

โปรแกรมสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยตนเอง

Power Electronics Self Learning Program

ประชา คำภักดี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการแนะนำโปรแกรมชุดสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาในส่วน
ของวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า 4 รูปแบบ ได้แก่ กระแสสลับเป็นกระแสตรง (AC/DC), กระแสสลับเป็นกระแสสลับ
(AC/AC), กระแสตรงเป็นกระแสตรง (DC/DC) และ กระแสตรงเป็นกระแสสลับ (DC/AC) รวมถึงการประยุกต์ใช้
งานในส่วนของการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับ ส่วนของบทเรียนในโปรแกรมได้ถูกจัดแบ่งเป็นหัว
เรื่องคล้ายเวบเพจได้แก่ ทฤษฎีเบื้องต้นการจำลอง การทดลอง การเปรียบเทียบผลระหว่างการทดลองกับการ
จำลองและมีแบบทดสอบเพื่อประเมินผลความเข้าใจในบทเรียน สื่อนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการใช้เทคโนโลยี
ทางด้านคอมพิวเตอร์และสารสนเทศช่วยสอน มาช่วยพัฒนาศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยเฉพาะการศึกษาด้าน
อิเล็กทรอนิกส์กำลังเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและเพิ่มความน่าสนใจยิ่งขึ้น

คำสำคัญ โปรแกรมสื่อการเรียนรู้ การศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

Abstract

This paper introduces a software tool "Power Electronics Self Learning Program". The program is
composed of four power converters AC/DC, AC/AC, DC/DC, DC/AC converters and some application on
motor drive systems. There are many chapter in this program which is designed alike the webpage. Each
chapter has many topics such as basic theories, simulations, experiments and the comparisons between
experiments and simulations. The final topic has the test questions to evaluate the user understanding in
the learning process. This is an alternative of education technologies by using computer assisted
instruction (CAI). It makes the studying in electrical engineering education, especially in power electronic
easy to learn and more interesting

Keywords: CAI, engineering education, e-learning, power electronic

บทนำ

E-learning ถือเป็นทางเลือกใหม่ทางเลือกหนึ่งในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาระบบการศึกษา
โดยได้รับการกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในวงการศึกษานในประเทศไทยเมื่อไม่กี่ 10 ปีมานี้ คำว่า e-learning[1] จะ
ครอบคลุมความหมายที่กว้างขวางมากกล่าวคือ การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทาง
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต หรือ ทางสัญญาณโทรทัศน์
สัญญาณดาวเทียม ก็ได้ ส่วนในด้านเนื้อหาสารสนเทศ อาจอยู่ในรูปแบบการเรียนที่เราคุ้นเคยกันมาพอสมควร
เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) การ
เรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียมหรือ การเรียนจากวีดิทัศน์ตามอัธยาศัย เป็นต้น
ลักษณะของการศึกษาแบบ e-learning นั้นจะต้องพิจารณาอยู่ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1.ธรรมชาติของสาขาวิชา
นั้นๆ 2.ระดับฐานความรู้ของผู้เรียน และ 3.เทคโนโลยีของสื่อที่ใช้ โดยที่ผู้ออกแบบสื่อจะต้องทำการวิจัยทั้งสาม
องค์ประกอบให้ชัดเจนแล้วนำมาพัฒนาสื่อให้มีความเหมาะสม สอดคล้อง เป็นที่น่าสนใจ

ในด้านการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีคณะวิจัยที่ทำการสำรวจลักษณะการเรียนการสอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง พบว่าสื่อที่ใช้การเรียนการสอนส่วนใหญ่พอจะสรุปได้อยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน [2-3] คือ

1. สื่อแผ่นใส หรือ สไลด์ (slide) ในรูปของโปรแกรม power point ซึ่งอาจมีเสียง หรือ ภาพวิดีโอแทรกอยู่บ้าง อยู่ในลักษณะของการบรรยายเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่

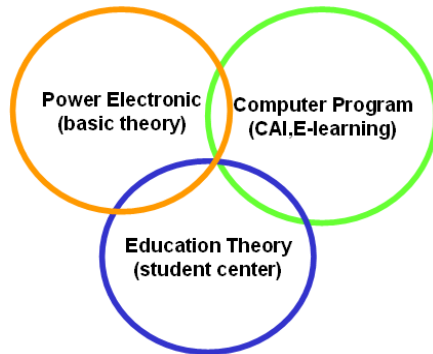
2. สื่อเว็บไซต์ (website) ที่นักศึกษาเข้าไปอ่าน หรือ ดาวน์โหลดข้อมูลไปศึกษาเอง และ เชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

3. สื่อโปรแกรมซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ (interactive) กับผู้เรียน ส่วนใหญ่จะเป็นด้านการคำนวณ หรือ การจำลองระบบวงจรไฟฟ้า กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถควบคุม พร้อมทั้งกำหนดเงื่อนไข ปรับเปลี่ยนตัวแปรต่างๆ เพื่อดูผลการคำนวณหรือการจำลองในสถานะที่แตกต่างกันไป โดยสื่อลักษณะนี้จะมีทั้งแบบ on-line ในระบบอินเทอร์เน็ตได้ และแบบ off-line ที่อยู่ในรูปแบบของ CD-Rom หรือ DVD

อาจกล่าวได้ว่า ทั้ง 3 รูปแบบสื่อนี้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป แต่สื่อที่เป็นลักษณะของโปรแกรมที่มีปฏิสัมพันธ์ จะเป็นสื่อที่ได้รับความสนใจ โดยล่าสุดได้มีการประยุกต์ใช้โปรแกรม JAVA Applets[4] สร้างเว็บเพจใช้ในการศึกษาด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังโดยเฉพาะ เหตุที่โปรแกรมแบบที่มีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะนี้ได้รับความนิยมเนื่องมาจากการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเงื่อนไข หรือ ควบคุมการทำงานของโปรแกรมได้ เป็นผลทำให้การเรียนการสอนวิศวกรรมไฟฟ้าในอนาคตมีการพัฒนาที่มีความก้าวหน้าและทันสมัยสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาตามแต่ผู้เรียนต้องการ[5] โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาให้ง่ายต่อผู้ใช้งานโดยที่ผู้เขียนโปรแกรมไม่จำเป็นต้องเข้าใจภาษาคอมพิวเตอร์อย่างลึกซึ้ง ก็สามารถสร้างสรรค์ผลงานจากโปรแกรมประยุกต์เหล่านี้ได้โดยง่าย[6] ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมด้านการสร้างเว็บเพจ ได้แก่ Macromedia Dreamweaver, Microsoft FrontPage , PHP, HTML เป็นต้น ด้านโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ได้แก่ Macromedia Flash, Gif animation, Autodesk Maya เป็นต้น โปรแกรมประยุกต์ด้านภาพและเสียง ได้แก่ Media player, Power DVD, Adobe photoshop เป็นต้น และ โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการทำ e-learning โดยเฉพาะ ก็มี ได้แก่ Macromedia Author ware และ Adobe Captivate เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูงในการนำเอาไฟล์จากโปรแกรมอื่นๆ มาสร้างสื่อผสมได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันนี้ องค์ประกอบที่สำคัญอย่างมาก สำหรับผู้จัดทำ สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยตนเองให้มีคุณภาพจะต้องมีฐานความรู้ทั้งสามด้านหลักๆ ดังในรูปที่ 1 ได้แก่

- 1) ด้านเนื้อหาทฤษฎีและการทดลองในวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (basic theory)
- 2) ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำ (CAI, E-learning)
- 3) ด้านระบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (student center)

ด้วยฐานความรู้ทั้งสามด้านนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำมาเป็นองค์ประกอบหลักในการจัดทำสื่อ โดยเลือกใช้เนื้อหาวิชาด้านทฤษฎีอ้างอิงเนื้อหาทางทฤษฎีจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้ทั่วไปสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี[7] เนื้อหาด้านการปฏิบัติการ (Laboratory) อ้างอิงจากคู่มือการทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง [8] ในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และด้านโปรแกรมที่ใช้ในการจัดทำสื่อได้เลือกใช้โปรแกรม Adobe Captivate 3.0 [9-10] เป็นโปรแกรมหลักในการจัดทำเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่น่าสนใจและใช้งานง่ายในการจัดทำสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยได้แนวคิดและการพัฒนาโปรแกรมต่อเนื่องมาจากเวอร์ชันแรกในงานวิจัยเรื่องโปรแกรมสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับวงจรทรานซิสเตอร์กำลังและวงจรมอสเฟตกำลัง [11] ซึ่งใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0



รูปที่ 1 ฐานความรู้หลักในการจัดทำสื่อชุดนี้

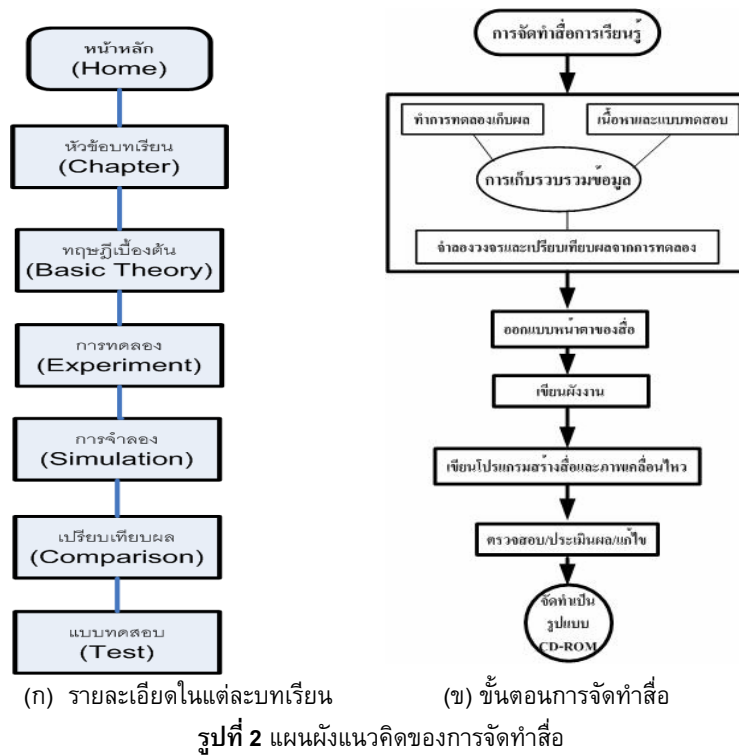
วัตถุประสงค์

- 1) เป็นการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น
- 2) เป็นแนวทางในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีการศึกษาสู่การเผยแพร่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
- 3) เป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการศึกษาแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย

สื่อชุดนี้ถูกออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องและครอบคลุมกับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังตามหลักสูตรปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ทั้งส่วนของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยหวังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา สามารถทดลองทำ เปรียบเทียบผลการทดลองที่เกิดขึ้น สามารถวิเคราะห์ผล และนำไปประยุกต์ใช้งานได้ โดยแต่ละหัวเรื่องประกอบด้วย 6 ส่วนหลักดังรูปที่ 2 (ก) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทฤษฎีพื้นฐาน (theory) ด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลังในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวงจรคอนเวอร์เตอร์ (converter)
2. ด้านการทดลอง (experiment) จะเน้นการจัดทำในรูปแบบของไฟล์วิดีโอ และ ภาพนิ่งเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองตามสื่อได้โดยง่าย โดยชุดทดลองจะใช้ชุดทดลองที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการ ซึ่งหัวข้อการทดลองจะสอดคล้องกับทฤษฎีพื้นฐาน
3. ด้านการจำลองวงจร (simulation) ได้เลือกใช้โปรแกรม PSpice[12] ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เหมาะสมในการจำลองงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยจะเน้นให้มีคัลลิเบรชันที่สอนวิธีการจำลองทีละขั้นตอน (step by step) โดยที่ผู้เรียนสามารถทำตามได้
4. การเปรียบเทียบผลระหว่างการทดลองกับการจำลอง (comparison) จะจัดทำในรูปแบบของกราฟ และ ตัวเลขเพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างกัน และ แนวโน้มของผลที่ได้
5. ด้านการทดสอบวัดผลผู้เรียน (Test) จะจัดให้มีแบบทดสอบแบบเลือกตอบ จับคู่ เติมคำในช่องว่าง โดยทำในลักษณะของเกมส์ ที่สามารถสุ่มคำถามได้ มีสีสันชวนให้น่าสนใจ พร้อมทั้งมีเฉลยอย่างละเอียด มีระบบการให้คะแนนที่สามารถแจ้งผลการทดสอบหลังทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว



ขั้นตอนการจัดทำ

ในการจัดทำโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังรูปที่ 2(ข) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีอยู่ 3 ส่วนดังต่อไปนี้

- 1.1) ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องและแบบทดสอบ
- 1.2) การทดลองและผลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ
- 1.3) การจำลองเปรียบเทียบผลกับการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2) การออกแบบหน้าตาของโปรแกรม ซึ่งต้องมีการระดมสมองและดูรูปแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของกลุ่มเป้าหมาย ในโปรแกรมชุดนี้ได้ถูกแบ่งให้มีรายละเอียดในแต่ละหัวเรื่องดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎี (Theory), การทดลอง (Experiment), การจำลอง (Simulation), การเปรียบเทียบผลการทดลองกับการจำลอง (Comparison) และ แบบทดสอบ (Test)

3) การเขียนผังงาน เพื่อจัดให้เป็นลำดับขั้นตอนสามารถเชื่อมโยงกันได้โดยง่าย

4) เขียนโปรแกรมสร้างสื่อการเรียนรู้

ส่วนประกอบของเนื้อหา

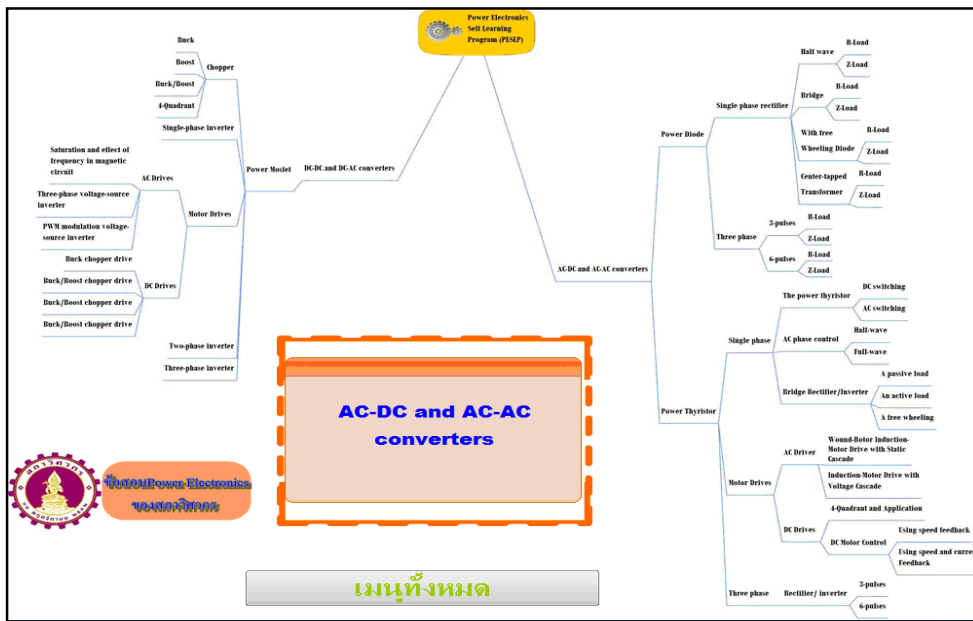
เนื้อหาของโปรแกรมนี้ได้ใช้หลักของแผนที่ความคิด (Mind mapping)[13] ในการออกแบบเพื่อจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา และการเข้าถึงในแต่ละบทจะมีพัฒนาการของการทดลองจากง่ายไปหายาก โดยหน้าตาสื่อในส่วนเมนูหลักแสดงดังรูปที่ 3 แบ่งออกตามชุดทดลองซึ่งมีด้วยกัน 3 ชุดหลักๆ ได้แก่

1) ชุดวงจรไดโอดและทรานซิสเตอร์กำลังในระบบไฟเฟสเดียว เน้นในส่วนของวงจรแปลงผันไฟสลับ-ไฟตรง (AC-DC Converter) และวงจรแปลงผันไฟสลับ-สลับ (AC-AC Converter)

2) ชุดวงจรมอสเฟตกำลังในระบบไฟเฟสเดียว เน้นในส่วนของ วงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง (DC-DC Converter) และ วงจรแปลงผันไฟตรง – ไฟสลับ (DC-AC Converter)

3) ข้อสอบของสภาวิศวกร 4 หัวข้อ ได้แก่ Power electronics devices (103 ข้อ), Magnetic material (38 ข้อ), Converters (218 ข้อ), Solid State Motor Drives (41 ข้อ)

การพัฒนาต่อยอด การทดลองให้เพิ่มมากขึ้นนั้น สามารถทำได้โดยเพิ่มหัวข้อการทดลองที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกัน หรือ อาจจะมีเพิ่มเติมหมวดใหม่ก็ได้ตามต้องการ



รูปที่ 3 หน้าเมนูหลักใช้รูปแบบแผนที่ความคิด (mind mapping)

จุดเด่นของโปรแกรมสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลังด้วยตนเอง

โปรแกรมสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี จึงมีลูกเล่นและสีสันเหมาะสมตรงตามวัยวุฒิและคุณวุฒิของกลุ่มผู้เรียนเป็นหลัก เมื่อเปิดหน้าแรกของโปรแกรม ส่วนไอคอนด้านซ้ายมือ เพื่อให้เลือกเข้าหัวเรื่องที่ต้องการ ส่วนด้านบนมีไอคอน ช่วยการใช้งานดังรูปที่ 4(ก) ซึ่งจะแนะนำการใช้งานเบื้องต้น เมื่อคลิกเลือกไอคอนในแต่ละบทเรียน จะปรากฏเนื้อหาในส่วนของทฤษฎีพื้นฐานของเรื่องนั้นๆ มีไอคอนเลือกหัวเรื่องที่สามารถเข้าไปดูรายละเอียดได้อีก ได้แก่ ทฤษฎีเบื้องต้น การทดลอง การจำลอง เปรียบเทียบผล และ แบบฝึกหัด ในส่วนของทฤษฎีเบื้องต้น ประกอบเนื้อหา และ ภาพเคลื่อนไหวและลูกเล่นด้านกราฟิก แสดงการทำงานของวงจรดังรูปที่ 4 (ข) ซึ่งจะช่วยให้เนื้อหาที่น่าสนใจยิ่งขึ้น โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการทำงานสั่งหยุด หรือ สั่งให้เคลื่อนไหวได้เอง และมีไอคอนคลิกเลื่อนหน้าถัดไป หรือ ย้อนกลับ เมื่อไหร่ก็ได้ ตามที่ผู้เรียนต้องการ ในส่วนของหัวเรื่องการทดลองรูปที่ 5 (ก) เริ่มจากการอธิบายสัญลักษณ์ ภาพอุปกรณ์จริงที่ใช้ในการทดลอง รายละเอียดขั้นตอนการทดลอง แผนผังการทดลอง จุดเชื่อมต่อสาย ค่าต่างๆของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองนั้นๆ เมื่อทำการคลิก หรือ เข้าไปที่รูปอุปกรณ์จะถูกขยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นรูปที่ 5 (ก) ในส่วนของหัวเรื่องการจำลองดังรูปที่ 6 (ก) มีวิธีโอเอสอาร์การจำลองโดยละเอียด ไว้ให้ผู้ที่ไม่เคยใช้โปรแกรมในการจำลองเรียนรู้ได้โดยง่ายและรวดเร็วจัด พร้อมทั้งส่วนของหัวเรื่องการเปรียบเทียบผลประกอบด้วยผลการทดลองจริง เปรียบเทียบกับผลการจำลองด้วยโปรแกรมแสดงในลักษณะของตารางและกราฟที่แสดงถึงความใกล้เคียงและความ

แตกต่างกัน ในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติรูปที่ 6(ข) ในส่วนสุดท้ายเป็นหัวเรื่องแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจในบทเรียนรูปที่ 7 ซึ่งมีแบบทดสอบทดสอบทั้งแบบเลือกตอบและแบบเติมคำ เมื่อทำเสร็จก็มีเฉลยละเอียด เมื่อจบการทดสอบสามารถบอกคะแนนและประเมินผลได้อัตโนมัติ

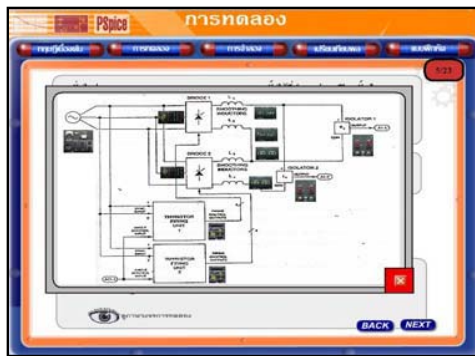


(ก) เนื้อหาเบื้องต้น



(ข) ภาพเคลื่อนไหวอธิบายการทำงานของวงจร

รูปที่ 4 ทฤษฎีทั่วไป (theory)

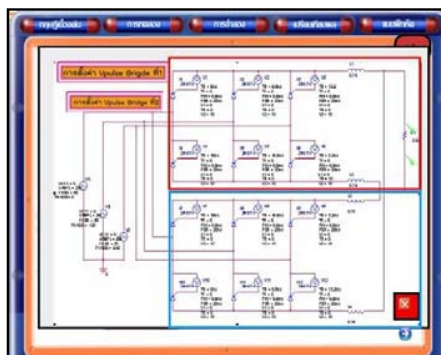


(ก) แผนผังการทดลองเสมือนจริง

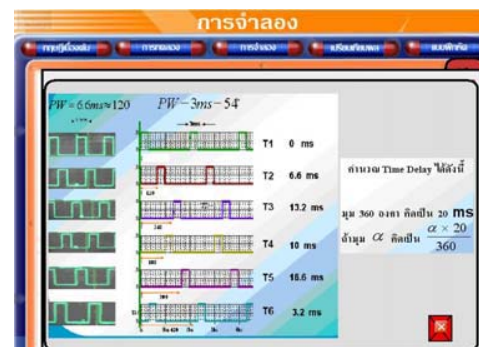


(ข) ภาพขยายจุดเชื่อมต่อวงจรทดลอง ขยายใหญ่เมื่อใช้เมาส์คลิก

รูปที่ 5 การทดลอง(experiment)



(ก) การจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



(ข) เปรียบเทียบผลการทดลองกับการจำลอง

รูปที่ 6 การจำลองวงจร(simulation) และ การเปรียบเทียบผลการทดลอง(comparison)



(ก) ข้อสอบแบบเลือกตอบ



(ข) ข้อสอบแบบเติมคำ



(ค) เฉลยละเอียด

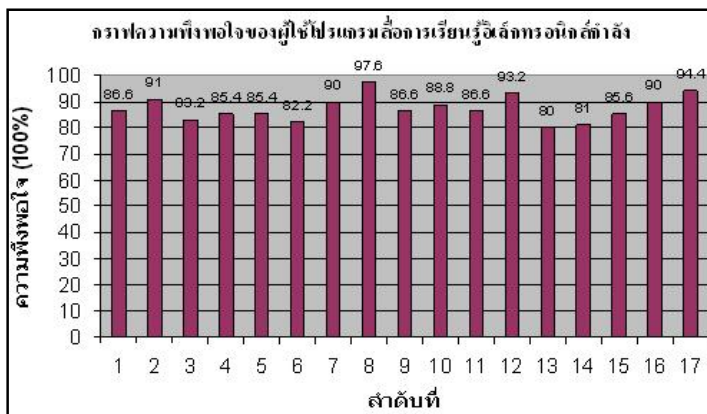


(ง) ประเมินผลการทดสอบ

รูปที่ 7 การทดสอบวัดผลผู้เรียน (test)

ผลทดสอบใช้งานโปรแกรมในการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมนี้ไปทดสอบกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ผลจากการทดสอบ ซึ่งมีหัวข้อในการสำรวจ 17 หัวข้อ ดังรูปที่ 8 พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป พร้อมทั้งมีการเสนอแนะให้ติดตั้งผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจทั่วไป



รูปที่ 8 กราฟสรุประดับความพึงพอใจในแต่ละหัวข้อของผู้ที่ใช้สื่อชุดนี้

หมายเหตุ: หมายเลขลำดับในแต่ละกราฟแห่งนี้ มีความหมายดังนี้ คือ 1.ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น, 2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน, 3.ให้ความเพลิดเพลินและเสริมแรงจูงใจในการเรียน, 4.ภาษาที่ใช้มีความ

เหมาะสม, 5.ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งและวิดีโอที่นำเสนอทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น, 6.ความชัดเจนของการอธิบายและให้ตัวอย่าง, 7. สื่อการเรียนรู้อำนวยความสะดวกในการให้ผู้เรียน, 8.ความถูกต้องของเนื้อหา, 9.มีวิธีการนำเสนอเหมาะสม, 10.ความสะดวกในการใช้โปรแกรม, 11.ความยากง่ายของแบบทดสอบและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน, 12.แบบทดสอบท้ายบทเรียนช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหา, 13.หลังการเรียนรู้อัตโนมัติโปรแกรมสื่อการเรียนรู้อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเนื้อหาเพียงใด, 14.โปรแกรมสื่อการเรียนรู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนอยากเรียนซ้ำเพียงใด, 15. โปรแกรมสื่อการเรียนรู้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนมีเจตคติอย่างไร, 16.ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมสื่อการเรียนรู้อเพียงใด, 17.ผู้เรียนเห็นด้วยกับการสร้างสื่อการเรียนรู้อเล็กทรอนิกส์กำลังเพียงใด

สรุป

โปรแกรมสื่อการเรียนรู้อเล็กทรอนิกส์กำลังชุดนี้ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อผู้ใช้งานในการเรียนการสอน โดยมีลักษณะแบบเว็บเพจ มีภาพเคลื่อนไหวช่วยอธิบายวงจรไฟฟ้าที่มีความซับซ้อนให้ง่ายและน่าสนใจยิ่งขึ้น พร้อมทั้งมีส่วนของการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีแบบทดสอบให้ลองทำ มีเฉลยละเอียด พร้อมทั้งรายงานผลการทำแบบทดสอบ โปรแกรมสื่อชุดนี้มีส่วนให้การเรียนรู้ทั้งในส่วนของทฤษฎี และการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนตัวอาจารย์ผู้สอนเองก็เสมือนมีผู้ช่วยสอนอีกคนที่สามารถสอนได้ตลอดเวลา และยังช่วยลดความยุ่งยากในอธิบายวงจรการทำงานที่มีความซับซ้อน ให้ง่ายและมีสีสันมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่าสื่อชุดนี้เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิศวกรรมไฟฟ้าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีที่ให้อุดหนุนทุนการวิจัย (ทุนนักวิจัยหน้าใหม่) ประจำปีงบประมาณ 2551 และ ขอขอบคุณอาจารย์และนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำ ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] ถนอมพร เลหาจรัสแสง, “Desingning e-learning (หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการ เรียนการสอน)”, กรุงเทพฯ, วงศ์กมล โปรดักชั่น, พิมพ์ครั้งที่ 1, ปี 2543
- [2] UWe DROFENIK and Johann W. KOLAR, “Survey of Modern Approches of Education in power Electronics”, **IEEE journal**, 2002.
- [3] M.Harfman Todorovic, “Development of New Web-Based Materials to Teach Power Electronics Courses”, **IEEE journal**, 2005.
- [4] Shadi Harb, “Interactive JAVA Applets for Power Electronics E-learning, **IEEE journal**, 2005
- [5] Vassilios G. Agelidis, “The Future of Power Electronics/Power Engineering Education: Challenges and Opportunities, **IEEE journal**, 2005.
- [6] ภัททิรา เหลืองวิลาศ, “สร้างสื่อการเรียนการสอน CAI ด้วย Macromedia Authorware 7.0”, กรุงเทพฯ, สวิสไอที, 2547.
- [7] วีระเชษฐ ชันเงิน และวุฒิพล ธาราธิ์เรษฐ, **อิเล็กทรอนิกส์กำลัง**, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ, วิ.เจ.พรินติ้ง, 2549
- [8] Lab-Volt (Quebec) Ltd, **Power Electronics**, First Edition, Canada, 1997.
- [9] สุขุม แป้นศรี, “เอกสารประกอบการอบรม **Adobe Captivate 3**, แผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ, วิทยาลัยเทคนิคยะลา, ปี 2550