

# การพัฒนา รูปแบบการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริง แบบอัจฉริยะเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชชาติ สีเทา<sup>1</sup> สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์<sup>2</sup> และ พูลศักดิ์ โกษียาภรณ์<sup>3</sup>

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา รูปแบบการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในระดับปริญญาตรี โดยรูปแบบการสอนนี้เป็นการประยุกต์กระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า (iVTA) เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นแบบที่มีการตรวจสอบผู้เรียนอย่างทั่วถึงทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน วิธีดำเนินการวิจัยจะทำการสร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการสอนด้วยโปรแกรม iVTA และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่กระแสดงด้วยวิธีแรงดันโหนด โดยรูปแบบการสอนด้วยโปรแกรม iVTA กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติที่สอนด้วยกระบวนการสอนแบบ MIAP กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 2/2554 โดยกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในตอนที่ 2 จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในตอนที่ 1 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม iVTA พบว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมผ่านเกณฑ์ เมกยูแกนส์ (1.14) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แสดงด้วยวิธีแรงดันโหนดของนักศึกษากลุ่มทดลองที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ที่สร้างขึ้นมีค่าอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ครูผู้ช่วยเสมือนจริง

<sup>1</sup> นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>3</sup> ผู้บริหารประสานงาน โทรศัพท์ 0-2555-2000 ต่อ 3309 E-mail: choochats@kmutnb.ac.th



**Development of Teaching Method with Intelligent Virtual Teacher Assistance  
to Strengthen the Learning Efficiency for Teaching in the Topic of Circuit  
Analysis at Department of Teacher Training in Electrical Engineering,  
Faculty of Technical Education,  
King Mongkut's University of Technology North Bangkok**

Choochat Seetao<sup>1\*</sup> Surapan Tansriwong<sup>2</sup> and Poolsak Koseeyaporn<sup>2</sup>

**Abstract**

This research paper purposes a development of a computer-based learning system cooperated with the designed software called Intelligent Virtual Teacher Assistance Program (iVTA) to strengthen a learning efficiency. The MIAP (Motivation, Information, Application and Progress) and iVTA were successfully applied to teach students. The aims of this method were employed to inspect students in the class room and outside class room. The learning efficiency in the subject of electric circuit analysis for voltage node method from iVTA and normal teaching (MIAP) was analyzed and compared. The sampling group was bachelor students who registered in the subject of Electrical Circuit Analysis at Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok in the 2554/2 semester. The experimental group was 38 students in the second section. The controlled group was 29 students in the first section. The research tools were the lesson plan managed by iVTA method and normal lesson plan. The experimental results show that the efficiency of the iVTA model was 1.14 which was higher than the standard criteria of Meguigans formula. The effectiveness of the learning efficiency was 0.05 in the statistical significant. The learning effectiveness of iVTA program was higher than the controlled group. The student's satisfaction of the learning process was rank in good level.

**Keyword:** Electrical Circuit Analysis, Virtual Teacher Assistant

<sup>1</sup> Student, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

\* Corresponding Author Tel. 0-2555-2000 Ex. 3309 E-mail: choochats@kmutnb.ac.th

## 1. บทนำ

การประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อาทิเช่น ครู อาจารย์ วิศวกร ช่างเทคนิค ล้วนต้องใช้พื้นความรู้ในเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในสาขาอาชีพดังกล่าวจึงจัดให้มีการเรียนการสอนไว้ในหลักสูตร แต่จากการเรียนการสอนพบว่าในเนื้อหาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าไม่ได้เป็นเพียงการให้เนื้อหาที่เป็นทฤษฎีเพียงเท่านั้นผู้เรียนยังจำเป็นต้องทำการฝึกหัดคำนวณเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ความเข้าใจ แต่เนื่องจากการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้านั้นผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ศาสตร์ความรู้ในหลายด้าน โดยด้านวงจรไฟฟ้าจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของวงจร การกำหนดทิศทางกระแส แรงดัน หน่วย จากนั้นต้องใช้กฎพื้นฐานทางไฟฟ้ามาช่วยในการวิเคราะห์ประกอบไปด้วย กฎของโอห์มและกฎของเคอร์ชอฟฟ์ และต้องใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเช่นวิธีแรงดัน โหนดหรือกระแสเมฆเป็นต้น ส่วนด้านคณิตศาสตร์ต้องมีความรู้ อาทิ เลขจำนวน เศษส่วน ทศนิยม ตัวคูณร่วมน้อย วงเล็บ คุณสมบัติต่าง ๆ เช่น การสลับที่ การเปลี่ยนกลุ่ม การแจกแจง อีกทั้งต้องใช้ พีชคณิตเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเช่น สมการ การแก้สมการที่ต้องใช้คุณสมบัติ สมมาตร การบวก การคูณ การหาร การแทนค่าเป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งสมการ จากนั้นทำการจัดระเบียบสมการและทำการกำจัดตัวแปรหาคำตอบของสมการ จะพบว่าในตัวเนื้อหาวิชาเองที่ผสมผสานระหว่างคณิตศาสตร์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้านั้นต้องใช้ความรู้ เครื่องมือในการคำนวณ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ยืดหยุ่นหลากหลาย อีกทั้งขั้นตอนการคำนวณยังมีความต่อเนื่องกันซึ่งหากผู้เรียนทำส่วนใดส่วนหนึ่งผิดจะส่งผลให้การคำนวณในขั้นตอนที่ไปผิดต่อเนื่องกันไปอีกด้วย จึงทำให้การเรียนการสอนในรูปแบบปกติผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถตรวจสอบและปรับแต่งผู้เรียนได้อย่างทั่วถึงและทันทั่วทั้ง ซึ่งรวมถึงแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้ผู้เรียนได้ทำทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนด้วย ทำให้มีโอกาสสูงที่ผู้เรียนจะทำบางขั้นตอนผิดและจดจำกฎหรือวิธีการที่ไม่ถูกต้องไป และข้อจำกัดอีก

ประการหนึ่งของการเรียนการสอนในรูปแบบปกติคือแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้ผู้เรียนไปนั้นเนื่องจากเป็นแบบฝึกหัดที่ต้องแสดงวิธีทำ ดังนั้นจำนวนผู้เรียนและจำนวนข้อที่จะใช้ฝึกจึงเป็นข้อจำกัดที่ส่งผลต่อภาระในการตรวจและปรับแต่งผู้เรียน ทำให้ผู้สอนไม่สามารถที่จะให้ในปริมาณที่มากเพียงพอต่อการฝึกให้ผู้เรียนเกิดเป็นทักษะทางปัญญาได้

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน มีการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์[1] ให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความชาญฉลาดสามารถปรับเปลี่ยนระดับความยากง่ายและรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เป็นแบบอัจฉริยะ (Intelligent Computer-Assisted Instruction : ICAI) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System : ITS)[2, 3] ซึ่งบางครั้งอาจจะบุให้ชัดเจนในชื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตแบบอัจฉริยะ (Web-Based Intelligent Tutoring System : WBITS)[4] โดยเป็นบทเรียนที่มีแนวคิดเพื่อตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ITS ส่วนใหญ่ที่พัฒนาขึ้นออกแบบไว้รองรับการใช้จัดการเรียนการสอนระยะไกล หรือบางที่เป็นหลักสูตรออนไลน์ทั้งระบบซึ่งหากมีการนำระบบดังกล่าวมาเลือกใช้และปรับปรุงให้เหมาะสมเพื่อใช้สนับสนุนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติและแบบออนไลน์เพื่อนำไปศึกษาต่อที่บ้าน โดยมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการสอนและเนื้อหาบทเรียนเป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนผู้สอนเป็นครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะ (Intelligent Virtual Teacher Assistant : iVTA) ที่คอยช่วยตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในทุกขั้นตอนของการเรียนการสอนทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน โดยเฉพาะในช่วงกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง คอยทำหน้าที่เสริมแรงให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมให้ผ่านเกณฑ์โดยกำหนดระดับและเหรียญรางวัลเพื่อแสดงต่อกลุ่มผู้เรียนในการภูมิใจ โดยรายงานความก้าวหน้าให้กับผู้เรียนและผู้สอนได้รับทราบ และจากการที่มีการตรวจสอบผู้เรียนอย่างทั่วถึงนี้เองทำให้ผู้สอนสามารถกระชับเวลาใน

เนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้เร็วและให้เวลาเพิ่มมากขึ้นกับเนื้อหาหรือขั้นตอนที่ผู้เรียนทั้งกลุ่มกำลังสับสนได้ อันจะผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดียิ่งขึ้นตามไปด้วย ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการสอนด้วยโปรแกรม IVTA เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนเรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าอย่างกว้างขวางต่อไป

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

1.1.2 เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะที่พัฒนากับกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนปกติ

### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมทริกซ์

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

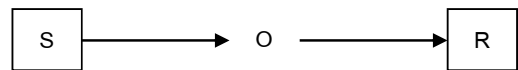
### 2.1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

ทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการปฏิบัติงานจริงนั้นมี 2 ทฤษฎี คือทฤษฎีกระแสเมฆและทฤษฎีแรงดันโหนด[5] โดย ณ ที่นี้ได้เลือกการวิเคราะห์วงจรด้วยวิธีแรงดันโหนดมาใช้ในการวิจัยโดยยึดขั้นตอนการวิเคราะห์ 5 ขั้นตอน[6] และจากขั้นตอนการวิเคราะห์วงจรจะพบว่าถึงแม้จะมีขั้นตอนที่

ตายตัวแต่ในขั้นตอนดังกล่าวมีความยืดหยุ่นและการผสมผสานทั้งกฎและคุณสมบัติต่าง ๆ ทั้งทางวงจรไฟฟ้าและคณิตศาสตร์อีกมากมายที่หากทำผิดในส่วนใดส่วนหนึ่งแล้วจะส่งผลให้การคำนวณในขั้นตอนต่อ ๆ ไปผิดพลาดตามไปด้วย ทำให้เป็นเรื่องยากในการเรียนในรูปแบบที่ผู้เรียนไม่มีการตรวจสอบและปรับความเข้าใจในทันที และอีกประการจะพบว่าจากการที่มีเครื่องมือ กฎ และทฤษฎีที่มีอยู่มากและหลากหลายนี้เองหากผู้เรียนไม่รู้จักแยกแยะออกเป็นหมวดหมู่หรือฝึคนำออกมาใช้อยู่บ่อย ๆ จะทำให้ไม่สามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมหรือถูกต้องได้

### 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioral Learning Theories)

ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มนี้จะเน้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus: S) และการตอบสนอง (Response: R) โดยอินทรีย์ (Organism: O) จะต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองอันจะนำไปสู่ความสามารถในการแสดงพฤติกรรมซึ่งก็คือการเรียนรู้นั่นเอง โดยสามารถเขียนเป็นผังการเกิดพฤติกรรมดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเกิดพฤติกรรมตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม

การเรียนรู้จัดการเรียนการสอนตามกลุ่มทฤษฎีนี้ อย่างน้อยต้องคำนึงถึงกฎแห่งผล (Law of Effect) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การวางเงื่อนไขและการเสริมแรง (Conditioning and Reinforcement) เป็นต้น

### 2.3 กระบวนการสอนแบบ MIAP

กระบวนการสอนแบบ MIAP เป็นวิธีการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดี โดยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้นำกระบวนการสอนดังกล่าวมาใช้ในการเรียนการสอน และฝึกสอนให้กับผู้เรียนด้วยเช่นกัน

เนื่องจากกระบวนการสอนดังกล่าวมีขั้นตอนที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ คือผู้เรียนจะได้รับการกระตุ้นความสนใจหรือเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในขั้นการสนใจปัญหา (Motivation) จากนั้นทำการสอนและให้ข้อมูลในขั้นศึกษาข้อมูล (Information) เสร็จแล้วทำการทดสอบหรือให้กิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหาในขั้นพยายามนำข้อมูลมาใช้ (Application) ผู้สอนทำการเฉลยหรือนำวิธีการที่ถูกต้องจนผู้เรียนเกิดความเข้าใจในขั้นประเมินผลสำเร็จ (Progress)

#### 2.4 การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนจำเป็นที่จะต้องออกแบบและพัฒนาโดยคำนึงถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ (Web Based Instruction) รูปแบบของการนำเสนอด้วยสื่อหรือเนื้อหา รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ กิจกรรมของผู้สอนและผู้เรียน การวัดและประเมินผล การควบคุมบทเรียน ความแตกต่างระหว่างบุคคล และระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) เป็นต้น

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองและวิธีการวิจัย[7]

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E R	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>
C R	T <sub>1</sub>	-	T <sub>2</sub>

จากตารางที่ 1 การดำเนินการทดลองเริ่มด้วยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง (E R) และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (C R) ทำการทดสอบวัดค่าตัวแปรตามก่อนการทดลองซึ่งก็คือคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (T<sub>1</sub>) จากนั้นทำการจัดรูปแบบการสอนด้วยโปรแกรม iVTA กับกลุ่มทดลอง (X) และจัดการเรียนการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบวัดค่าตัวแปรตามซึ่งก็คือคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (T<sub>2</sub>)

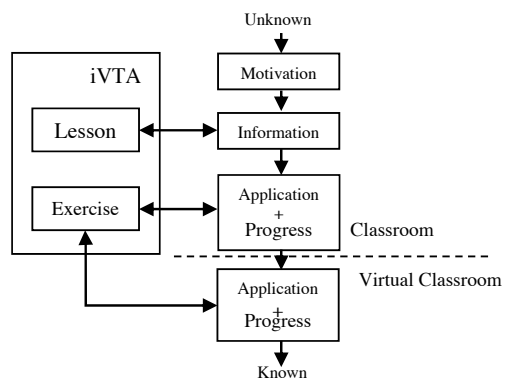
#### 3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 2/2554 โดยกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในตอนที่ 2 จำนวน 38 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในตอนที่ 1 จำนวน 29 คน ตามสภาพจริง

#### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือและสื่ออื่น ๆ ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะ โปรแกรม iVTA แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ MIAP ใบเนื้อหา งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียน ซึ่งทั้งหมดมีขั้นตอนการสร้างโดยการศึกษาจากเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผ่านการทดลองใช้และตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าทางสถิติที่สามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้ โดย ณ ที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะบางเครื่องมือที่มีความแตกต่างจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั่ว ๆ ไป ดังต่อไปนี้

##### 3.3.1 รูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA



รูปที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA

จากรูปที่ 2 จะพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA เป็นการประยุกต์กระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมกับโปรแกรม iVTA โดยจะใช้โปรแกรม iVTA ส่วนที่เป็นเนื้อหาบทเรียน (Lesson) ในช่วงกิจกรรมการให้เนื้อหา (I) ในชั้นเรียนเพื่อให้ผู้สอนสามารถให้เนื้อหาและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง และใช้โปรแกรมส่วนที่เป็นแบบฝึกหัด (Exercise) ในช่วงขั้นพยายาม (A) และขั้นสำเร็จผล (P) โดยโปรแกรมจะช่วยทำหน้าที่ให้แบบฝึกหัดและตรวจคำตอบของผู้เรียนแทนครูทั้งในช่วงการเรียนการสอนในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องผ่านการประเมินเบื้องต้นจากโปรแกรมจึงจะมีสิทธิในการสอบเพื่อเก็บคะแนนได้ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA นี้ผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (4.72)

### 3.3.2 โปรแกรม iVTA

โปรแกรม iVTA มีขั้นตอนในการพัฒนาอยู่ 4 ขั้นตอนด้วยกันดังนี้

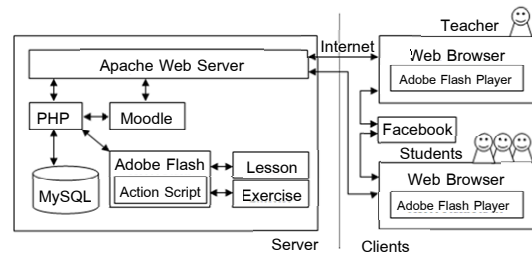
1) การศึกษาโปรแกรมและทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาโปรแกรมพบว่า โปรแกรมหลักควรใช้โปรแกรม Adobe Flash เนื่องจากโครงสร้างของโปรแกรมไม่ซับซ้อน มีฟังก์ชันให้เลือกใช้มากมาย สามารถออกแบบกิจกรรมต่าง ๆ ได้ในรูปแบบเฟรมต่อเวลาหรือทำงานด้วยเงื่อนไขและยังทำการเปรียบเทียบคำตอบที่อยู่ในรูปสมการของผู้เรียนจากการใช้ชุดฟังก์ชันสำเร็จรูปที่มีอยู่ในภาษาแอคชันสคริปต์ได้ นอกจากนี้ยังบันทึกส่งออกในรูปแบบที่สามารถอัปโหลดขึ้นเว็บได้ทันที

การจัดการเรียนรู้อัจฉริยะเลือกที่จะให้โปรแกรมไปทำงานภายใต้โปรแกรม Moodle ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นระบบการจัดการเนื้อหา (CMS) และระบบจัดการการเรียน (LMS) จึงทำให้สะดวก และสร้างฐานข้อมูลใหม่เฉพาะส่วนที่จะจัดเก็บคะแนนและกิจกรรมเท่านั้น

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าผู้วิจัยได้เลือกทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรด้วยวิธีแรงดันโหนดดังอธิบายไว้ในข้อที่ 2.1

2) การออกแบบโปรแกรมและฐานข้อมูล การออกแบบโปรแกรมต้องวางลำดับขั้นการวิเคราะห์วงจรและออกแบบกิจกรรมในแต่ละขั้นเพื่อวางแผนให้

โปรแกรมสามารถตรวจสอบความถูกต้องในทุกขั้นตอนได้ ซึ่งการออกแบบเทียบเคียงกับการคำนวณด้วยมือ โดยรูปแบบกิจกรรมการเรียนได้ออกแบบให้มีลักษณะการทำซ้ำ ๆ ทั้งในช่วงการให้เนื้อหาในชั้นเรียน และช่วงการทำแบบฝึกหัดทั้งในและนอกชั้นเรียน โดยจัดให้มีคะแนนสะสมจากการทำแบบฝึกหัดในวงจร 10 รูปแบบแต่ละรูปแบบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจร รวมถึงทิศทางของแหล่งจ่ายจะได้รับการสุ่มค่าขึ้น โดยเรียงวงจรจากง่ายไปหายาก จากแหล่งจ่ายอิสระไปหาแหล่งจ่ายควบคุม ผู้เรียนต้องทำผ่านในแต่ละระดับจนครบจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการออกแบบการทำงานของโปรแกรมร่วมกับโปรแกรมต่าง ๆ รวมถึงฐานข้อมูลสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบ iVTA

3) การเขียนโปรแกรมและสร้างฐานข้อมูล จากขั้นตอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ที่ได้ออกแบบกิจกรรมไว้ นำมาเขียนโปรแกรม โดยภาพส่วนใหญ่ในโปรแกรมจะทำการวาดขึ้นเองภายในตัวโปรแกรม Flash เพื่อให้ไฟล์ที่ได้มีขนาดเล็กโหลดข้อมูลไปใช้งานได้เร็ว เมื่อเตรียมภาพครบหมดแล้วทำการเขียนไฟล์ Action Script มาควบคุมโดยแยกไฟล์ออกไปอยู่ภายนอกเพื่อความสะดวกในการแก้ไข ไฟล์ดังกล่าวมีนามสกุลเป็น .as เมื่อเขียนเสร็จแล้วทำการบันทึกส่งออกมาอยู่ในรูปของไฟล์ swf แล้วนำเขาไปแทรกอยู่ในไฟล์ในภาษา PHP ส่วนการสร้างฐานข้อมูลใช้โปรแกรม phpMyAdmin สร้างผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้เลย

4) การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม เริ่มด้วยทำการตรวจสอบความถูกต้องของปุ่มต่าง ๆ จากนั้นตรวจสอบผลการคำนวณของโปรแกรมในทุกขั้นตอนที่มีการรับค่าจากผู้เรียนเข้าไป ทำการตรวจสอบ

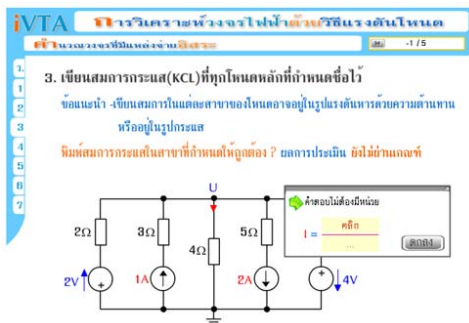
การทำงานทั้งหมดอีกครั้งด้วยการเปรียบเทียบการทำงานของโปรแกรมกับการคำนวณด้วยมืออย่างน้อยรูปแบบวงจรละ 3 ครั้ง หลังจากสามารถทำได้ถูกต้องแล้วทำการทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยจำนวน 5 คนเพื่อสอบถามการใช้งานและการสื่อความหมายของข้อความ เมื่อทำการปรับแก้ให้สามารถใช้งานได้ถูกต้องแล้วนำไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่จำนวน 50 คน(ตามสภาพจริง) เพื่อทดสอบการรองรับการทำงานของระบบเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เมื่อผ่านการทดสอบการใช้งานกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ได้แล้ว ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมไปทดลองสอนกับกลุ่มทดลองในรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA เพื่อดูระยะเวลาและความเป็นไปได้ในการจัดกิจกรรม โดยทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี(หลักสูตรเทียบโอน) ชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 24 คน ในปีการศึกษา 1/2554 ซึ่งผลการทดลองพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวมีความเหมาะสมและพร้อมที่จะนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพต่อไป โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อโปรแกรม iVTA อยู่ในระดับดีมาก (4.48)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม iVTA

โปรแกรมถูกติดตั้งและให้บริการอยู่ที่เว็บไซต์ <http://www.edu.kmutnb.ac.th/telearning/> ส่วนของการให้เนื้อหาแสดงดังรูปที่ 4 ส่วนที่เป็นแบบฝึกหัดแสดงดังรูปที่ 5

5 ผลการสรุปคะแนนของผู้เรียนแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมส่วนให้เนื้อหา



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมส่วนการทำแบบฝึกหัด

อันดับที่	รายชื่อผู้ศึกษา	คะแนน	คะแนนร้อยละ	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5	LV6	LV7	LV8	LV9	LV10	หมายเหตุ
1	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	20650	94	12	12	10	12	17	20	20	20	20	20	ผ่าน
2	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	18980	90	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
3	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	18980	90	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	ผ่าน
4	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	13790	95	11	2	2	2	10	12	20	20	20	20	ผ่าน
5	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	7120	91	2	2	2	2	12	2	2	2	2	2	ผ่าน
6	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	6550	88	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	ผ่าน
7	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	5670	91	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
8	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	5300	94	10	10	10	10	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
9	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	5030	87	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
10	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4930	89	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
11	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4690	87	2	2	2	11	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
12	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4450	79	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
13	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4410	77	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
14	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4310	80	10	10	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
15	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4250	87	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
16	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4080	86	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
17	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4020	84	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
18	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	4010	84	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
19	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	3980	81	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน
20	ชวาลิป ศยามะสิทธิ์	3910	75	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	ผ่าน

รูปที่ 6 ตัวอย่างการสรุปคะแนนสะสมของผู้เรียนทุกคน

4.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนเฉลี่ย	S.D	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละประสิทธิภาพของ	เมทริกซ์มากกว่าเท่ากับ 1
คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	38	40	14	0	7.44	4.43	18.61	1.14
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	38	40	38	13	28.02	5.59	70.06	

จากตารางที่ 2 จะพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 18.61 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้อง

เฉลี่ยร้อยละ 70.06 และเมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของเมทริกซ์มีค่าเท่ากับ 1.14 มีค่าตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

### 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA กับกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มผู้เรียนทั้งสองกลุ่มเพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาความเท่ากันหรือแตกต่างกันของคะแนนทดสอบก่อนเรียนดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	S.D	t	P
กลุ่มทดลอง	38	7.44	4.43	-0.573	0.569*
กลุ่มควบคุม	29	8.03	3.76		

\*  $P > 0.05$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (ไม่แตกต่างกัน)

จากตารางที่ 3 จะพบว่าเมื่อทดสอบดูความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยแล้วพบว่าไม่แตกต่างกัน จากนั้นทำการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบกิจกรรมที่วางแผนไว้กับทั้งสองกลุ่มแล้วนำผลคะแนนการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาความเท่ากันหรือแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	S.D	t	P
กลุ่มทดลอง	38	28.02	5.90	7.846	0.000*
กลุ่มควบคุม	29	18.69	3.79		

\*  $P < 0.05$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 (แตกต่างกัน)

จากตารางที่ 4 จะพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (28.02) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของ

กลุ่มควบคุม (18.69) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีแรงดันโหนดของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า ภาคเรียนที่ 2/2554 ของนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ที่เป็นกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนในรูปแบบปกติ

## 5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ผ่านเกณฑ์คุณภาพของเมทริกซ์

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มผู้เรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

5.1.3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ที่สร้างขึ้นมีค่าอยู่ในระดับมาก

ดังนั้นสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนด้วยโปรแกรม iVTA มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าได้

### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ด้านประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA จากผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพ (1.14) มากกว่าเกณฑ์ 1.00 ตามมาตรฐานเมทริกซ์เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ประยุกต์กระบวนการสอนแบบ MIAP ที่มีกระบวนการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับโปรแกรม iVTA ที่มีการออกแบบโดยยึดหลักตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมที่มุ่งเน้นเรื่องการฝึกฝนและวางเงื่อนไขให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ และคำนึงถึงหลักการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จึงทำให้การ



เรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการวิจัยยังทำให้ทราบได้ว่าโปรแกรมสามารถลดข้อจำกัดในเรื่องจำนวนผู้เรียนที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยโปรแกรมที่มีจำนวนมากกว่า (38 คน) ยังสามารถมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีจำนวนน้อยกว่าได้ (29 คน)

5.2.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA ที่พัฒนาขึ้นที่สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนด้วยโปรแกรม iVTA นั้นเป็นการสอนในแบบที่มีการตรวจสอบผู้เรียนอย่างทั่วถึงทำให้ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนการสอนให้เหมาะสมเกิดประสิทธิภาพได้ นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถชมเชยเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียนที่ผ่านกิจกรรมในแต่ละขั้นโดยทันทีได้ และยังสามารถใช้ผู้เรียนดังกล่าวไปช่วยเหลือผู้เรียนที่ยังไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้ และเนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีการสะสมคะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำผ่านได้ในแต่ละข้อมาจัดระดับเป็นหมายเลขจาก 1 ถึง 99 และมีการให้เหรียญรางวัลเพื่อแสดงความสามารถในการวิเคราะห์วงจรในระดับต่าง ๆ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันกับตัวเองเพื่อการได้ระดับตัวเลขที่สูงและเกิดการแข่งขันภายในกลุ่มเพื่อการเป็นผู้มีคะแนนนำ สังเกตได้จากกรณีที่ผู้เรียนทำคะแนนสะสมเกินหนึ่งหมื่นคะแนนจำนวนถึงสี่คนและคนที่ทำคะแนนได้สูงสุดทำได้ถึงสองหมื่นหรือห้าสิบคะแนน ซึ่งตามปกติแค่ประมาณสามพันห้าร้อยคะแนนก็ผ่านเกณฑ์แล้ว จึงเป็นผลให้ผู้เรียนในกลุ่มทดลองมีโอกาสในการฝึกฝนวิเคราะห์วงจรมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ทำเพียงแบบฝึกหัดไปปริมาณจำกัดเป็นการบ้านเท่านั้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เนื่องจากแนวคิดของการพัฒนาโปรแกรมเป็นการประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมที่ต้องอาศัยการวางเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสมและต่อเนื่อง ดังนั้นจึงควรพัฒนาโปรแกรมให้มีจำนวนหัวข้อหรือเนื้อหาให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากเนื้อหาหรือทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้พื้นฐานความรู้เดียวกัน หากผู้เรียนได้รับการวางเงื่อนไขซ้ำในรูปแบบเดิมบ่อย ๆ หรือมีโอกาสในการฝึกวิเคราะห์หรืออย่างเป็นระบบในขั้นตอนที่ถูกต้องเป็นระยะเวลาที่ยาวนานติดต่อกัน จะส่งผลให้ผู้เรียนถูกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้มากซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความชำนาญเกิดเป็นทักษะทางปัญญาได้

5.3.2 ปัจจุบันมีการพัฒนาโทรศัพท์และอุปกรณ์สื่อสารที่มีความรวดเร็วในการส่งผ่านข้อมูลและมีหน่วยประมวลผลที่มีความเร็วสูงอยู่หลากหลายแพลตฟอร์ม (Platform) ที่สามารถพกพาติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นหากทำการพัฒนาโปรแกรมให้ผู้ใช้สามารถค้นหาได้ตามศูนย์ดาวนำโหนดของแต่ละแพลตฟอร์ม และติดตั้งโดยตรงที่ตัวเครื่อง จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง ในทุกสถานที่ ทุกเวลาได้

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Stern J. Beck, Mia. and Haugsjaa, Erik, "Applications of AI in education," 1996.
- [2] K. Raghavan and A. Katz, "Smithtown: An Intelligent Tutoring System," Technological Horizons in Education, pp. 50-53, 1989.
- [3] S. Niwattanakul, "Intelligent tutoring system for data structure learning," Mahidol university, 1999.
- [4] D. Sheng-Hui L. Gang-Yong, and Z. Zhao-You, "Model and Application of Web-Based Intelligent Tutoring System," Innovative Computing Information and Control, 2008. ICICIC '08. 3rd International Conference, 2008.
- [5] J. R. Cogdell, "Foundations of Electrical Engineering," 1996.
- [6] L. S. Bobrow, "Foundations of Electrical Engineering," 1996.
- [7] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, "เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา," พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สาสน์, 2538.