วารสารวิชาการ
อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 (34-41)

การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดย ไมโครคอนโทรลเลอร์

บุญญฤทธิ์ บุญโกมล, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีอุปกรณ์การทำงานที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนวงจรจ่ายไฟ, ส่วนวงจรการประมวลผล, ส่วนวงจรการแสดงผลทำการศึกษาประสิทธิภาพและทำการประเมินสมรรถนะเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์และเฟท โดย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัยพบว่าเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกด้าน คือ การทดสอบวัดหาชนิดของทรานซิสเตอร์ การทดสอบวัดหาชนิดของ เฟท การ ทดสอบวัดหาขาของ ไดโอด การทดสอบวัดหาขาของ ทรานซิสเตอร์ การทดสอบวัดหาขาของเฟท และมีสมรรถนะด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ด้านการบำรุงรักษา อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ด้านการซ่อมบำรุงรักษาและซ่อมแซม อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 เมื่อพิจารณาในภาพรวมคุณลักษณะประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบไดโอดทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ในเกณฑ์ดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39

คำสำคัญ : *ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟท ไมโครคอนโทรลเลอร์*

ABSTRACT

The objectives of this research were to design and construction of diode transistor and fet testing device by microcontroller. The research design in to three parts, first is the power supply, second is the processor, and third is the display, studying efficiency the machine was measured from five specialists by using it and assessing it in the assessment from which were specially built. The result of this research have the good efficiency ever position of diode leg test, transistors leg test, fet leg test, transistors type test and fet type test and performance in physical performance is good level in the average of 4.23, usage performance is very good level in the average of 4.52, maintenance performance is good level in the average of 4.44. While we consider the performance as a whole it is in the good level in the every of 4.39.

Keywords : *diode, transistor, fet, microcontroller*

บุญญฤทธิ์ บุญโกมล, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 (34-41)

ภูมิหลัง

งมีชีวิตทั้งหลายต้องการแสงสว่าง และพลังงานความร้อน ซึ่งในธรรมชาติแหล่งพลังงานที่สำคัญคือดวงอาทิตย์ แต่พลังงานจากดวงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอกับความต้องการในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ [15] มนุษย์จึงได้พยายามคิดค้น พัฒนา และได้พยายามนำทรัพยากรธรรมชาติมาผลิตเป็น พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้สามารถมีพลังงานไว้ใช้ได้ตลอดเวลา และพลังงานไฟฟ้าจึงมีความสำคัญต่อการผลิต และการดำเนินชีวิตของมนุษย์มากขึ้นทุกขณะ โดยมนุษย์ได้นำพลังงานไฟฟ้ามาใช้งานในด้านอุตสาหกรรม พาณิชย์กรรม เกษตรกรรม การสื่อสารโทรคมนาคม และด้านการแพทย์ [2]

ลังงานไฟฟ้าเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี หลังจากนั้นมนุษย์จึงเริ่มคิดค้น และประดิษฐ์อุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ขึ้นมา จนกระทั่งเกิดการค้นพบสิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่าหลอดสุญญากาศ ซึ่งค้นพบโดยโธมัส เอดิสัน (Thomas Edison) หลังจากที่มีการค้นพบหลอดสุญญากาศแล้ว การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เกิดอุปกรณ์ที่เรียกว่า วิทยุ โทรทัศน์ มนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้นสามารถติดต่อสื่อสารได้ง่ายและสะดวกขึ้น ในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการค้นพบอุปกรณ์ชนิดใหม่ สามารถนำมาใช้แทนหลอดสุญญากาศได้เป็นอย่างดี สิ่งประดิษฐ์ชนิดนี้เรียกว่า สารกึ่งตัวนำ หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำก็คือ การกำเนิดกระแสอิเลคตรอน และโฮลไหลผ่านไปในผลึกของแข็งของสารกึ่งตัวนำ โดยถูกค้นพบในปี1925 ซึ่งได้ค้นพบคุณสมบัติที่แปลกประหลาดของคริสตัล ซึ่งสารนี้ต่อมาได้ถูกเรียกว่าเป็น เซมิคอนดักเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่างฉนวน และ ตัวนำ สารกึ่งตัวนำตัวใหม่นั่นคือ ซิลิคอน ในปี 1945 หัวหน้าของ ห้องวิจัย (Bell Lab) คือ Mervin Kelly ต้องการที่จะให้ทีมนักวิทยาศาสตร์ ด้านสารกึ่งตัวนำของเขาทำการค้นหาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณตัวใหม่ที่แทนที่หลอดสุญญากาศ [1] ที่มีการใช้งานกัน ในสมัยนั้น ดังนั้นทีมนักวิจัยของ Bell Lab จึงต้องทำการคันคว้าหาอุปกรณ์ตัวใหม่นี้ ได้เห็นหลอดสูญญากาศของ (John Ambrose Fleming) ซึ่งมีขั้วไฟฟ้าออกมา 3 ขั้ว เขาจึงได้ทำการเสี่ยงโดยทำการเลียนแบบหลอดสูญญากาศ โดยนำขั้วไฟฟ้า 3 ขั้ว ฝังลงบนสารกึ่งตัวนำ คือ ซิลิคอน และเขาพบว่าสามารถที่จะควบคุมการไหลของกระแสที่ไหลผ่าน ซิลิคอนได้ และสามารถที่จะขยายสัญญาณได้เช่นเดียวกับหลอดสุญญากาศ แต่มีข้อดีกว่าที่ใช้พลังงานที่น้อยกว่าหลังจากนั้นมา ซิลิคอนจึงเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีบทบาทสำคัญสำหรับวงการอิเล็กทรอนิกส์ การค้นพบสารกึ่งตัวนำนั้นส่งผลให้เกิดการประดิษฐ์ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำขึ้นใช้มาใช้งาน ไดโอด และทรานซิสเตอร์แบบรอยต่อไบโพลาร์ ได้ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานในการขยายสัญญาณแทนที่หลอดสุญญากาศ ต่อมาห้องทดลองเบลล์สามารถผลิตทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าแบบโลหะออกโซด์ หรือ เฟท เป็นผลสำเร็จครั้งแรก หลังจากนั้นก็ได้มีการปรับปรุงวิธีการผลิต ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า หรือ เฟท จนมีความสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ดี และปัจจุบันนี้ ทรานซิสเตอร์ สนามไฟฟ้า หรือ เฟท มีความสำคัญและมีความนิยมในการใช้งานเทียบเท่ากับทรานซิสเตอร์แบบรอยต่อไบโพลาร์ [12] ไดโอด ทรานซิสเตอร์และเฟท เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ที่มีความสำคัญในการพัฒนาวงการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การนำอุปกรณ์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท มาประยุกต์ใช้งานจึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึง คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ และเมื่อต้องการทราบคุณสมบัติดังกล่าวก็จำเป็นต้องใช้วิธีการวัดค่าโดยใช้มัลติมิเตอร์ หรือเปิดหาข้อมูลของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทจาก ดาต้าบุค (Data Book) ซึ่งเป็นคู่มืออ้างอิงในการค้นหาคุณลักษณะของอุปกรณ์ เช่นชนิด ขา และอัตราการขยาย ซึ่งส่งผลให้การตรวจสอบนั้นกระทำได้อย่างล่าช้า การพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านเครื่องมือวัด ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลให้เกิดการปรับปรุง และพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีขนาดเล็กกะทัดรัด โดยมีการนำไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ซึ่งเป็นการย่อส่วนคอมพิวเตอร์แบบดิจิตอลลงมาให้บรรจุอยู่ในรูปแบบไอซีเพียงตัวเดียวทำให้สามารถนำวิธีการของระบบคอมพิวเตอร์ มาใช้ใน

บุญญฤทธิ์ บุญโกมล, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 (34-41)

กระบวนการควบคุมอัตโนมัติที่ต้องการได้ ประโยชน์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของไมโครโพรเซสเซอร์คือใช้ในงานระบบควบคุม แต่ระบบควบคุมที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ จำเป็นต้องใช้วงจรอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบอีกหลายวงจร เช่น วงจรนับและจับเวลา (Counter & Timmer) วงจรจัดการอินเทอร์รัปต์ (Interrup Handler Circuit) วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลเป็นต้น หากต้องใช้ไอซีชิปแยกต่างหากเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ เหล่านี้ ก็จะทำให้วงจรมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดพิเศษขึ้น สำหรับใช้กับงานระบบควบคุมโดยเฉพาะ โดยการออกแบบให้มีวงจรประกอบต่าง ๆที่จำเป็นสำหรับงานระบบควบคุมรวมไว้บนชิปเดียวกันและเรียกชื่อว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [5] ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ ได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลให้เกิดการปรับปรุง และพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีขนาดเล็กลงอีกด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีส่วนในการพัฒนาเครื่องมือวัดให้มีการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการตรวจวัดที่แม่นยำ ในการที่จะนำอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด เฟท ไปใช้งานจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูล คุณลักษณะ ชนิด และขาของอุปกรณ์ตัวนั้นก่อนนำไปประยุกต์ใช้งาน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการสามารถค้นหาได้จาก ดาต้าบุ๊ค (Data Book) ซึ่งจะได้มาจากบริษัทผู้ผลิต ทำให้ไม่ค่อยสะดวกในการค้นหาข้อมูล และเสียเวลาในการสืบค้น

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการหาขา และชนิดของ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยเครื่องจะแสดงผลของข้อมูลที่ตรวจสอบได้ออกมาเป็นตัวเลข และตัวอักษร ออกทางจอ แอล ซี ดี (LCD : Liquid Crystal Display) ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน สามารถนำผลการวัดที่ได้ ไปประยุกต์ใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องใช้ มัลติมิเตอร์ หรือวิธีการเปิด ดาต้าบุค จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับ อิเล็กทรอนิกส์ โดยข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำ สามารถนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจากดาต้าบุค ได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

พื่อออกแบบ ศึกษาประสิทธิภาพ และ ประเมินสมรรถนะของ เครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวประมวลผลการตรวจสอบแล้วแสดงผลออกทางจอ แอล ซี ดี

ความสำคัญของการวิจัย

ได้เครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบหาขาของไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟท และชนิดของ ทรานซิสเตอร์ เฟท ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วก่อนนำไปใช้งาน

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งที่จะออกแบบ และสร้างชุด เครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวประมวลผลข้อมูลและทำการแสดงผลการวัด

1. ประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์16F876 ประกอบด้วย

1.1 แสดงผล ชนิดของ ทรานซิสเตอร์ และเฟท ผ่านจอ แอล ซี ดี ได้ถูกต้อง

1.2 แสดงตำแหน่งขา ของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท ผ่านจอ แอล ซี ดี ได้ถูกต้อง

2. สมรรถนะของเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท ทั้ง 3 ด้านดั้งนี้

2.1. สมรรถนะทางด้านกายภาพ

2.2. สมรรถนะทางด้านการใช้งาน

2.3. สมรรถนะทางด้านบำรุงรักษาและซ่อมแซม

บุญญฤทธิ์ บุญโกมล, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2551 (34-41)

สมมติฐานการวิจัย

1. เครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC เบอร์ 16F876 ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ แสดงผลการวัดได้ถูกต้อง

2. เครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC เบอร์ 16F876 ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมี สมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี

สรุปผลการวิจัย

1. การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยทำการออกแบบวงจรออกเป็น 3 ส่วนคือ

1.1 ระบบจ่ายไฟ

ภาพประกอบ 1 ระบบจ่ายไฟ

ประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เหมาะสมกับวงจรการทดสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 220/9 โวลต์ จำนวน 1 ตัว ทางด้านปฐมภูมิรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 ผ่านฟิวส์หลอดแก้วทนกระแส 5 แอมแปร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร ทางด้านทุติยภูมิจ่ายแรงดันไฟฟ้าพิกัด 9 โวลต์ จ่ายกระแสสูงสุดได้ 1 แอมแปร์ ผ่านวงจรเรียงกระแสเพื่อเปลี่ยนแรงดันกระแสสลับให้เป็นแรงดันตรง จากนั้นผ่านต่อไปยังวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ 5 โวลต์ โดยแยกจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรประมวลผล ถอดรหัส และทดสอบและวงจรแสดงผล

1.2 ระบบประมวลผล ถอดรหัส และทดสอบ ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 3 วงจรดังนี้

ภาพประกอบ 2 ระบบประมวลผล ถอดรหัสและทดสอบ

1.2.1 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ

1.2.2 วงจร มัลติเพล็กซ์, ดีมัลติเพล็กซ์

1.2.3.วงจรประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ทั้ง 3 วงจรใช้กับแหล่งจ่ายไฟตรงขนาด 5 โวลต์ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 16F876 เป็นตัวควบคุมและประมวลผลการทำงาน

1.3 ระบบแสดงผล

ภาพประกอบ 3 ระบบแสดงผล

ใช้สำหรับแสดงผลการวัด โดยใช้จอ แอลซีดี เป็นตัวแสดงผล โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบตัวอักษรและตัวเลข โดยรับข้อมูลที่ได้ทำการประมวลผลจากไมโครคอนโทรลเลอร์

2. การทดสอบและหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรล เลอร์โดยผู้เชี่ยวชาญทำการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ ได้ผลการทดสอบและประเมินสรุปได้ดังนี้

การทดสอบหาประสิทธภาพทั้ง 5 ด้าน คือ ทดสอบวัดหาชนิดทรานซิสเตอร์ ทดสอบวัดหาชนิดเฟท ทดสอบวัดหาขาไดโอด ทดสอบวัดหาขาทรานซิสเตอร์ และทดสอบวัดหาขาเฟท ผ่านเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพถูกต้อง

3. การประเมินสมรรถนะของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรล เลอร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตอบแบบประเมินสมรรถนะเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใน 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.1 ด้านกายภาพ

จากแบบประเมินจำนวน 6 ข้อ คือ ความแข็งแรงของโครงสร้าง รูปทรงเหมาะสมกับการใช้งาน โทนสีของเครื่องเหมาะสมกับการใช้งาน ความเรียบร้อยในการจัดวางวัสดุ ความสะดวกในการใช้งานของเครื่อง ความเหมาะสมในการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาสร้าง มีการประเมินสมรรถนะอยู่ในระดับ ดี รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

สมรรถนะด้านกายภาพ	$\overline{X}$	SD	t – test	แปลความ
1. ความแข็งแรงของโครงสร้าง	4.20	0.84	0.53	ดี
2. รูปทรงเหมาะสมกับการใช้งาน	4.40	0.55	1.63	ดี
3. โทนสีของเครื่องเหมาะสมกับการใช้งาน	4.40	0.55	1.63	ดี
4. ความเรียบร้อยในการจัดวางวัสดุ	4.20	0.45	1.00	ดี
5. ความสะดวกในการใช้งานของเครื่อง	4.20	0.45	1.00	ดี
6. ความเหมาะสมในการใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาสร้าง	4.40	0.55	1.63	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.23	0.57	2.24	ดี

3.2 ด้านการใช้งาน

จากแบบประเมินจำนวน 5 ข้อ คือ ขั้นตอนในการทดสอบไม่ยุ่งยาก การเคลื่อนย้ายมีความสะดวก การถอดและประกอบเครื่องผู้ใช้งานสามารถทำได้ ติดตั้งเครื่องได้ง่าย รวดเร็ว มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าลัดวงจร มีผลการประเมินสมรรถนะอยู่ในระดับ ดีมาก รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 สมรรถนะด้านการใช้งานของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

สมรรถนะด้านการใช้งาน	$\overline{X}$	SD	t – test	แปลความ
1. ขั้นตอนในการตรวจสอบไม่ยุ่งยาก	4.20	0.45	1.00	ดี
2. การเคลื่อนย้ายเครื่อง มีความสะดวก	4.80	0.45	4.00	ดีมาก
3. การถอดและประกอบเครื่องผู้ใช้งานสามารถทำได้	4.40	0.55	1.63	ดี
4. ติดตั้งเครื่องได้ง่าย รวดเร็ว	4.60	0.55	2.44	ดีมาก
5. มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าลัดวงจร	4.60	0.55	2.44	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.51	5.09	ดีมาก

3.3 ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม จากแบบประเมินจำนวน 5 ข้อ คือ สามารถเปลี่ยนอะไหล่ ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้ ตรวจสอบแก้ไขข้อเสียจากการใช้งานได้ สามารถแยกส่วนประกอบต่างๆ ภายในเครื่องได้ การสร้างเครื่องตรวจสอบ ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายและราคาประหยัด สะดวกในการแก้ไขข้อบกพร่องและจุดเสียของเครื่อง มีการประเมินอยู่ในระดับ ดี รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 สมรรถนะด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซมของเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

สมรรถนะด้านการบำรุงรักษา	$\overline{X}$	SD	t – test	แปลความ
1. สามารถเปลี่ยนอะไหล่ ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องได้	4.20	0.45	1.00	ดี
2. ตรวจสอบแก้ไขข้อเสียจากการใช้งานได้	4.40	0.55	1.63	ดี
3. สามารถแยกส่วนประกอบต่างๆ ภายในเครื่องได้	4.60	0.55	2.44	ดีมาก
4. การสร้างเครื่องตรวจสอบ ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่าย และราคาประหยัด	4.60	0.55	2.44	ดีมาก
5. สะดวกในการแก้ไขข้อบกพร่องและจุดเสียของเครื่อง	4.40	0.55	1.63	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.51	4.34	ดี

อภิปรายผล

การออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ตั้งสมมุติฐานการวิจัยไว้คือ เครื่องตรวจสอบที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ แสดงผลการวัดถูกต้อง มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถอภิปราย

1. ประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นจากผลการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลการทดสอบ หาชนิดของทรานซิสเตอร์ ชนิดของเฟท หาขาของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟท พบว่าผลการทดสอบมีความถูกต้องร้อยละร้อย โดยสามารถแสดงผลการวัดค่าได้ถูกต้องตรงตามข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต เป็นไปตามทฤษฎีในการ

ออกแบบการทำงานวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ของธีรวัฒน์ ประกอบผล [7] การออกแบบการทำงานของวงจรโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลจะทำให้ วงจรมีการทำงานถูกต้องและประมวลผลได้เที่ยงตรง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรศักดิ์ ไกรเลิศ [16] ได้ออกแบบเครื่องบันทึกการลงเวลาปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งระบุว่า สมรรถนะและการเปรียบเทียบผลการประมวลของเครื่องบันทึกการลงเวลาปฏิบัติงานของพนักงานผ่านเกณฑ์และถูกต้อง

2. สมรรถนะของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้น ได้ประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทั้งหมด 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม ผลการประเมินค่าเฉลี่ยโดยรมอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งจำแนกรายละเอียดของสมรรถนะของเครื่องที่สร้างขึ้นได้ดังต่อไปนี้

2.1 ด้านกายภาพ จากการประเมิน 6 ข้อ ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วค่าเฉลี่ยที่มากที่สุดคือด้าน รูปทรงเหมาะสมกับการใช้งาน โดยขนาดของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดกะทัดรัดและพกพาได้สะดวกและมีน้ำหนักเบา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พีรเชษฐ์ ศรีชัย [11] ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรโดยสมรรถนะด้านกายอยู่ในเกณฑ์ดี มีรูปทรงเหมาะกับการใช้งาน รองลงมาในระดับดีตามลำดับคือ รูปทรงเหมาะกับการใช้งาน ความแข็งแรงของโครงสร้าง ความเรียบร้อยในการจัดวางวัสดุ โทนสีเหมาะสมกับการใช้งาน

2.2 ด้านการใช้งาน จากการประเมิน 5 ข้อ ผลการประเมินอยู่ระดับ ดีมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าด้านที่อยู่ระดับ ดีมาก คือ การเคลื่อนย้ายเครื่องมีความสะดวก โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของยงยุทธ วิฑูรธีรศานต์ [13] ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดทรานซิสเตอร์สามารถใช้งานได้สะดวกง่ายต่อการอ่านค่า และรองลงมาอยู่ในระดับ ดีมาก ตามลำดับคือ ติดตั้งเครื่องได้ง่าย รวดเร็ว มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าลัดวงจร

2.3 ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม จากการประเมินจำนวน 5 ข้อ ผลการประเมินอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่า ด้านที่อยู่ในระดับ ดีมาก คือ การสร้างเครื่องตรวจสอบ ใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่าย และราคาประหยัด สามารถแยกส่วนประกอบต่าง ๆภายในเครื่องได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของประสงค์ สืบชาติ [8] ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบความเป็นฉนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้า มีจุดซ่อมบำรุงรักษาน้อยและอุปกรณ์หาซื้อได้ง่าย และรองลงมาอยู่ในระดับเกณฑ์ดี ตามลำดับคือ ตรวจสอบแก้ไขข้อเสียจากการใช้งานได้ สะดวกในการแก้ไขข้อบกพร่องและจุดเสียของเครื่อง

สมรรถนะของเครื่องตรวจสอบ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งหมด 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม มีผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับ ดี ($\overline{X}$ = 4.39, SD = 0.54, t-test = 6.42, sig = 0.052) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สอดคล้องกับ สมมุติฐานการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยเสนอข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการพัฒนาเครื่องตรวจสอบไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟทโดยไมโครคอนโทรเลอร์ ให้เป็นเครื่อง ตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำโดยทำการออกแบบวงจรให้สามารถวัด อุปกรณ์ ประเภท เอสซีอาร์ ยูเจที และสามารถบอกได้ว่าอุปกรณ์ที่ทำการวัดมีสถานะดีหรือเสียได้เพิ่มเติม

บรรณานุกรม

[1.] โกศล เพ็ชรสุวรรณ. (2532). *เทคโนโลยีสารกึ่ง ตัวนำ.* กรุงเทพฯ: ดวงกมล

[2.] ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล. (2532). *ความปลอดภัยในการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน* เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เมฆาเพรส.

[3.] ณัชพล ฉลูทอง. (2546). *การออกแบบวงจรสำหรับเต้ารับปลอดภัย.* ปริญานิพนธ์ กศ.ม.

(อุตสาหกรรมศึกษา).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

[4.] ณัฐพล วงศ์สุนทรชัย. (2548). *เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์PIC 16F8XX.* กรุงทพฯ: บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

[5.] ถวัลย์วงศ์ ไกรโรจนานันท์. (2542). *อิเล็กทรอนิกส์ดิจิตอล.* กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.

[6.] ธนเรศ ทิพย์เจริญ. (2548). *การพัฒนาเครื่องย่อยกระดาษ.* ปริญานิพนธ์ กศ.ม(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

[7.] ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2540). *การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.* กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- ญี่ปุ่น).

[8.] ประสงค์ สืบชาติ. (2545). *การพัฒนาเครื่องตรวจความ สั่นสะเทือนของเครื่องจักร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[9.] ประสิทธิพร แซ่เฮ้ง. (2543). *304 วงจร.* กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.

[10.] พิพัฒน์ เลาหสงคราม. (2539). *พื้นฐานวิศวกรรมไมโครโพรเซสเซอร์.* กรุงเทพฯ: สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[11.] พีรเชษฐ์ ศรีชัย. (2546). *การพัฒนาเครื่องตรวจความ สั่นสะเทือนของเครื่องจักร.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

[12.] มงคล เดชนครินทร์. (2532). *อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[13.] ยงยุทธ วิฑูธีรศานต์. (2541). *การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดทรานซิสเตอร์.* ปริญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[14.] สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. (2545). *ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.* สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). พิมพ์ครั้งที่11. กรุงเทพฯ: ที เอส บี โปรดักส์ จำกัด

[15.] โสภณ เสือพันธ์. (2540). *ความปลอดภัยในงานอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

[16.] สุรศักดิ์ ไกรเลิศ. (2549). *การพัฒนาเครื่องบันทึกการลงเวลาปฏิบัติงานของพนักงาน.* ปริญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวโรฒ. ถ่ายเอกสาร.