

## การพัฒนาโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้มัลติมิเตอร์ สำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้า

### Development of Three-dimension simulation program to Evaluate Competency of Using Multimeter for Electrical Instruction

อุดมศักดิ์ แก้วมรกต, กันตภณ มะหาหมัด, พูลศักดิ์ โกษียากรณ์

ภาควิชาครูศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

udomsak9280@gmail.com, kuntapon64@gmail.com, drpoolsak@gmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมจำลองแบบ 3 มิติ สำหรับการเรียนการสอนในสาขาไฟฟ้า โดยโปรแกรมถูกพัฒนาจากโปรแกรมสำหรับพัฒนาเกมที่มีชื่อว่า Dark Basic ร่วมกับโปรแกรม Blender ทำให้สามารถจำลองสภาพแวดล้อมได้เป็นแบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าสามมิติเสมือนจริง โปรแกรมที่ออกแบบช่วยให้ผู้ใช้ได้ทดสอบทักษะการตั้งค่า ทำการวัด และอ่านค่าผลการวัดจากมัลติมิเตอร์ตามลักษณะการใช้งานจริง นอกจากนี้โปรแกรมสามารถประเมินผลการทดสอบสมรรถนะของผู้ใช้ได้โดยอัตโนมัติ จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับดีมาก ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

**คำสำคัญ:** โปรแกรมจำลอง 3 มิติ โปรแกรม Dark Basic โปรแกรม Blender

#### Abstract

*This paper presents the development of the 3D Simulation Program (3DSP) for electrical instruction. The program has been developed under an ultimate 3D games creator so-called Dark Basic compatible with Blender so that the 3D environment could be virtually simulated. The designed environment allowed users to perform their skills in setting up, measuring, and reading the result of multimeter corresponding to the real world experience. In addition, the assessment could be automatically reported at the end. The trial results showed that this developed simulation program was able to demonstrate the measurement in experiment accurately. And based-on 5-expert opinions, it revealed that this developed simulation program has very high appropriateness in using for testing competency. As the result, It could then be suitably used for instruction of an electrical measurement course.*

**Keyword:** Three-dimension simulation program, Dark Basic., Blender

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีผู้พัฒนาโปรแกรมจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว [1] โดยได้พัฒนาโปรแกรมทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมจำลองด้านการศึกษาแบบ 3 มิติ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ [2] ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้โปรแกรมจำลองยังช่วยให้ประหยัดต้นทุนในการซื้อวัสดุและช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดกับผู้เรียนก่อนไปปฏิบัติงานจริงได้อีกด้วย [3] ซึ่งหากใช้อุปกรณ์จริงมาทำการทดลอง ถ้าผู้ทดลองมีทักษะไม่เพียงพออาจมีความเสี่ยงของอุปกรณ์เสียหาย อีกทั้งยังต้องใช้อุปกรณ์เป็นจำนวนมาก และใช้เวลามากในการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อการทดลองวัดค่าอุปกรณ์ภายในวงจร จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น หากผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติ จะส่งผลให้ผู้เรียน ไม่มีความสนใจในเนื้อหา ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน หรือผู้เรียนเกิดความสับสนและไม่เข้าใจในเนื้อหา อาจส่งผลไปถึงการสอบไม่ผ่านการประเมินผลการเรียน และที่สำคัญที่สุดคือ มีผลกระทบไปถึงการประกอบอาชีพในสถานประกอบการในอนาคต การนำโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้ [4] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมจำลองแบบสามมิติเพื่อวัดสมรรถนะการใช้มัลติมิเตอร์ ในเรื่องการวัดค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแสของวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีความเสมือนจริง ทำให้ใช้งานง่าย และมีความน่าสนใจ

แนวทางพัฒนาโปรแกรมจำลองด้านการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการปฏิบัติโดยใช้การจำลองเสมือนจริงนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่จะนำการวิจัยไปพัฒนาโปรแกรมสำหรับทดลองอื่นๆ ต่อไป

## 2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

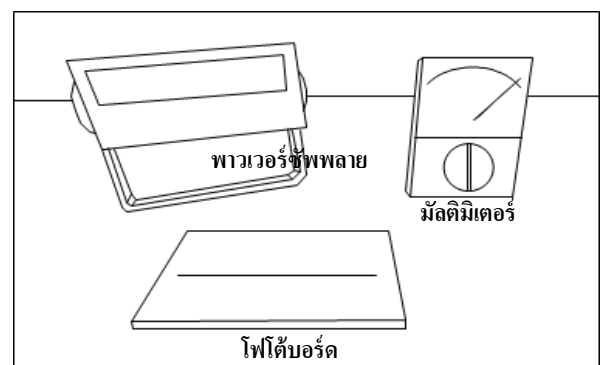
### 2.1 ออกแบบเค้าโครงโปรแกรมจำลองสามมิติ

จากภาพที่ 1 เป็นการวางแผนการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองได้แก่ มัลติมิเตอร์ พาวเวอร์ซัพพลาย โพรโตบอร์ด และตัวต้านทานค่าต่างๆ จำนวน 10 ตัว เพื่อใช้ในการทดลอง และตำแหน่งกล่องภายในโปรแกรม โดย

อุปกรณ์ต่าง ๆ และตำแหน่งของกล่องจะถูกจัดวางไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและสอดคล้องกับความเป็นจริงของสถานการณ์ การทดลองในห้องทดลองทางไฟฟ้า

### 2.2 การออกแบบระบบเชื่อมต่อผู้ใช้งาน

ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานได้ออกแบบโดยคำนึงถึงความชัดเจน มีขนาดที่เหมาะสม และสะดวกในการใช้ [5] ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการรับค่า ส่วนการแสดงผล และส่วนของการประเมินผลการทดลอง โดยส่วนของการรับค่าจะประกอบไปด้วย ปุ่มรับค่าตัวเลข 0 - 9 ปุ่มตกลง และยกเลิก ปุ่มเลือกหน่วยทางไฟฟ้า เช่น โอห์ม มิลลิแอมป์ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ตามความเหมาะสม หลังจากคลิกปุ่มรับค่าต่างๆ แล้วผลลัพธ์ที่ได้จะไปแสดงยังส่วนการแสดงผลทันที หากผู้ทดลองต้องการตอบคำถาม ให้ทำการคลิกที่ปุ่มตกลง ในขณะที่เดียวกันนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจคำตอบ และเก็บผลการคำตอบแต่ละครั้งไว้ในหน่วยความจำ หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการประกอบวงจรต่อไปแบบอัตโนมัติทันที เพื่อให้ผู้ทดลองวัดค่าในขั้นตอนต่อไป หากทดลองวัดค่าครบ 10 ครั้งแล้ว โปรแกรมจะทำการนำคะแนนที่บันทึกไว้มาประเมินผลออกมาเป็นร้อยละของการตอบถูก และจะแสดงตารางสรุปผลการทดลองตามภาพที่ 2 แบบอัตโนมัติ โดยหน้าต่างส่วนของการรับค่า ส่วนการแสดงผล และตารางประเมินผลจะสร้างเป็นแผนสร้าง 2 มิติ จากโปรแกรม Paint และทำการปรับแต่งให้สวยงาม หลังจากนั้นบันทึกเป็นไฟล์เป็นสกุล .png เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป



ภาพที่ 1 : การออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในโปรแกรม



(ก) หน้าต่างรับค่า



(ข) หน้าต่างแสดงผล



(ค) ตารางสรุปผลการทดสอบ

ภาพที่ 2 : การออกแบบระบบเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

### 2.3 โปรแกรม Blender

โปรแกรม Blender เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างวัตถุ 3 มิติ [7] ที่ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ โดยความสามารถของโปรแกรมสามารถเทียบเท่าโปรแกรมสร้างงานสามมิติทั่วไป นอกจากนี้โปรแกรมยังมีการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งโปรแกรมสามารถสร้างรูปโมเดลต่าง ๆ ทั้งยังสามารถใส่ลวดลายพื้นผิวของโมเดลได้อย่างสมจริง จนกระทั่งประมวลผลงานออกมาได้เป็นงานสามมิติอย่างสมบูรณ์ ภายในโปรแกรมมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกมากมาย คำสั่งที่มีประโยชน์มากคำสั่งหนึ่ง คือ คำสั่งสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติพื้นฐาน เช่น ทรงกระบอก ทรงกลม ก้อนสี่เหลี่ยมจัตุรัส หลังจากที่เลือกใช้คำสั่งเรขาคณิตพื้นฐานแล้วจะเป็นขั้นตอนของการปรับแต่งโมเดล (Model) ให้ใกล้เคียงกับอุปกรณ์จริงที่ต้องการสร้าง และใส่ลวดลายให้กับอุปกรณ์ สุดท้ายคือการบันทึกงานสามมิติที่ได้เป็นสกุลไฟล์ .X เพื่อนำไฟล์ที่ได้ไปเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนด้วยโปรแกรม Dark Basic ที่ต่อไป

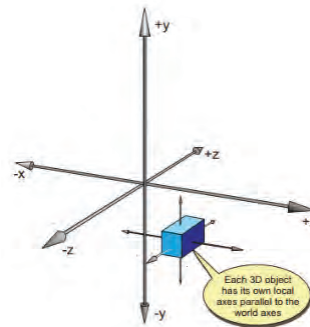
### 2.4 โปรแกรม Dark Basic

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนไหวของโมเดลในการพัฒนาโปรแกรมจำลองนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Dark Basic [8] เพราะ เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการสร้างเกมส์สามมิติ และเป็นโปรแกรมที่สามารถโหลดใช้งานได้ฟรี นอกจากนี้ยังคำสั่งที่ใช้ภายในโปรแกรมที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อนในการใช้ควบคุมการเคลื่อนที่โมเดล ตำแหน่งของแสงสว่าง

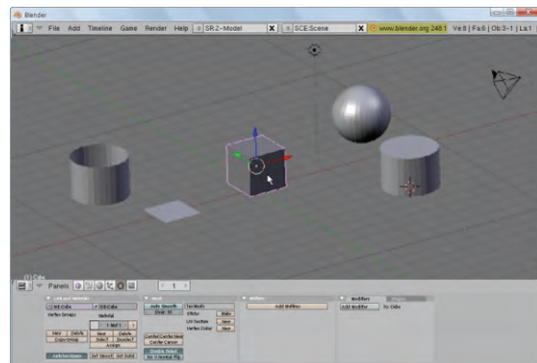
ระบบเสียง รวมทั้งมุมมอง ซึ่งต้องใช้คำสั่งและการกำหนดตำแหน่งเป็นระบบพิกัด XYZ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.4.1 ระบบพิกัด

ระบบพิกัดจะประกอบด้วยแกน 3 สามแกน คือ แกน X แกน Y และแกน Z ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามภาพที่ 3 ตำแหน่งที่แกนทั้งสามตัดกันเรียกว่า จุดกำเนิดโดยแกน +Y คือ แกนที่วิ่งขึ้นบนของจอภาพ ในทางตรงกันข้ามแกน -Y คือ แกนที่วิ่งลงของจอภาพ แกน X คือ แกนที่วิ่งไปทางซ้ายของจอภาพในทางตรงกันข้ามแกน -X คือ แกนที่วิ่งไปทางขวาของจอภาพและสุดท้ายคือ แกน Z คือ แกนที่วิ่งออกจากจอภาพในทางตรงกันข้าม แกน -Z คือ แกนที่วิ่งเข้า แกนพิกัดฉากแต่ละคู่จะประกอบกันเป็นระนาบ เรียกว่าระนาบพิกัดฉาก ระนาบ XY คือ ระนาบที่ผ่านแกน X และ แกน Y ระนาบ YZ คือระนาบที่ผ่านแกน Y และแกน Z และระนาบ ZY คือระนาบที่ผ่านแกน Z และ Y ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนั้นจะต้องใช้ค่าพารามิเตอร์ XYZ เหล่านี้ไปอ้างอิงในคำสั่งการเคลื่อนที่ และหมุน โมเดลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นในโปรแกรมสามมิติ [7]



ภาพที่ 3 : ระบบพิกัด XYZ



ภาพที่ 4 : ฟังก์ชันรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานต่างๆ

## 2.5 การสร้างมัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์ในโปรแกรมจำลองจะเป็นมัลติมิเตอร์แบบเข็มยี่ห้อ SANWA รุ่น XY-316 ซึ่งเป็นรุ่นที่นิยมใช้หลายแพร่หลายในห้องทดลองทางไฟฟ้า ใช้งานง่ายมีขั้ววัดใช้งานอย่างครบครัน การสร้างมัลติมิเตอร์เริ่มต้นจากการศึกษาโครงสร้างภายนอกของมัลติมิเตอร์ว่ามีการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอย่างไร เช่น ศึกษาการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ค่าบนหน้าปัด ศึกษาการเคลื่อนที่ของปุ่มปรับขั้ววัด และศึกษาการทำงานภายในจากคู่มือการใช้งาน ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า เข็มชี้ค่าบนหน้าปัดของมัลติมิเตอร์เคลื่อนที่โดยการหมุนประมาณอยู่ในช่วง  $\pm 60$  องศา และสวิตช์ปรับขั้ววัดสามารถหมุนได้ 360 องศา โครงสร้างภายนอกมีขนาด  $150 \times 50 \times 100$  มิลลิเมตร หลังจากศึกษารายละเอียดการทำงานและขนาดโครงสร้างเรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างมัลติมิเตอร์นี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปกล่องสี่เหลี่ยม จากนั้นทำการปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ก) การสร้างโมเดลจะแยกสร้างทีละชิ้นส่วน โครงสร้าง เช่น ถ้าชิ้นส่วนโครงสร้างมีจำนวน 3 ชิ้น จะมีข้อมูลไฟล์โมเดล .X ทั้งหมด 3 ต่อมัลติมิเตอร์หนึ่งตัว เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

## 2.6 การสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้า

แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ในโปรแกรมจำลองได้เลือกใช้ยี่ห้อ Tektronix รุ่น PSW 232 ซึ่งสามารถจ่ายแรงดันได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ และปรับแรงดันได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังมีรูปลักษณะที่สวยงามน่าใช้ การสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าเริ่มจากการศึกษาโครงสร้างภายนอกแหล่งจ่ายไฟฟ้า ว่ามีการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอย่างไร เช่น ศึกษาลักษณะการแสดงผลของหน้าปัด และศึกษาการทำงานภายในจากคู่มือการใช้งาน ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า หน้าปัดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะมีการแสดงผลชื่อของ

ชนิดของแรงดันไฟฟ้า และเลขค่าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมา โครงสร้างภายนอกมีขนาด  $1500 \times 500 \times 1000$  มิลลิเมตร หลังจากศึกษารายละเอียดการทำงาน และขนาดโครงสร้างภายนอกเรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าเหล่านี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปกล่องสี่เหลี่ยม และปรับแต่งรูปทรงของโครงสร้างของเครื่อง และเรียกใช้คำสั่งกล่องกระบอกเพื่อปรับแต่งเป็นหูหิ้วทั้งสองด้าน โดยปรับแต่งให้มีขนาดเท่ากับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ข) หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

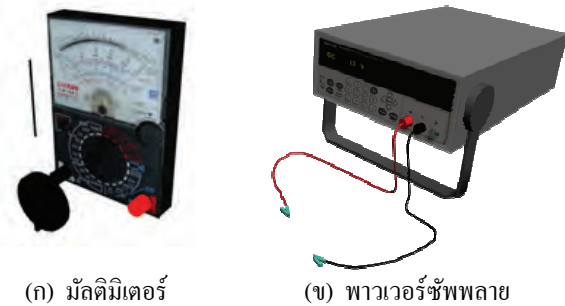
## 2.7 การสร้างโปรโตบอร์ด

การสร้างโปรโตบอร์ด เริ่มต้นจากการศึกษาพบว่า โครงสร้างภายนอกของโปรโตบอร์ด ซึ่งหลังจากการศึกษาพบว่าโปรโตบอร์ดประกอบไปด้วยลวดลายตารางสี่เหลี่ยมสำหรับเสียบขาอุปกรณ์ ลักษณะภายนอกเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด  $60 \times 200 \times 10$  มิลลิเมตร หลังจากนั้นจะนำรายละเอียดที่ได้มาจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างโปรโตบอร์ดนี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปทรงกล่องสี่เหลี่ยม จากนั้นทำการปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ข) หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

## 2.8 การสร้างตัวต้านทาน

ตัวต้านทานที่ใช้ในโปรแกรมจำลองได้เลือกใช้แบบค่าคงที่สี่แถบสี การสร้างตัวต้านทานเริ่มต้นจากการศึกษาโครงสร้างภายนอกของตัวต้านทานว่ามีลักษณะภายนอกเป็นอย่างไรบ้าง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าโครงสร้างภายนอกของตัวต้านทานประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นโครงสร้างที่เป็นลวดลายของแถบสี

และขาทั้งสองด้านมีลักษณะเป็นทรงกลมเช่นกัน หลังจากศึกษารายละเอียดการทำงาน และขนาดโครงสร้างภายนอก เรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการตัวด้านทานนี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปทรงกระบอกจากนั้นทำการปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยใช้โปรแกรม

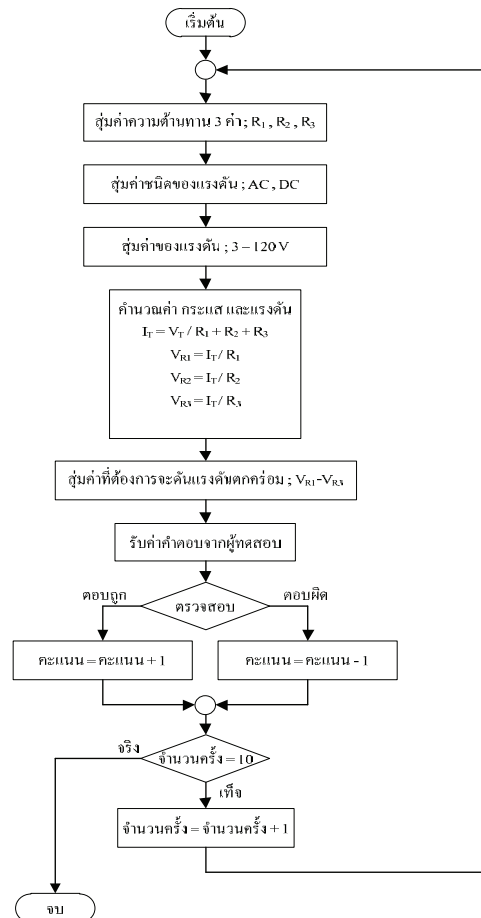


ภาพที่ 5 : แสดงโมเดลรูปทรงของอุปกรณ์

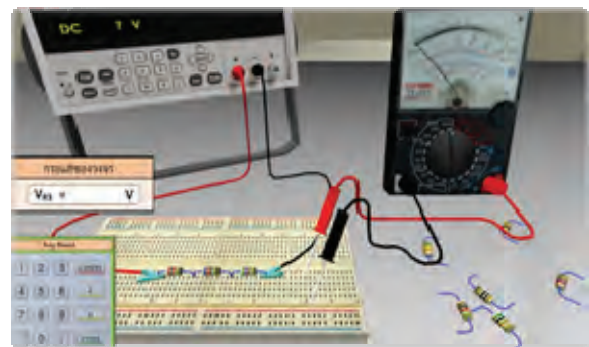
### 2.9 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมจำลองสามมิติจะแยกโปรแกรมออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนของโปรแกรมคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่ทำงานอยู่เบื้องหลังของโปรแกรมสามมิติ มีหน้าที่เก็บค่าพารามิเตอร์ของระบบในการทำงานของโปรแกรม ตัวอย่างเช่น โปรแกรมตรวจสอบและการนับคะแนนของผลใช้งาน และส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำหน้าของกราฟที่แสดงผลบนหน้าจอ คือ ส่วนของโปรแกรมที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของโมเดลต่างๆ ที่ต้องทำงานอย่างสัมพันธ์ในทุกๆ ขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้ และกำหนดอัตราส่วนของโมเดลที่สร้างขึ้นทั้งหมด พร้อมกับประกาศชื่อ พารามิเตอร์ และกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของเริ่มต้นโมเดลนั้น ๆ หลังจากกำหนดค่าเริ่มต้นของโมเดลทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ส่วนของโปรแกรมการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะเริ่มทำการสุ่มค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับโมเดลของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด หลังจากนั้นจะเป็นส่วนการวัดสมรรถนะของผู้

ทดลองตามขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่เลือกตำแหน่งการวัดในวงจรไฟฟ้าตามที่โปรแกรมกำหนดให้ การเลือกย่านวัดให้ถูกต้อง และเหมาะสม การอ่านสเกล จนถึงการตอบค่า และเลือกหน่วยทางไฟฟ้าให้เหมาะสม หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่า และทำในขั้นตอนต่อไปจนจบกระบวนการตามภาพที่ 6 การทำงานของโปรแกรมจำลองสามมิติซึ่งผลการทำงานของโปรแกรมแสดงตามภาพที่ 7



ภาพที่ 6 : ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 7 : การทำงานของโปรแกรมจำลอง

### 3. ผลการทำงานของโปรแกรม

#### 3.1 ผลการทำงานของโปรแกรม

จากการรวบรวมข้อมูลการทดสอบเพื่อประเมินผลด้านประสิทธิภาพของโปรแกรมสามารถสรุปผลได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การผลการทดสอบใช้งานโปรแกรม

รายการทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความถูกต้อง (%)
<b>1. โปรแกรมทดสอบวัดค่าความต้านทาน</b>		
1.1 การทำงานของกราฟิก	10	100
1.2 ความถูกต้องของการตรวจคำตอบแต่ละข้อ	10	100
1.3 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
<b>2. โปรแกรมทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้า</b>		
2.2 การทำงานของกราฟิก	10	100
2.3 ความถูกต้องของการตรวจคำตอบแต่ละข้อ	10	100
2.4 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
<b>3. โปรแกรมทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า</b>		
3.1 การทำงานของกราฟิก	10	100
3.2 ความถูกต้องของการตรวจคำตอบแต่ละข้อ	10	100
3.3 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
<b>เฉลี่ย</b>		<b>100%</b>

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบโปรแกรมทดสอบวัดค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแส โดยได้ทำการทดสอบ 3 รายการ คือ การทำงานของกราฟิก ความถูกต้องของการตรวจคำตอบแต่ละข้อ ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ ทั้ง 10 ครั้ง มีความถูกต้อง 100 %

#### 3.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมจำลอง

จากการรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมในด้านต่าง ๆ จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน สื่อการเรียนการสอน ด้านการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้า 5 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สามารถสรุปผลการประเมินได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในด้านความสามารถการใช้งานโปรแกรม

ปัจจัย	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1.ด้านการออกแบบรูปแบบหน้าจอ (GUI)	4.60	0.54	มากที่สุด
2.ด้านการใช้งานโปรแกรม	4.60	0.54	มากที่สุด
3.ด้านการวัดผล	4.20	0.44	มาก
4.รูปแบบคู่มือ	4.80	0.44	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวมทั้งหมด</b>	<b>4.55</b>	<b>0.50</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 เมื่อพิจารณาารายข้อพบว่า ประเด็นด้านการออกแบบรูปแบบหน้าจอ(GUI) และด้านการใช้งาน โปรแกรม มีระดับความคิดเห็นระดับมากที่สุด

### 4. สรุปผลงานวิจัย

จากการพัฒนาโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้มัลติมิเตอร์สำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้าที่สร้างขึ้น พบว่าใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นจากผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.55$ ,  $SD = 0.50$ ) โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้สะดวกอ่านค่าได้ง่ายมีมุกกล้องสำหรับหน้าจอมัลติมิเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนอ่านค่าได้แม่นยำ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามโปรแกรมจำลองนี้ยังต้องพัฒนาเพิ่มเติมจำนวนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนในรายวิชาไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้น

### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Carlos. "Model of Simulation for the Teaching of Chemical Distillation", ASEE/IEEE Frontiers in Education, 2009.
- [2] J. Heywood, "Engineering Education : Research and Development in Curriculum and Instruction", IEEE 2005.
- [3] A. Cetin. "3D Game Based Learning Application in Engineering Education", IEEE 1992.
- [4] นวภัทร อุทัยรัตน์ และ พูลศักดิ์ โกษิยาภรณ์. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรมอเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" การประชุมวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5, 2555.
- [5] นวคุณ ศรีบาง. "ระบบเชื่อมต่อเน้นการสัมผัสพร้อมการตอบกลับ สำหรับการเรียนรู้", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.
- [6] N. Lambropoulos. "Learning Experience+ within 3D Immersive Worlds5", IEEE Computer Science and Information Systems, pp. 857-862, 1992.
- [7] J. Chronister, "Blender Basic Classroom Tutorial Book. 4th Edition", pp. 776-786, 2011.
- [8] A Stewart. "Hands On DarkBASIC Pro Volume 2:" pp. 740-747, 2006.