



การพัฒนาโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎี
การเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

The Development of A Computer-Based Learning and Practice Program under
Eclecticism Theory for The Subject of Electric Circuit Analysis

ลิทธิพงษ์ อินทรายุทธ*

Sitthipong Intharayut

สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์**

Surapan Tansriwong

พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์***

Poolsak Koseeyaporn

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1. พัฒนาและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน 2. เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน 3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานกับกลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติ 4. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 33 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่มแบบจับคู่กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 17 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ผลวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 84.80/81.30 คะแนนการทดสอบหลังเรียนกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$)

คำสำคัญ : โปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน / ทฤษฎีการเรียนรู้แบบผสมผสาน / การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

*หลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

***ศูนย์วิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ABSTRACT

The purposes of this research are 1. to develop and to validate the efficiency of a computer-based learning and practice program 2. to compare students' learning progress before and after learning with the computer-based learning and practice program 3. to compare learning achievement between experimental group and control group 4. to evaluate the students' learning satisfaction in the designed learning model under computer-based approach. The samples were 33 students purposively selected from first year electrical engineering undergraduate program from Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. Based on matching strategy, they were divided into two groups; 17 for experimental group and 16 for control group. The results revealed that the computer-based learning and practice program had the efficiency of 84.80/81.30. The learning progress after learning with the program was higher than that from before learning at statistically significant level of .05. The learning achievement of the experimental group was higher than that of the control group at statistically significant level of .05. The students' learning satisfaction in the computer-based learning and practice program was in high level ($\bar{X} = 4.29$).

Keywords : Computer-Based Learning and Practice Program / Eclecticism Theory / Electrical Circuit Analysis

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา ยึดหลักผู้เรียนมีความสำคัญ ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ทั้งนี้จะมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ ในส่วนเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งให้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ และแก้ปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและทำเป็นนอกจากนั้น ในการจัดกระบวนการการเรียนรู้ยังต้องจัดบรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเรียนรู้จากสื่อจากทฤษฎีการเรียนรู้ ของกานเยสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล ซึ่งกานเย (Gagne) เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในกลุ่มผสมผสาน ระหว่างพฤติกรรมนิยมกับพุทธินิยม (Behavior Cognitivist) โดยอาศัยทฤษฎีและหลักการที่หลากหลาย เนื่องจากความรู้หลายประเภท บางประเภทสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องใช้ความคิดที่ลึกซึ้ง บางประเภทมีความซับซ้อนมาก จำเป็นต้องใช้ความสามารถในขั้นสูง กานเย ได้จัดชั้นการเรียนรู้จากง่ายไปยาก (ทิตินา แคมมณี, 2554, หน้า 72-76)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วดังนั้นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยจัดเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology) มาเป็นสื่อในการเรียนการสอนให้สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ (Yilmaz & Tuncalp, 2011) ซึ่งการผลิตบัณฑิตเพื่อสังคมไทยในเวทีโลกในการเรียน ทางวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรม ต้องการให้

เน้นในเรื่องต้องฝึกให้ผู้เรียนคิด สิ่งสำคัญต้องเน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ สิ่งที่ต้องเน้น คือต้องฝึกให้นักศึกษาได้มีโอกาสคิดให้มาก โดยจะต้องมีการตั้งคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความคิด (บุญเกียรติ โชควัฒนา, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ แนวทางพัฒนาการผลิตบัณฑิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรว่าการผลิตบัณฑิตควรเน้นให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติจริง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ตั้งแต่การตั้งคำถามในชั้น (สุรัชย์ โกศิยะกุล, 2556) เมื่อพิจารณาในด้านพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษามีมาทุกระดับชั้น โดยเฉพาะสาขาที่นักศึกษาต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์มาก เช่น วิศวกรรมศาสตร์ เมื่อนักศึกษาส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ จะส่งผลต่อการเรียนในสาขานั้น ๆ ในวิชาที่ต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ (มนัส ประสงค์และคนอื่นๆ, 2551)

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเป็นวิชาที่มีความสำคัญมากวิชาหนึ่งในการจัดการศึกษาของหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า ครุศาสตร์อุตสาหกรรมไฟฟ้า หรือแม้กระทั่งหลักสูตรอุตสาหกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2554; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2555; มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555) เนื่องจากวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าหรือวงจรไฟฟ้า เป็นวิชาบังคับและเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าหรือวิศวกรรมโดยทั่วไป จากการสังเกต การเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่ ผู้สอนให้ความรู้ตามเนื้อหาสาระด้วยการบรรยาย อธิบายแสดงสาธิต โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ฟังเพียงอย่างเดียวซึ่งอาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามปัญหาได้บ้างในตอนท้ายของการบรรยาย การเรียนการสอนขาดการเฉลยการบ้านหรือแบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนไม่ทราบว่าการบ้านและแบบฝึกหัดที่ทำนั้นถูกต้องหรือมีข้อผิดพลาดที่จุดใด เนื้อหาวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีเนื้อหาที่เป็นทฤษฎีที่จำเป็นต้องทำการคำนวณเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งต้องใช้ศาสตร์ด้านวงจรไฟฟ้าและด้านคณิตศาสตร์ ในด้านวงจรไฟฟ้า ต้องมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของวงจร หน่วย การกำหนดทิศทางของกระแส แรงดัน กฎพื้นฐานทางไฟฟ้ามาใช้ในการการวิเคราะห์ส่วนด้านคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ เช่น จำนวน เศษส่วน ทศนิยม ตัวคูณร่วมน้อย คุณสมบัติต่างๆ เช่น การสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง ส่วนด้านพีชคณิต เช่น สมการ การแก้สมการที่ต้องใช้คุณสมบัติ สมมาตร ถ่ายทอด การบวก การคูณ การหาร การแทนค่า การคูณไขว้ เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการและหาคำตอบของสมการ ซึ่งเนื้อหาวิชามีลักษณะที่ผสมผสานระหว่างคณิตศาสตร์และทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์มีหลายขั้นตอนในการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ ผู้เรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถตรวจสอบและตรวจปรับผู้เรียนได้ทุกคนทุกขั้นตอนได้ทั่วถึงทั้งชั้น (ชูชาติ สีเทา, สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์ และพูลศักดิ์ โกษียาภรณ์, 2554; สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ และคนอื่นๆ, 2554; สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ และพูลศักดิ์โกษียาภรณ์, 2555) ในด้านพฤติกรรมกรรมการทำบ้านของนักศึกษา ซึ่งจากความคิดเห็นของนักศึกษา ไม่ค่อยมีเวลาทบทวนบทเรียน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยากมีพื้นฐานไม่แน่น สิ่งที่สำคัญไม่กล้าถามอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจ (นาโชค วัฒนานัย และคนอื่นๆ, 2553)

จากปัญหาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ในด้านผู้เรียน ผู้สอน ทฤษฎีการเรียนรู้แบบผสมผสานรูปแบบการเรียนการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และความสำคัญของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน จึงมีแนวคิดที่จะการพัฒนาโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นและมีการตอบกลับเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า
2. เปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่ม ผู้เรียนด้วยโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม ผู้เรียนด้วยโปรแกรม ที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กับกลุ่มผู้ที่เรียนที่เรียนแบบวิธีปกติ
4. สสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

สมมติฐานของการวิจัย

1. โปรแกรมแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ 80/80
2. ความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่ม ผู้เรียนด้วยโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สูงกว่ากลุ่มผู้ที่เรียนแบบวิธีปกติ ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโปรแกรมแบบฝึกหัด ที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 67 คน
 2. กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 33 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกแบบเจาะจง
 - กลุ่มที่ 1 ER จำนวน 17คน
 - กลุ่มที่ 2 CR จำนวน 16คน
 3. ขอบเขตด้านการพัฒนาโปรแกรมแบบฝึกหัด
- โปรแกรมแบบฝึกหัดที่พัฒนาขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นฝึกการทำแบบฝึกหัดและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งโปรแกรมแบบฝึกหัดมีกิจกรรมช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนเรียนรู้เป็นลำดับขั้น และทราบผลการเรียนแต่ละขั้นตอน โดยมีข้อมูลป้อนกลับในแต่ละขั้นตอน

เนื้อหาและลักษณะโปรแกรมที่สร้าง

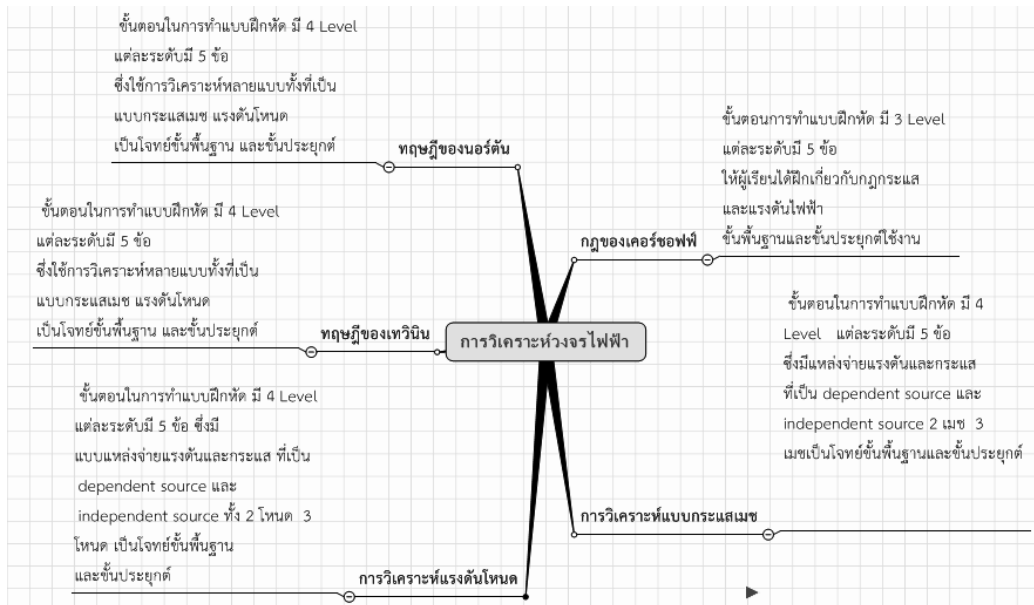
1. การวิเคราะห์เนื้อหา

1.1 เนื้อหาด้านคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการสอบเข้าศึกษาต่อคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี ปีการศึกษา 2554 ด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เข้าสอบมีปัญหาความรู้ด้านการบวก ลบ เศษส่วน การหาความยาวด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก สูตรตรีโกณมิติและการแทนค่าสูตรการแยกตัวประกอบหารเลขเศษส่วน ซึ่งเป็นข้อสอบที่ไม่ยากและเป็นพื้นฐานความรู้ที่ควรมีก่อนเข้าเรียนแต่ยังพบว่าผู้เข้าสอบตอบคำตอบข้อดังกล่าวถูกไม่ถึงร้อยละ 50 (สิทธพงศ์ อินทรายุทธ และพลศักดิ์ โกษีيارมณ, 2555) เมื่อ นักศึกษาส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอจึงส่งผลต่อการเรียนในสาขาหรือในวิชาที่ต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ (มนัส ประสงค์ และคนอื่นๆ, 2551) ในการวิจัยครั้งนี้จึงพัฒนาโปรแกรมปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานเบื้องต้นให้กับผู้เรียนโดยมีเนื้อหา 6 หัวข้อ คือ 1) การบวก ลบ เศษส่วน 2) การคูณร่วมน้อย 3) การบวก ลบ คูณ หาร การคูณไขว้ 4) การจัดเรียงสมการ 5) การแก้สมการโดยการกำจัดตัวแปร 6) การแก้สมการในระบบเมทริกซ์

1.2 เนื้อหาด้านวงจรไฟฟ้า

เนื้อหาของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ เป็นกฎพื้นฐานที่มีความสำคัญซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันและความสัมพันธ์ของกระแสขององค์ประกอบต่างๆ ตามลักษณะที่กำหนดโดยโครงสร้างของโนดและลูปในวงจรส่วนกระแสเมช และแรงดันโหนดเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะเป็นวงจรโครงข่ายประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ารวมของแหล่งจ่ายได้โดยตรง ในส่วนทฤษฎีของเทวินินและนอร์ตันใช้แก้ปัญหาวงจรในกรณีคำนวณหากระแสหรือแรงดันขององค์ประกอบในวงจรที่มีความต้านทานแปรเปลี่ยนค่าได้ ทั้ง 5 หัวข้อดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่จะต้องนำไปใช้ประยุกต์และแก้ปัญหาในเรื่องของวงจรโครงข่าย เช่นวงจรข่ายสองทางเข้าออกหม้อแปลงไฟฟ้าแอดมิตแตนซ์เมทริกซ์ในระบบไฟฟ้ากำลัง สายส่งการศึกษากาไรไลของโหนดตามภาพที่ 1 (กัมพล ทองเรือง, 2547; เจริญ ชินรุ่งเรือง, 2551; ชานี ใจประดิษฐ์ธรรม, 2552; ชูชัย ธนสารตั้งเจริญ, มมป.; โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ, 2540; ธนาพันธ์ บุรินนาท, 2543; มงคล ทองสงคราม, 2543; สมชาย จิตะพันธ์กุล, 2540; สุเจตน์จันทังษ์, 2540; สุรัตน์ นันทะสุคนธ์, 2537)



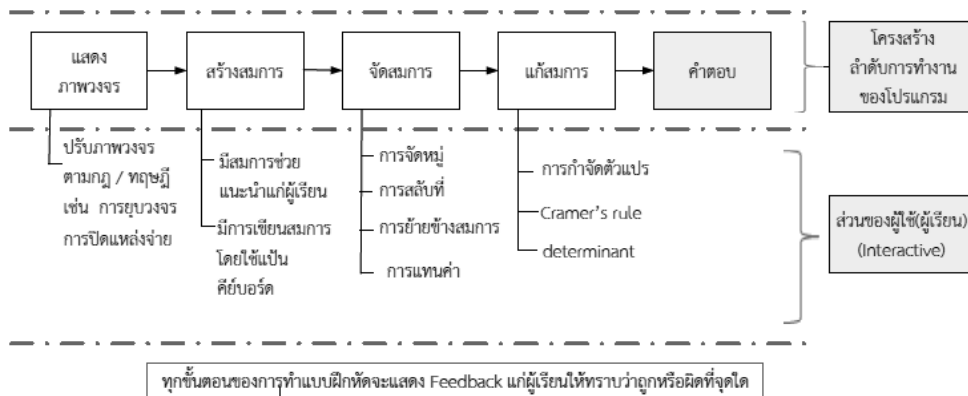
ภาพที่ 1 แผนภูมิเนื้อหาของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

2. ลักษณะโปรแกรมที่สร้างและเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมแบบฝึกหัดบนอินเทอร์เน็ตซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

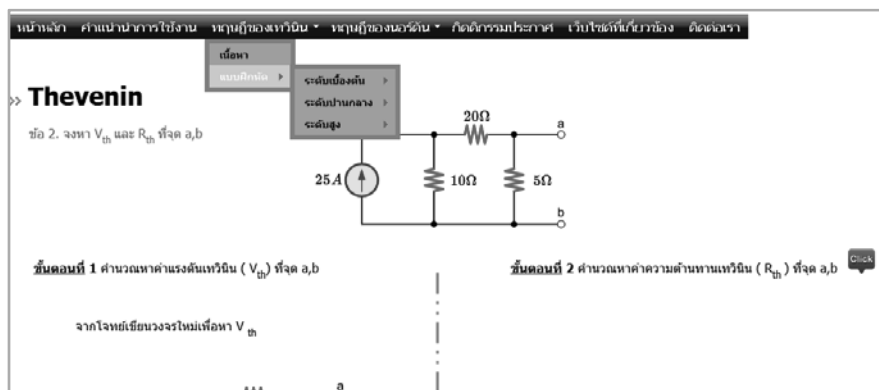
ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อได้คำตอบ มีความยุ่งยากและซับซ้อน มีหลายขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนการคิดวิเคราะห์โดยการแปลงภาพวงจรจากภาพที่ดูยากให้เป็นภาพง่าย การยุบภาพวงจร หรือเปิดและปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า ตามกฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากนั้นผู้เรียนจะต้องทำการสร้างสมการโดยโปรแกรมจะมีเครื่องมือช่วยแนะนำแก่ผู้เรียนและใช้แป้นคีย์บอร์ดในการเขียนสมการด้วยตนเองสำหรับขั้นตอนถัดไปเป็นการจัดสมการโดยการบวก ลบ คูณ หาร การคูณไขว้ ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือเดียวกันในการปรับแต่งโดยมีข้อความป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความถูกต้องในการทำทุกขั้นตอน และในขั้นตอนสุดท้ายผู้เรียนจะทำการแก้สมการด้วยวิธีกำจัดตัวแปร หรือการใช้กฎของ Cramer ที่ใช้หลักการหาเมทริกซ์ดีเทอร์มิแนนต์โดยขั้นตอนทั้งหมดนี้แสดงในภาพที่ 2 สำหรับการสร้างโปรแกรมแบบฝึกหัดนี้ ได้อาศัยโปรแกรมที่มีหน้าที่แตกต่างกันคือโปรแกรม Dreamweaver และ EditPlus ที่ใช้ในการสร้างเว็บไซต์ โปรแกรม PSpice ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าตัวเลขภายในวงจรของแบบฝึกหัดโปรแกรม Adobe Photoshop และ Photo Scape เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ไขตกแต่งภาพให้มีความสวยงาม และมีการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆและโปรแกรม Appserve ที่ใช้ในการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเครื่องแม่ข่าย

ในการกำหนดคำตอบของสมการทำได้โดยการแปลงคำตอบให้เป็นโค้ดภาษา โดยคำตอบของสมการจะถูกนำไปใส่ไว้ในฟังก์ชันสำหรับสร้างเงื่อนไขในการตรวจสอบข้อมูล กระบวนการดังกล่าวนี้มียังประกอบ 3 ส่วนที่สำคัญ คือส่วนที่ 1 เงื่อนไขตรวจสอบความถูกต้องของข้อความที่ป้อน ส่วนที่ 2 คือฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้องของข้อความที่ป้อนและส่วนที่ 3 เป็นฟังก์ชันการป้อนข้อความซึ่งถ้าผู้เรียนป้อนผิดจะแสดงเครื่องหมายผิดทันทีซึ่งมีตัวอย่างของโค้ดภาษาแสดงฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้องของข้อความที่ป้อน ซึ่งเป็นลักษณะปฏิสัมพันธ์ (interactive) สำหรับการคำนวณตามโจทย์ที่ผู้เรียนได้เลือกดังภาพที่ 3 เมื่อผู้เรียนเริ่มทำแบบฝึกหัดผู้เรียนจะต้องพิจารณาภาพที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น ทิศทางการไหลของกระแส ขั้วของแรงดันไฟฟ้า เป็นต้น) เพื่อฝึกการสังเกตประกอบการคิดและเขียนสมการด้วยตนเอง ซึ่งในการคิดคำนวณจะ

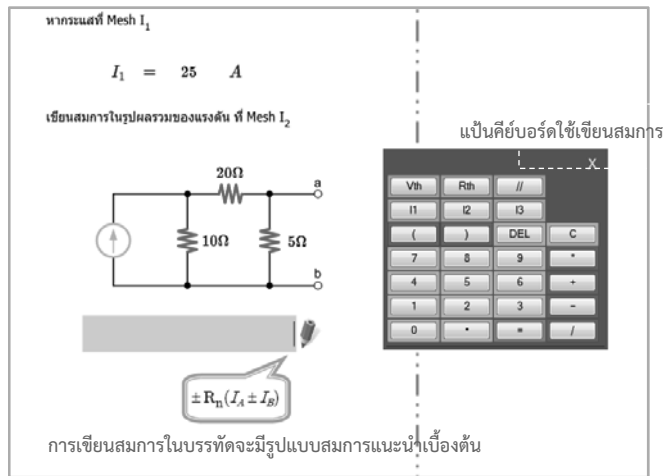
มีรูปแบบสมการประกอบคำแนะนำ และในการคำนวณจะอาศัยเป็นเครื่องคำนวณทั้งในรูปแบบตัวเลขของค่าคงที่ และรูปตัวแปรทางไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 4 เมื่อผู้เรียนสร้างสมการในแต่ละบรรทัดถูกต้องจะมีเครื่องหมายถูกให้ผู้เรียนทำในลำดับต่อไปแสดงดังภาพที่ 5 และเมื่อได้สมการครบผู้เรียนจะต้องทำการแก้สมการโดยใช้เมทริกซ์ตามภาพที่ 6



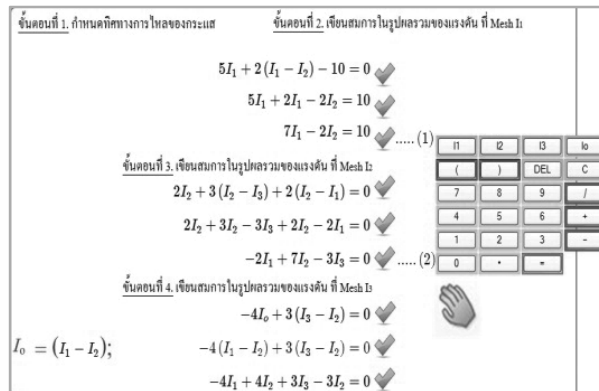
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างโปรแกรมตามขั้นตอนการทำแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้



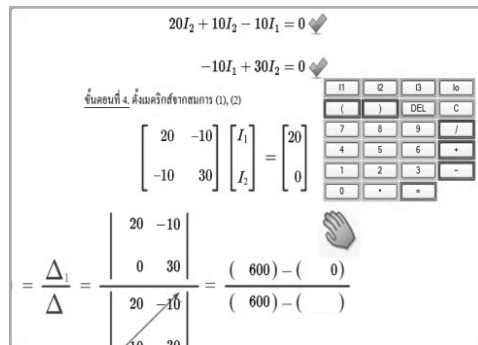
ภาพที่ 3 หน้าต่างโปรแกรม เมนูหัวข้อตามระดับความยากง่าย



ภาพที่ 4 ลักษณะการใช้งานโปรแกรมแบบฝึกหัดมีสมการแนะนำในการเขียนสมการ



ภาพที่ 5 เมื่อผู้เรียนเขียนสมการในแต่ละ บรรทัดถูกต้องจะมีเครื่องหมายถูกให้ผู้เรียนทำในลำดับต่อไป



ภาพที่ 6 รูปแบบการแก้สมการโดยใช้รูปแบบเมทริกซ์หลังจากสร้างสมการครบและถูกต้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดำเนินการโดยนำโปรแกรมและแบบฟอร์มให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่กำหนดระดับการประเมินคุณภาพของโปรแกรมแบบฝึกหัดไว้ 5 ระดับ โดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

ตารางที่ 1 แสดงผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์โปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.34	0.51	มาก
ภาพและภาษา	4.20	0.56	มาก
ตัวอักษรและสี	4.45	0.52	มาก
การจัดการแบบฝึกหัด	4.45	0.67	มาก
รวม	4.36	0.56	มาก

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าพบว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เหมาะที่จะนำไปใช้ในการของเรียนการสอน

2. ประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์โดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย (ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) และร้อยละในการวิเคราะห์ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

แบบทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน	17	60	50.88	84.80
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	17	40	32.52	81.30

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 84.80/81.30 โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยในระหว่างเรียนนักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ย 50.88 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 84.80 จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน เมื่อทดสอบหลังเรียนจบทุกหัวข้อนักศึกษา นักศึกษากลุ่มทดลองทำคะแนนเฉลี่ยได้ 32.52 คิดเป็นร้อยละ 81.30 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งการทดสอบทั้งสองครั้งแสดงว่า โปรแกรมแบบฝึกและเรียนรู้ที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เหมาะที่จะใช้สำหรับการทำการสอนต่อไป

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานโดยใช้ t-testตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

การทดสอบ	n	($\bar{x}$)	S.D	t	df	Sig
หลังเรียน	17	32.52	4.07	19.86	16	0.00
ก่อนเรียน	17	11.52	3.69			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียน สูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กับกลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติโดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ยและt-test

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กับกลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติ

กลุ่ม	n	($\bar{X}$)	S.D	t	df	Sig. (1-tailed)
ผู้เรียนด้วยโปรแกรมแบบฝึกหัด เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน	17	32.52	4.07	2.73	31	.005
ผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบวิธีปกติ	16	27.68	5.98			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตามตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กับกลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติพบว่า กลุ่มผู้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสานเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยใช้สถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

หัวข้อการประเมิน	n	$\bar{x}$	S.D
ความเหมาะสมของรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอน	17	4.42	.52
ความเหมาะสมด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	17	4.33	.65
ความเหมาะสมด้านการวัดผลและประเมินผล	17	4.11	.66
รวม		4.29	.57

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า พบว่า ความพึงพอใจด้านรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.42$) ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนระดับมาก ($\bar{x} = 4.33$) ด้านการวัดผลและประเมินผลระดับมาก ($\bar{x} = 4.11$) ในภาพรวมมีผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการพัฒนาโปรแกรมแบบฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน พบว่า ประสิทธิภาพของโปรแกรมแบบฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ประสิทธิภาพอยู่ที่ 84.80/81.3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่ม ผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มผู้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน ที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากับกลุ่มผู้ที่เรียนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ความพึงพอใจด้านรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอน ในภาพรวมมีผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$)

อภิปรายผล

จากสมมติฐานที่ว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่า เกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.80 และค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกเน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ การเรียนการสอนจากโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสาน ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมการฝึกส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกและเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น และมีการตรวจสอบผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่ได้ฝึกและเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งสอดคล้องกับ Wu Jiehong และ Gao Fuxiang (Wu & Gao, 2009) ที่กล่าวว่า การสอนที่มีคุณภาพเป็นลักษณะการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางที่เน้นกระบวนการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองและมีการสอนที่มีผลป้อนกลับทำให้ผลการเรียนดีขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ t-test พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากับกลุ่มผู้เรียนแบบวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการฝึกที่เน้นการฝึกและเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มผสมผสานได้ฝึกและเรียนจากโปรแกรมฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยปรับพื้นฐานความรู้และได้ทำการฝึกการแก้ปัญหาโจทย์รวมถึงการประยุกต์ทางวงจรไฟฟ้าอย่างเป็นขั้นตอน นอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่ช่วยแนะนำที่เป็นข้อมูลป้อนกลับในแต่ละขั้นตอนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจซึ่งสอดคล้องกับ Leonardo Palm (Leonardo, 2005) อธิบายเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าและการคำนวณที่เป็นสูตรคณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาคำนวณการบ้านของนักเรียนเป็นรายบุคคลและมีการป้อนกลับแก่ผู้เรียน

จากสมมุติฐานที่ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในโปรแกรมแบบฝึกหัด จากการวิจัยพบว่าความพึงพอใจด้านรูปแบบและกิจกรรมการเรียนการสอนในภาพรวมมีผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมาก ($\bar{x} = 4.29$) ทั้งนี้เนื่องมาจากความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนเกิดจากสื่อที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นลำดับตามแนวทางการเรียนรู้แบบผสมผสาน ซึ่งรวมถึงการประยุกต์ใช้มัลติมีเดียเป็นการใช้เทคโนโลยีในการสอน ทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์หรือการคำนวณที่ดีขึ้นเป็นรายบุคคล

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการวิจัยครั้งนี้มีการระบุว่าใช้เวลาในการทดลองจำนวน 3 ชั่วโมงแต่จากการวิจัยค้นพบว่าอาจจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนหรือมีการเก็บข้อมูลมากกว่าการเรียนในห้องเรียน โดยใช้ระยะเวลาในการฝึกแต่ละขั้นตอนการฝึกอย่างเต็มที่ตามความสามารถของแต่ละบุคคล
2. การใช้โปรแกรมทางอินเทอร์เน็ต ในการเรียนมีผู้ใช้งานพร้อมกันจำนวนมากทำให้การเชื่อมต่อช้า เนื่องจากทรัพยากรทางด้านระบบเครือข่ายมีความสามารถในการกระจายข้อมูลต่ำ

ข้อเสนอแนะการทําวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำโปรแกรมแบบฝึกหัดให้ครอบคลุมเนื้อหาในวิชาวิเคราะห์วงจร ทุกระดับตั้งแต่ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และปริญญาตรี ตั้งแต่พื้นฐานไฟฟ้าต่อเนื่องกัน เป็นมาตรฐานเดียวกันเพื่อที่ทุกสถานศึกษาสามารถใช้ได้
2. ควรมีการทดสอบทางด้านคณิตศาสตร์ในการเรียนทางด้านวงจรไฟฟ้าเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการคำนวณและสามารถแก้ปัญหาโจทย์ทางด้านวงจรไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่กำลังเข้าศึกษาในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อจะได้ทราบประสิทธิภาพของเครื่องมืออย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

- กัมพล ทองเรือง. (2547). การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. ปทุมธานี : สกายบุ๊คส์.
- เจษฎา ชินรุ่งเรือง. (2551). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชำนาญ ใจประดิษฐ์ธรรม. (2552). การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังในงานวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท้อปจำกัด.
- ชูชัย ธนสารตั้งเจริญ. (ม.ม.ป). วงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ บางกอกน้อย.

- ชูชาติ สีเทา และคนอื่นๆ. (2554). โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับ
พัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ระดับชาติ ครั้งที่ 4 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
หน้า 250-255 .
- โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ. (2540). การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น ดินแดง.
- ทีศนา เขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพฯ : บริษัทด้านสุขภาพการพิมพ์ จำกัด.
- เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,สถาบัน. (2554).หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา
วิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554).กรุงเทพฯ:คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา,มหาวิทยาลัย. (2555).หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555).เชียงใหม่ :คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลล้านนา.
- ธนาพันธ์ บุรินนาถ.(2543).วิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระบบ CCS&PCS เล่ม 2.กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.เขตวัฒนา.
- นำโชค วัฒนานัย และคนอื่นๆ. (2553). การศึกษาสภาพปัญหาการผลิตบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ระดับชาติ ครั้งที่ 3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
หน้า 736-741.
- บุญเกียรติ โชควัฒนา. (2551). การผลิตบัณฑิตเพื่อสังคมไทยในเวทีโลก. การประชุมวิชาการระดับชาติ
ครั้งที่ 7 เรื่องพัฒนาศาสตร์แห่งบูรณาการผ่านเครือข่ายบัณฑิตอุดมคติไทย : 1สู่การตกลึกทาง
ปัญญา.
- มงคล ทองสงคราม. (2543). การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ : รามการพิมพ์, สวนหลวง.
- มนัส ประสงค์ และคนอื่นๆ. (2551). การศึกษาพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาสายวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี. การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ครั้งที่ 1 (การศึกษากับ
การพัฒนาอาชีพ), หน้า 478-484.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สุวีริยา
สาส์น.
- ศรีนครินทร์วิโรฒ, มหาวิทยาลัย. (2555). หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ :
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมชาย จิตะพันธุ์กุล. (2540). วงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิลอินเตอร์เนชั่นแนลพญาไทย .
- สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ และคนอื่นๆ. (2554). การพัฒนาโปรแกรมแบบฝึกหัด การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่อง
แรงดันโหนด และกระแสเมฆ. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4.
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 215-220.

- สิทธพงศ์ อินทรายุทธ และพลศักดิ์ โกษียาภรณ์. (2555). การศึกษาพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้าของผู้สอบเข้าศึกษาต่อ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2554. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 5 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 353-358.
- สุเจตน์จันทร์. (2540). *วิเคราะห์วงจรเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : แมคกรอฮิล อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์อิงค์.
- สุรัตน์ นันตะสุนนท์. (2537). *ระบบไฟฟ้ากำลัง เล่ม 2*. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), คลองเตย.
- สุรัชย์ โกศิยะกุล. (2556). ความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตต่อการปฏิบัติงานและแนวทางการผลิตบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. สัททอง : มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์[Online Serial], 19,2 Available:http://research.kpru.ac.th/Journal_HSS/index.php/journal/2556. [2556, กันยายน 11].
- อัศวภูมิ จินดานุรักษ์ และคนอื่นๆ. (2551). การศึกษาความคิดเห็นของผู้สอนต่อบทเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างตามกระบวนการ MIAP เรื่อง "เลขยกกำลัง". การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ครั้งที่ 1 (การศึกษากับการพัฒนาอาชีพ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Iskander, M. F. (2000). *Advances in technology-based engineering education*. Antennas and Propagation Society International Symposium.
- Leonardo Palma , R. F. M., Prasad N. Enjeti,& Jo W. Howze, S (2005). *Use of Web-Based Materials to Teach Electric Circuit Theory*.
- Wu, J. & F. Gao (2009). *Study of feedback teaching for computer culture basics*. ICCSE '09. 4th International Conference on Computer Science & Education.
- Yilmaz, O. & K. Tuncalp. (2011). *A Mixed Learning Approach in Mechatronics Education*. Transactions on Education, 1-8498. pp.99.