง |
| ค | เท่ากับสอง |
| ง | สูงกว่าสอง |

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เริ่มสอบ เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบนซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่ 30...ในวงจรมิตเตอร์รวม ขาอมิตเตอร์ของทราบนซิสเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดแก้วขาอมิตเตอร์ก็เหมือนกับขาอะไร ?

- ก เบส
- ข กลาง
- ค แคโทด
- ง คาโทด

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทราบนซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

เฉลยข้อสอบ

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ข้อที่ 1. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 11. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 21. ตอบ ข้อ ค |
| ข้อที่ 2. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 12. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 22. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่ 3. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 13. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่ 23. ตอบ ข้อ ง |
| ข้อที่ 4. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 14. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 24. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่ 5. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 15. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 25. ตอบ ข้อ ข |
| ข้อที่ 6. ตอบ ข้อ ง | ข้อที่ 16. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 26. ตอบ ข้อ ข |
| ข้อที่ 7. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 17. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 27. ตอบ ข้อ ค |
| ข้อที่ 8. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 18. ตอบ ข้อ ง | ข้อที่ 28. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่ 9. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 19. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่ 29. ตอบ ข้อ ค |
| ข้อที่ 10. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 20. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่ 30. ตอบ ข้อ ง |

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบก่อนเรียน

ผลการทดสอบ

จำนวนครั้งที่ตอบถูก = 25

จำนวนครั้งที่ตอบผิด = 5

คิดเป็นร้อยละ = 83.33

ข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ถูก 25 ข้อ ผิด 5 ข้อ

ขณะเริ่มเวลา 21:33 น.

ขณะจบ 20:16

1:16

ทรานซิสเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

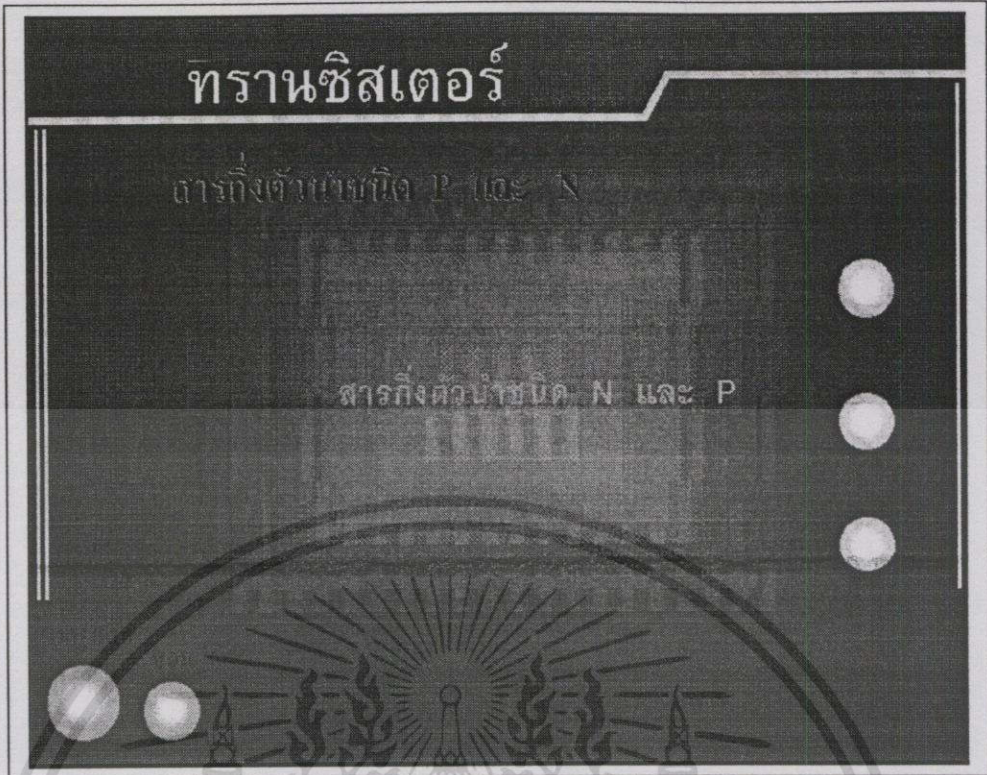
ทรานซิสเตอร์

บทนำ

ทรานซิสเตอร์ ชนิดสองรอยต่อพบครั้งแรกโดย
คณะทำงานของห้องปฏิบัติการของบริษัทเบลล์เทเลโฟน
ในปีค.ศ.1947 นับได้ว่าเป็นการปลุกโลกของวิศวกรรม
การสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อเรียกด้วยตัวย่อว่า
(Bipolar Junction Transistor) ทรานซิสเตอร์ถูกนำไปใช้งาน
อย่างแพร่หลายเช่น วงจรขยายใจ เครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์
หรือนำไปใช้ใบบางกรณีเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เช่น
เปิด-ปิดรีเลย์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ตัวต่อวงจรที่ถือเป็นองค์สำคัญของทรานซิสเตอร์-ไดม เช่น กรานาเดา ฟอสฟอรัส (Phosphorus=P) หรือสารหนู (Arsenic=As) ที่มีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุด 5 ตัวเหมือนกับซิลิคอน (Si) ที่มีจำนวนอิเล็กตรอนวงนอกสุดอยู่ 4 ตัว ซึ่งนิผลทำให้การรวมตัวของอิเล็กตรอนของอะตอมเข้าด้วยกัน มีอิเล็กตรอนเหลืออยู่ 1 ตัว

ทรานซิสเตอร์

อะตอมของธาตุทั้งสองสามารถรวมเข้ากันเป็นผลึกโครงร่างผลึกได้ อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อิสระในบริเวณนี้ เรียกว่า อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron) ซึ่งมีประจุลบ (Negative) ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เราจะเรียกอะตอมเหล่านี้ว่า โดเนอร์ (Donors) หมายถึงการให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ชนิดพี คือการนำเอาอะตอมของธาตุในกรุปที่ 3 ของตารางธาตุคือซิลิคอนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว เติมผสมกับอะตอมของธาตุซิลิคอน (Si) หรือเจอร์เมเนียม (Ge) บริสุทธิ์ที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว



ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็น นำเอาธาตุเจอร์เมเนียม (Ge) แกลเลียม (Ga) หรืออินเดียม (In) ที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว ผสมกับซิลิคอน (Si) ที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว ซึ่งทั้งสองวิธีการรวมตัวอิเล็กตรอนของอะตอมที่เติมเข้าไปกับซิลิคอนในผลึกเจอร์เมเนียมหรืออินเดียมรวมแล้วไป 1 ตัว



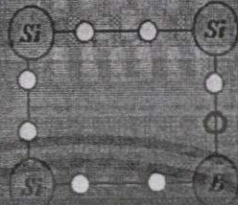
อิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว

อิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

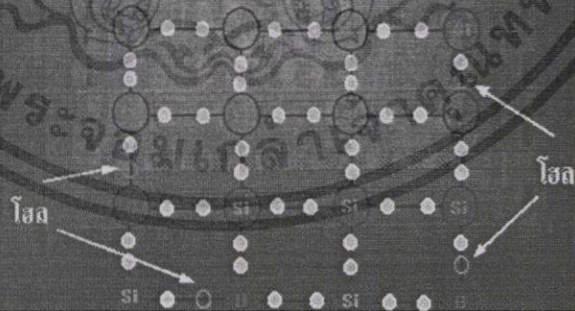
ทรานซิสเตอร์

ในการขาดอิเล็กตรอน การรวมตัวไป 1 ตัวอันเกิดเป็นช่องว่าง
ในอิเล็กตรอน ซึ่งช่องว่างนี้จะถูกเรียกว่า โฮล (Hole)



ทรานซิสเตอร์

โฮลที่เกิดขึ้นนี้จะเคลื่อนที่เหมือนกับอิเล็กตรอนในการ
รวมตัวแต่ละปีระงให้พียงเป็นพวกบ่อประจุเหมือนกันอิเล็กตรอน
ในวงอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปมาบางครั้งอาจจะถูกเรียกว่า
(Accumulation) บ่อประจุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P

ทดสอบผลการเรียน

เรื่อง...สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P

ทรานซิสเตอร์

คำแนะนำ

1. การเลือกคำตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
2. การเลือกคำตอบสามารถเลือกได้เพียงครั้งละหนึ่งข้อ
3. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียง 2 ครั้งต่อหนึ่งข้อ
4. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้โดยไม่กำหนดเวลา

ตกลง

ยกเลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 1. ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อเราเรียกด้วยตัวย่อว่า
อย่างไร ?

- ก BJT
- ข BTJ
- ค JBT
- ง JTB

ข้อที่ _____ ถูก ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
เริ่มสอบ _____ น. เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 2. อิเล็กตรอนที่เหลือจากการรวมตัวระหว่างธาตุ
? ภาตเราเรียกว่าอะไร ?

- ก อิเล็กตรอน ไนอิสระ
- ข อิเล็กตรอนอิสระ
- ค อิเล็กตรอนรวม
- ง อิเล็กตรอนนำ

ข้อที่ _____ ถูก ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
เริ่มสอบ _____ น. เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 2.. อิเล็กตรอนที่เหลือจากการรวมตัวระหว่างธาตุ

2 ธาตุเราเรียกว่าอะไร ?

- ก อิเล็กตรอนไม่อิสระ
- ข อิเล็กตรอนอิสระ
- ค อิเล็กตรอนรวม
- ง อิเล็กตรอนนา

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
 เริ่มสอบ น. เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 3. อิเล็กตรอนอิสระมีประจุไฟฟ้าเป็น

- ก บวก
- ข ลบ
- ค ทั้ง บวก และ ลบ
- ง มีลักษณะทุกข้อ

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
 เริ่มสอบ 21:45 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:37 Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 4. สารกึ่งตัวนำชนิด-เอ็น บางครั้งเรียกว่าไดโอด
หมายถึงอะไร ?

- ก บวก
- ข ลบ
- ค ตัวรับ
- ง ตัวให้

ข้อที่ ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ น. เวลาที่ใช้สอบ Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 5. ซิลิคอน (Si) จะมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดกี่ตัว ?

- ก 4 ตัว
- ข 5 ตัว
- ค 6 ตัว
- ง 7 ตัว

ข้อที่ 5/7 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 21/6 น. เวลาที่ใช้สอบ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 6. สารกึ่งตัวนำชนิด-P บางครั้งอาจถูกเรียกว่าอะไร ?

- ก. เอ็คเซพ
- ข. แอคเซพเตอร์
- ค. โดเนอร์
- ง. ไนเบอร์

ข้อที่ _____ ถูก ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
 เริ่มสอบ _____ น. เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

ทรานซิสเตอร์

ข้อที่ 7. แอคเซพเตอร์ (Acceptor) หมายถึงอะไร ?

- ก. บวก
- ข. ลบ
- ค. ตัวให้
- ง. ตัวรับ

ข้อที่ _____ ถูก ผิด _____ ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม _____
 เริ่มสอบ 21:45 น. เวลาที่ใช้สอบ _____ Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

เฉลยข้อสอบ

- ข้อที่1. ตอบ ข้อ. ก
 ข้อที่2. ตอบ ข้อ. ข ข้อที่5. ตอบ ข้อ. ก
 ข้อที่3. ตอบ ข้อ. ก ข้อที่6. ตอบ ข้อ. ข
 ข้อที่4. ตอบ ข้อ. ง ข้อที่7. ตอบ ข้อ. ง

ทรานซิสเตอร์

ผลการสอบ

ตอบถูกทั้งหมด = 4

จำนวนครั้งที่ตอบผิด = 6

คิดเป็นร้อยละ = 57.14

จำนวนข้อ 7 ถูก 4 ครั้ง ผิด 6

แต่ละปี เวลา 22:34 เริ่มสอบ 21:45

0:49

พิมพ์ข้อมูลผลการสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราหนซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

คำแนะนำ

1. การเลือกคำตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
2. การเลือกคำตอบสามารถเลือกได้เพียงครั้งละหนึ่งข้อ
3. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียง 1 ครั้งต่อหนึ่งข้อ
4. ผู้เรียนสามารถเลือกคำตอบได้โดยไม่กำหนดเวลา

ตกลง



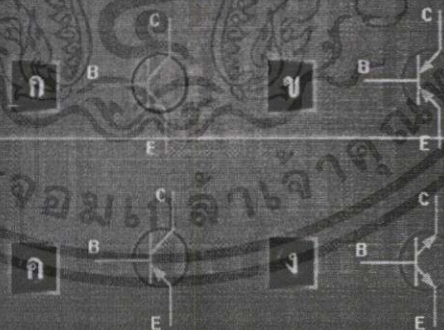
ยกเลิก



ทราหนซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 1. สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ ?



ข้อที่ 1/30 ถูก 0 ผิด 0 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม

เริ่มสอบ 22:37 น.

เวลาที่ใช้สอบ 00 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 3... โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ ?

ก

ข

ค

ง

| | | | |
|----------|-----|-----|---------------------|
| ข้อที่ | ถูก | ผิด | ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม |
| เริ่มสอบ | น. | น. | เวลาที่ใช้สอบ Hr. |

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 5... ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดอะไร ?

ก

PM

ข

PP

ค

NN

ง

PN

| | | | |
|-------------------|-----|-----|---------------------|
| ข้อที่ | ถูก | ผิด | ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม |
| เริ่มสอบ 22:37 น. | น. | น. | เวลาที่ใช้สอบ Hr. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 10...การไบแอสทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป เราสามารถ
ไบแอสทรานซิสเตอร์ได้กี่แบบ ?

ก 4 แบบ
ข 3 แบบ
ค 2 แบบ
ง 1 แบบ

ข้อที่ 10 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 0 น. เวลาที่ใช้สอบ 0 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 13...ค่า แอ่งพีเอช ปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 คืออยู่ระหว่างค่าใด ?

ก 0.59 - 0.98
ข 0.95 - 0.99
ค 0.89 - 0.90
ง 0.90 - 0.90

ข้อที่ 13 / 30 ถูก ผิด 0 ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 22:57 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 17...เมื่อจะจัดวงจรของทรานซิสเตอร์ให้มิชั้วอินพุตและเอาต์พุต
ก็จะได้วงจรพื้นฐานกี่แบบ ?

- ก 3 แบบ
- ข 4 แบบ
- ค 1 แบบ
- ง 2 แบบ

ข้อที่ 20 / 30 ถูก 18 ผิด 12
ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 22:37 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 20...เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงานในสภาวะกั๊กออฟและอิมิตัว
แสดงว่าในทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นอะไร ?

- ก Linear Amplifier
- ข Switch
- ค Variable Capacitor
- ง Variable Resistor

ข้อที่ 20 / 30 ถูก 18 ผิด 12
ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 22:37 น. เวลาที่ใช้สอบ 0:00 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราวนซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 25... วงจรพื้นฐานของทรานซิสเตอร์ ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง ?

- ก. เบสร่วม , อิมิตเตอร์ร่วม , คอลเลกเตอร์ร่วม
- ข. คอลเลกเตอร์ร่วม , อิมิตเตอร์ร่วม , อินพุตร่วม
- ค. อิมิตเตอร์ร่วม , คอลเลกเตอร์ร่วม
- ง. เบสร่วม , อิมิตเตอร์ร่วม

ข้อที่ 25 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 0 น. เวลาที่ใช้สอบ 0 Hr.

ทราวนซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่ 30... วงจรเบสร่วม อัตราขยายของวงจรจะมีค่าเท่าใด ?

- ก. สูงกว่าหนึ่ง
- ข. สูงกว่าสอง
- ค. น้อยกว่าหนึ่ง
- ง. เท่ากับสอง

ข้อที่ 30 / 30 ถูก ผิด ขณะนี้คุณมีคะแนนรวม
เริ่มสอบ 22:37 น. เวลาที่ใช้สอบ 0 Hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

เฉลยข้อสอบ

| | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ข้อที่1. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่11. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่21. ตอบ ข้อ ง |
| ข้อที่2. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่12. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่22. ตอบ ข้อ ข |
| ข้อที่3. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่13. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่23. ตอบ ข้อ ค |
| ข้อที่4. ตอบ ข้อ ง | ข้อที่14. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่24. ตอบ ข้อ ข |
| ข้อที่5. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่15. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่25. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่6. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่16. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่26. ตอบ ข้อ ค |
| ข้อที่7. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่17. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่27. ตอบ ข้อ ข |
| ข้อที่8. ตอบ ข้อ ง | ข้อที่18. ตอบ ข้อ ก | ข้อที่28. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่9. ตอบ ข้อ ง | ข้อที่19. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่29. ตอบ ข้อ ก |
| ข้อที่10. ตอบ ข้อ ค | ข้อที่20. ตอบ ข้อ ข | ข้อที่30. ตอบ ข้อ ค |

ทรานซิสเตอร์

แบบทดสอบหลังเรียน

ผลการทดสอบ

ตอบถูกทั้งหมด = 27

จำนวนครั้งที่ตอบผิด = 3

คิดเป็นร้อยละ = 90

ใช้เวลา 30 นาที ถูก 27 ครั้ง ผิด 3

23:05

22:37

0:27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ขอกราบขอบพระคุณ

อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา
 คณะอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษา
 และคำชี้แนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์
 คณะผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน
 ที่คอยให้คำแนะนำในการกำหนดขอบเขตของเนื้อหา
 เทคนิค และขอบเขตการผลิตสื่อ

ทรานซิสเตอร์

ขอกราบขอบพระคุณ

บุคลากรคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ที่คอยเตือนเฟ้อในทุก ๆ อย่าง
 คณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ และแผนกคอมพิวเตอร์
 วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ
 ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และกลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์

ขอกราบขอบพระคุณ

คุณพ่อ - คุณแม่ - ภรรยา - ลูก

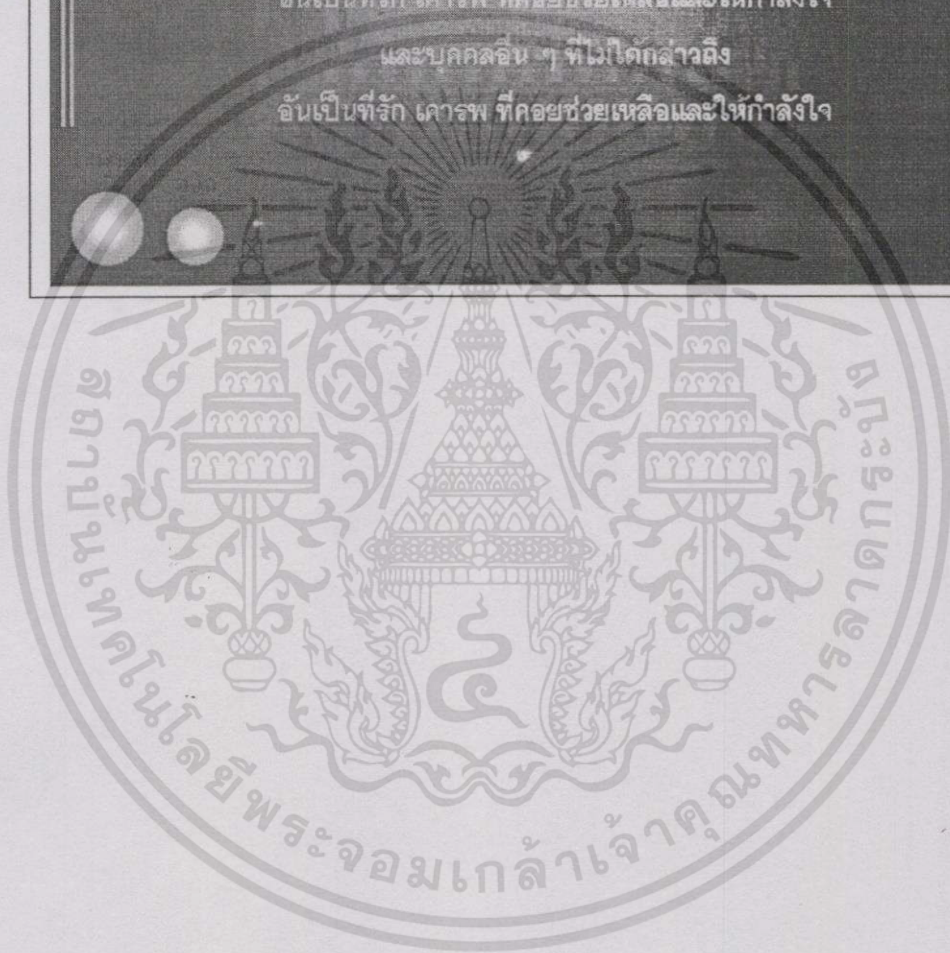
อันเป็นที่รัก เคารพ ที่คอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

พี่ - พี่อับ - น้อง

อันเป็นที่รัก เคารพ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ

และบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง

อันเป็นที่รัก เคารพ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ผู้วิจัยชื่อ นายวีระพจน์ ปรีพูล เกิดวันที่ 13 ธันวาคม 2512 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรครุเทคนิคชั้นสูง (ปทศ.) จากวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ปัจจุบันรับราชการครูที่วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4 ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้