บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในยุคปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตความเป็นอยู่ในแทบจะทุก ๆ ด้าน การประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ในงานต่าง ๆ ได้แพร่หลายมากมาย เช่น ด้านวิศวกรรมด้านการแพทย์ การธนาคาร อุตสาหกรรม และอีกหลาย ๆ แขนงหรือแม้แต่งานในห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

การนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาเชื่อมโยงต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก และมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน เป็นวิวัฒนาการของไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีผลทำให้อุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีระดับราคาไม่สูงมากนัก ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้เอื้อประโยชน์ต่อการนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นชุดการทดลองเรื่องสนามไฟฟ้า ที่มีราคาถูก สะดวกและง่ายต่อติดตั้ง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้เรื่องสนามไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานระดับชั้นปริญญาตรีได้มากขึ้น

ในการออกแบบและสร้างชุดการทดลองเรื่องสนามไฟฟ้า จุดประสงค์หลักของผู้วิจัย คือ การประยุกต์ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และความรู้ทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน เพื่อวัดปริมาณทางด้านฟิสิกส์โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของระบบที่ออกแบบและสร้าง ซึ่งอาศัยหลักการการเชื่อมต่อสัญญาณ สำหรับชุดการทดลองที่สร้างขึ้นมาเพื่อศึกษาสนามไฟฟ้า ทำงานโดยต่อเชื่อมเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บ วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยหลักการคำนวณเชิงตัวเลข พลอตเส้นของผิวสมศักย์ไฟฟ้า และเปรียบเทียบผลที่ได้กับทฤษฎีของสนามไฟฟ้า

ในการปฏิบัติการพื้นฐานทางฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องสนามไฟฟ้า นักศึกษาต้องหาเส้นแรงไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ซึ่งจมอยู่ในถาดน้ำโดยมีค่าความต่างศักย์ประมาณ 5 โวลต์ นักศึกษาต้องหาตำแหน่งของเส้นสมศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าก่อน เส้นที่ลากตั้งฉากกับเส้นสมศักย์คือเส้นแรงไฟฟ้า (electric lines of force)

Phongdara (1998) ได้คิดค้นและประดิษฐ์ชุดการทดลองเรื่องสนามไฟฟ้าขึ้นใหม่เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในการทดลองเรื่องสนามไฟฟ้า ในวิชาการปฏิบัติการพื้นฐานทางฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี โดยแบบกำหนดเงื่อนไขขอบเขตและวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าบนตำแหน่งขอบเขตที่กำหนดนั้น โดยอาศัยสมการลาปลาซหาผลเฉลย(solution) โดยใช้หลักการคำนวณเชิงตัวเลขหาค่าศักย์ไฟฟ้าภายในขอบเขตทั้งหมด และนำข้อมูลที่ได้มาเส้นสมศักย์ไฟฟ้า วิธีการนี้อาศัยการรับข้อมูลจากหัววัดศักย์ไฟฟ้าที่ขอบเขตที่กำหนดทีละตำแหน่ง (grid) ทำให้ใช้ระยะเวลาในการทดลองมาก และระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่รับค่าของศักย์ไฟฟ้าในแต่ละจุดอยู่ห่างเกินไป เส้นสมศักย์ไฟฟ้าที่ได้มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้โปรแกรมที่ใช้รับส่งข้อมูลและโปรแกรมที่ใช้วาดภาพไม่ใช้เป็นโปรแกรมเดียวกัน ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการทดลองสนามไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดียิ่งขึ้นโดยศึกษาต่อจากของ Phongdara(1998) ยังคงอาศัยหลักการคำนวณเชิงตัวเลขจากสมการลาปลาซเช่นเดิม และได้พัฒนาชุดทดลองสนามไฟฟ้าให้สามารถรับค่าศักย์ไฟฟ้าบนขอบเขตที่กำหนดไว้ให้ได้ทีเดียวพร้อมกันอย่างอัตโนมัติ เก็บค่าข้อมูลผ่านวงจรมัลติเพลกเซอร์บนขอบเขตที่กำหนด และส่งข้อมูลผ่านทางบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 ซึ่งมีวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC) อยู่แล้วบนบอร์ดเดียวกัน และส่งต่อสัญญาณข้อมูลแบบดิจิตอลผ่านเข้าสู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลโดยพัฒนาโปรแกรมการรับส่งข้อมูล ส่วนการคำนวณเชิงตัวเลข รวมถึงส่วนการพล๊อตเส้นสมศักย์ไฟฟ้าให้เป็นซอฟต์แวร์เพียงชุดเดียวจากภาษาซี (Turbo C++) เพื่อลดขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ให้ง่ายลง

การตรวจเอกสาร

ในวิชาปฏิบัติการพื้นฐานทางฟิสิกส์ เรื่องการศึกษาหาเส้นแรงไฟฟ้าของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี ได้สร้างเส้นสมศักย์ไฟฟ้า แล้วจึงมากำหนดลักษณะของเส้นสนามไฟฟ้า สามารถออกแบบทดลองได้หลายวิธี เช่น จากปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐานเรื่องสนามไฟฟ้าของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่(2540) ซึ่งใช้กระแสตรง (DC Source) เป็นแหล่งกำเนิดความต่างศักย์ไฟฟ้าให้กับขั้วไฟฟ้าซึ่งวางอยู่ในถาดน้ำแบบตื้นแล้วใช้หัววัดศักย์ไฟฟ้า หาตำแหน่งต่าง ๆ ที่ศักย์ไฟฟ้ามีค่าเท่าศักย์ไฟฟ้าอ้างอิงจากแผงตัวต้านทานจากเครื่องมัลติมิเตอร์ นำตำแหน่งที่ได้พลอตบนกระดาษกราฟ วาดเส้นสมศักย์ไฟฟ้า และศึกษาเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมศักย์ไฟฟ้าที่ได้

Castillo (Castill,1998) ได้ออกแบบชุดทดลองพื้นฐานเรื่องสนามไฟฟ้า เพื่อศึกษาเส้นสมศักย์ไฟฟ้า และเส้นแรงไฟฟ้าโดยวางขั้วไฟฟ้า A และ B ทั้งสองที่กึ่งกลางถาดที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์หรือน้ำเกลือ ซึ่งมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง 2 - 6 โวลต์ ของแหล่งกำเนิดกระแสสลับ (AC source) หัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า C และ D ต่อเข้ากับหัววัดความต่างศักย์ที่ต่อเชื่อมโยงกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยวางหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า C ห่างจากขั้วไฟฟ้า A เป็นระยะ 2 เซนติเมตร เลื่อนตำแหน่งหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า D จนกระทั่งช่วงอัมปลิจูลของคลื่น (amplitude) ที่บันทึกลงเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีค่าใกล้ศูนย์ที่สุด พลอตหาจุดบนกราฟที่ตำแหน่งตรงกับศักย์ไฟฟ้าที่เท่ากันวาดเส้นสมศักย์ไฟฟ้าและเส้นสนามไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า A และขั้วไฟฟ้า B วิธีการนี้อาศัยกระแสสลับ และดูศักย์ไฟฟ้าช่วงความกว้างของคลื่นที่บันทึกลงเครื่องไมโคร-คอมพิวเตอร์ จึงนำข้อมูลมาพลอตกราฟหาเส้นแรงไฟฟ้า

การทดลองหาเส้นสนามไฟฟ้าเช่นนี้ มีวิธีการคล้ายคลึงกัน ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และลักษณะของการออกแบบ ว่าจะใช้วิธีใดในการหาจุดที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน แต่ข้อบกพร่องที่เหมือนกันคือใช้เวลานานในการค้นหาจุดที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ทำให้นักศึกษาใช้เวลานานในการทดลองหาเส้นสนามไฟฟ้าในแต่ละรูปแบบ ซึ่งมีมากมาย

Phongdara B. (Phongdara,1998) ได้สร้างชุดทดลองปฏิบัติการพื้นฐานเรื่องสนามไฟฟ้าขึ้น เพื่อหาตำแหน่งเส้นสมศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าที่อยู่ในถาดน้ำแบบตื้น โดยมีความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 5 โวลต์ รับข้อมูลศักย์ไฟฟ้า โดยการกำหนดเงื่อนไขแบบขอบเขต ข้อมูลถูกส่งผ่าน ADC เบอร์ 0804 ซึ่งแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ต่อเชื่อมโยงกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031ส่งข้อมูลผ่านสายสื่อสารแบบอนุกรม (serial line) สู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ นำข้อมูลที่ได้คำนวณเชิงตัวเลขจากสมการลาปลาซ ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณดังกล่าว นำไปพลอตกราฟแสดงเส้นของสมศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสองด้วยโปรแกรม Matlab

ดร. วัฒนพงศ์ เกิดทองมี (วัฒนพงศ์,2544) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือระบบอัตโนมัติสำหรับการทดลองเพื่อสร้างแผนที่สนามไฟฟ้า โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์เครื่องมือระบบอัตโนมัติดังกล่าว มีลักษณะกลไกควบคุมการทำงานโดยใช้สเตปปิงมอเตอร์ขับเคลื่อนหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในแนวระนาบตามแกน X และแกน Y ขนาด 27 x 35 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างตำแหน่งของหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าขนาด 0.25 x 0.25 เซนติเมตร เพื่อสุ่มรับค่าศักย์ไฟฟ้าในถาดน้ำ ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 - 9 โวลต์ ภายใต้การควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 16 บิต และส่งค่าของข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมสู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ นำค่าที่ได้มาวาดเส้นสมศักย์ไฟฟ้าที่เชื่อมโยงจุดในตัวกลางที่มีค่าศักย์ไฟฟ้าใกล้เคียงหรือเท่ากัน วาดเส้นแรงทางไฟฟ้าหรือสนามไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมภาษา Visual Basic จากประสิทธิภาพของชุดเครื่องมือระบบอัตโนมัตินี้ใช้ระยะเวลา 5 นาทีต่อหนึ่งตัวอย่างการทดลอง

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการทดลองต่อจากงานของ รศ. บุญเหลือ พงศ์ดารา (2541) โดยได้พัฒนาการรับสัญญาณไฟฟ้าหรือหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ให้สามารถรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติทีเดียวพร้อมกัน มีจำนวน 21 x 21 ช่องสัญญาณ ระยะห่างระหว่างจุดรับสัญญาณ 0.5 เซนติเมตร เก็บข้อมูลผ่านวงจรมัลติเพลกเซอร์ที่ต่อเชื่อมเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 68HC11 ซึ่งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ ได้ถูกออกแบบมาโดยรวมอุปกรณ์ที่จำเป็น ซึ่งมีระบบ ADC ซึ่งเป็นวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล มีพอร์ตใช้งานมากถึง 5 พอร์ต รวมไปถึงมีระบบป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับโปรแกรม สามารถใช้งานเป็นชุดจำลองการทำงาน(emulator) และยังสามารถเขียนข้อมูลเข้าในส่วนประมวลผลกลาง (CPU) นำไปใช้งานได้ในทันที ทำให้การรับส่งสัญญาณมี

ความเที่ยงตรง แม่นยำสูง นำมาต่อเชื่อมโยงผ่านพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับเป็นส่วนจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลด้วยหลักการคำนวณเชิงตัวเลข โดยใช้สมการลาปลาซและพลอตเส้นของศักย์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมภาษาซี เปรียบเทียบเส้นของผิวสมศักย์ไฟฟ้าที่ได้กับผลที่ถูกต้องตามทฤษฎีของสนามไฟฟ้า

ผู้วิจัยคิดว่าการใช้ชุดทดลองเรื่องสนามไฟฟ้าที่พัฒนาและสร้างขึ้นมาใหม่ สำหรับเก็บข้อมูลวิเคราะห์ และประมวลผลพร้อมทั้งแสดงกราฟของเส้นศักย์ไฟฟ้า ทำให้สะดวก รวดเร็ว และเข้าใจง่ายต่อการศึกษาเรื่องสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหาการทดลองในวิชาปฏิบัติการพื้นฐานทางฟิสิกส์เรื่องสนามไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรีต่อไป พร้อมทั้งได้ชุดทดลองต้นแบบสำหรับการทดลองเรื่องสนามไฟฟ้าในราคาถูก สะดวกต่อการติดตั้งและเคลื่อนย้าย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองทางฟิสิกส์เรื่องสนามไฟฟ้า โดยรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าทั้งหมดพร้อมกัน ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อทดลอง เก็บข้อมูล วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
3. เปรียบเทียบเส้นสมศักย์ไฟฟ้าที่พลอตได้กับผลที่ถูกต้องตามทฤษฎีของสนามไฟฟ้า อภิปรายและสรุปผลการทดลอง
4. ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานเรื่องเส้นสนามไฟฟ้า ระดับชั้นปริญญาตรี โดยเชื่อมโยงชุดการทดลองเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์