

เครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

A 24-Pin Print Head Checker



สุนทร ก้องสินธุ์¹, ชานชัย แสงโพธิ์², สุขสันต์ เจริญสุข³, ธาดา อุ่นแอบ⁴

Soontorn Kongsintu¹, Chanchai Sangpho.², Sooksan Jaroensook³, Tada Un-Ab⁴

^{1,2}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร E-mail : soonwa4@gmail.com,
E-mail : mtc.chanchai@gmail.com

^{3,4}นักศึกษา หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร E-mail : sooksancap@gmail.com,
E-mail : donbando251@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม และเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม ที่มีความสามารถในการตรวจสอบความต้านทานในแต่ละขดลวดของหัวพิมพ์ โดยที่ไม่ต้องถอดอุปกรณ์ โดยการใช้งานจริงซึ่งทำการทดสอบหัวพิมพ์ 24 เข็มของเครื่องดอตแมทริกซ์ยี่ห้อ Fujitsu ได้แก่ รุ่น DL3800 DL3850 DL7400 และ DL9400 รุ่นละ 10 หัวพิมพ์ รวมทั้งหมด 40 หัวพิมพ์

ผลการวิจัยเครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็มพบว่าเข็ม สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีความสามารถในการทำงานที่รวดเร็ว มีประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์หัวพิมพ์ ที่ดีและเสียมีค่าเท่ากับ 84.62/83.20 และความแม่นยำ 95 เปอร์เซนต์ ไม่พบข้อผิดพลาดในการทำงานของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

คำสำคัญ: หัวพิมพ์, ดอตแมทริกซ์

Abstract

The purposes of this research were to design and construct a 24-pin print head checker and to investigate the efficiency of a 24-pin print head checker that was capable of detecting the impedance of each coil of the print head without removing the device. The 24-pin print head of the Fujitsu dot matrix machines, including the DL3800, DL3850, DL7400 and DL9400, each with a total of 40 print heads, was available.

The results of the 24-pin print checker showed that the pins could work as the objectives set and rapidly. Regarding the efficiency and accuracy of the head print, it revealed that it was at 84.62/83.20 and the precision was at 95 percent. Moreover, it was found that there are no errors from working of the 24-pin print head.

Keywords: print head, dot matrix

1. บทนำ

เครื่องพิมพ์หัวเข็ม (Dot Matrix Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ชนิดใช้แรงที่ถูกใช้งาน โดยการทำงานจะใช้หัวเข็มกระแทกเข้ากับผ้าหมึกส่งไปยังกระดาษ ซึ่งภาพเกิดขึ้นจากสีของน้ำหมึกซึมเข้าไปในผ้าหมึก ลักษณะการใช้งานจะมีเสียงดังมาก ซึ่งจะแตกต่างกับเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ท และเครื่องปริ้นเลเซอร์ที่จะไม่มีเสียงใดๆ เลย เครื่องพิมพ์หัวเข็ม มักใช้กับงานที่ต้องใช้สำเนา เพราะสามารถพิมพ์ได้ครั้งละหลายๆ แผ่น ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของเครื่องพิมพ์หัวเข็ม แต่จะไม่เหมาะสมอย่างมากในงานพิมพ์ที่มีความละเอียดสูง หรือต้องใช้รูปภาพ แต่ด้วยความทนทาน และราคาผ้าหมึกที่ถูก จึงทำให้เครื่องพิมพ์หัวเข็มยังเป็นที่ยอมรับอยู่บ้างในปัจจุบัน [1] เครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์ ทำงานโดยใช้การสร้างจุดลงบนกระดาษ ซึ่งหัวพิมพ์จะมีลักษณะเป็นหัวเข็ม เมื่อต้องการพิมพ์รูปทรงหรือรูปภาพใดๆ หัวเข็มที่อยู่ในตำแหน่งตามรูปประกอบนั้นๆ จะยื่นออกมามากกว่าหัวอื่นๆ และกระแทกกับผ้าหมึกลงกระดาษที่ใช้พิมพ์ จะทำให้เกิดจุดมากมายประกอบกันเป็นรูปเกิดขึ้นมา

เครื่องพิมพ์ประเภทนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ตาม สำนักงาน ห้างร้าน บริษัท โรงงาน จะพิมพ์เกี่ยวกับ เอกสาร ใบกำกับภาษี ใบส่งของ ใบเสร็จรับเงิน ใบสำคัญอื่นๆ แต่ข้อเสียคือเวลาสั่งพิมพ์จะเกิดเสียงดังพอสมควร เครื่องพิมพ์ดอตเมตริกซ์ ในปัจจุบันส่วนใหญ่ นิยมใช้กันมี 3 แบบ คือ เครื่องพิมพ์แบบ 9 เข็ม เครื่องพิมพ์แบบ 24 เข็มและ เครื่องพิมพ์แบบ 32 เข็ม [2]

ปัญหาผลลัพธ์การพิมพ์เลือนลาง หรือขาดหาย แนวทางการแก้ไข ตรวจสอบคันโยกปรับระยะห่างหัวพิมพ์ว่าปรับระดับ ให้เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้หรือไม่ โดยดูรายละเอียดจากหัวข้อ “คันโยกปรับระยะห่างหัวพิมพ์” ตรวจสอบกลับผ้าหมึกในเครื่องพิมพ์ว่าอยู่ในสภาพเรียบร้อยหรือไม่ หากกลับผ้าหมึกหลุดออกจากตัวล็อค ให้ทำการติดตั้งใหม่ ตรวจสอบเช็วที่กลับผ้าหมึกหักหรือผ้าหมึกหมดอายุหรือไม่ สังเกตได้จากสีตัวอักษรที่พิมพ์จะจางลง หรือผ้าหมึกบางส่วนขาด ควรเปลี่ยนตัวใหม่ ปิดเครื่องพิมพ์ลองเลื่อนหัวพิมพ์ไปมา

สังเกตผ้าหมึกพิมพ์สามารถหมุนเปลี่ยนตาม การเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์หรือไม่ ถ้าไม่มีแสดงว่า ผ้าหมึกภายในเกิดการติดขัดหรือกลไกขับเคลื่อน ผ้าหมึกเสียหาย ควรเปลี่ยนตลับใหม่ สังเกตตัวอักษร ที่พิมพ์ในแต่ละบรรทัดว่ามีเส้นขาดของตัวอักษร เป็นแนวยาวหรือไม่ ให้ทดสอบระบบการพิมพ์ของ เครื่องพิมพ์โดยดูรายละเอียดได้จากโดย “วิธีการ ทดสอบเครื่องพิมพ์ (Self Test)” [3] ถ้าผลทดสอบ เหมือนเดิมแสดงว่าหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์มีเข็มใด เข็มหนึ่งหัก ตลับผ้าหมึกที่ใช้งานส่วนใหญ่ผ้าหมึกมี รอยขาดเกิดจากหัวพิมพ์ไปทำให้เกิดความเสียหาย ควรเปลี่ยนตลับผ้าหมึกใหม่ และตรวจสอบหัวพิมพ์ ว่ามีเข็มหักหรือไม่ หากหัวพิมพ์เกิดเสียงดังผิดปกติ หรือไม่เคลื่อนที่ อาจมีเศษวัสดุอื่น เช่น กระดาษสติคเกอร์ ลงไปติดขัดหรือสายพานเคลื่อนที่หัวพิมพ์ขาด หรือหย่อน [4]

ปัจจุบันมีการใช้งานเครื่องพิมพ์กันอย่างแพร่หลาย ในแต่ละบริษัทก็มีการออกบิลใบเสร็จที่ ต้องการสำเนาในการเก็บเป็นหลักฐาน จึงนิยมใช้ งานเครื่องพิมพ์ดอตแมทริกซ์กันมาก เนื่องจากราคา และคุณภาพการพิมพ์อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปัญหา ของเครื่องพิมพ์ดอตแมทริกซ์ที่ผู้วิจัยได้พบเจอจาก ประสบการณ์การทำงานในบริษัท กนกสิน เอ็กสपोर्ट อิมพอร์ต จำกัดและทำหน้าที่ดูแลในการซ่อมแซม เครื่องพิมพ์ดอตแมทริกซ์นั้น คือการถอดอุปกรณ์หัว พิมพ์จะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก ยังมีจำนวน หัวเข็มมากจะใช้เวลาการแก้ไขปัญหามากตามไปด้วย

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจศึกษาเรื่อง “เครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม” ที่มีความสามารถในการตรวจสอบความต้านทานในแต่ละขดลวดของ หัวพิมพ์ โดยที่ไม่ต้องถอดอุปกรณ์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบการ ทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบ การทำงานหัวพิมพ์ 24 เข็ม

3. สมมติฐานการวิจัย

การสร้างเครื่องตรวจสอบการทำงานหัวพิมพ์ 24 เข็ม ที่มีความสามารถในการวัดค่าความต้านทาน จากขดลวดแสดงผลออกมาเป็นข้อความแต่ละเข็มว่า ดีหรือเสีย ที่มีความแม่นยำไม่น้อยกว่า 80% และมี ประสิทธิภาพการทำงานไม่น้อยกว่า 80/80

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตามลำดับดังนี้

4.1 การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยทดสอบอุปกรณ์ หัวพิมพ์ที่ดี (Pre-test) อุปกรณ์หัวพิมพ์ที่เสีย (Post-test) ของยี่ห้อ Fujitsu แต่ละรุ่นในการทดสอบ โดย การเปรียบเทียบเป็นร้อยละ

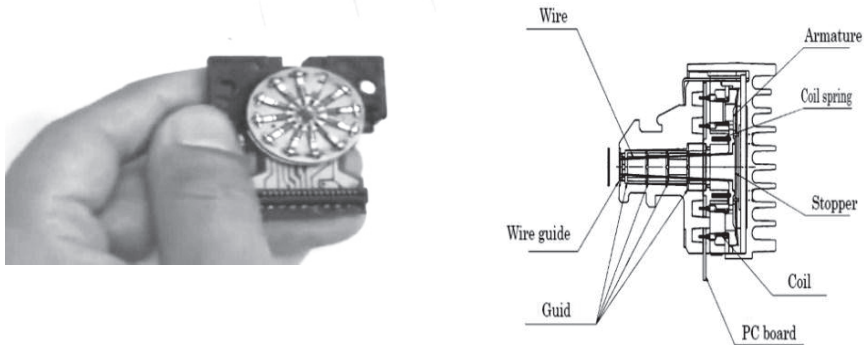
4.2 กลุ่มตัวอย่าง

แบบเครื่องดอตแมทริกซ์ยี่ห้อ Fujitsu ได้แก่ รุ่น DL3800 DL3850 DL7400 และ DL9400 จำนวนรุ่นละ 10 หัวพิมพ์โดยแบ่งเป็นหัวพิมพ์ที่ดี 5 หัวพิมพ์และหัวพิมพ์ที่เสีย 5 หัวพิมพ์ รวมทั้งหมด 40 หัวพิมพ์

4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

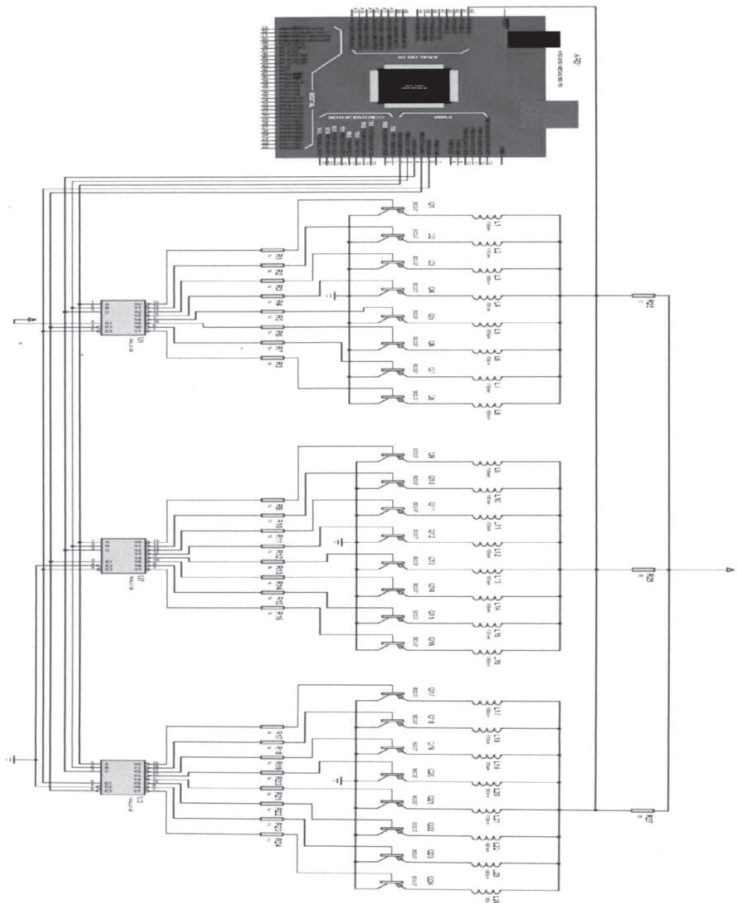
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ ตาม ขั้นตอน ดังนี้

4.3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการ ออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบการทำงานของ หัวพิมพ์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบต่างๆ ของหัวพิมพ์ 24 เข็ม

4.3.2 ออกแบบและสร้างชุดฮาร์ดแวร์ ดังแสดงในภาพที่ 2



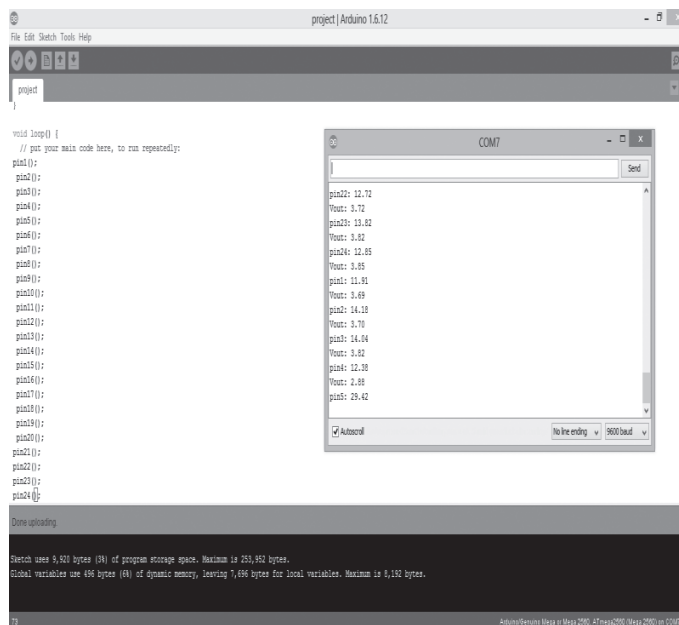
ภาพที่ 2 แสดงออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์

4.3.3 ดำเนินการทดลองและทดสอบชุดฮาร์ดแวร์ ดังแสดงในภาพที่ 3



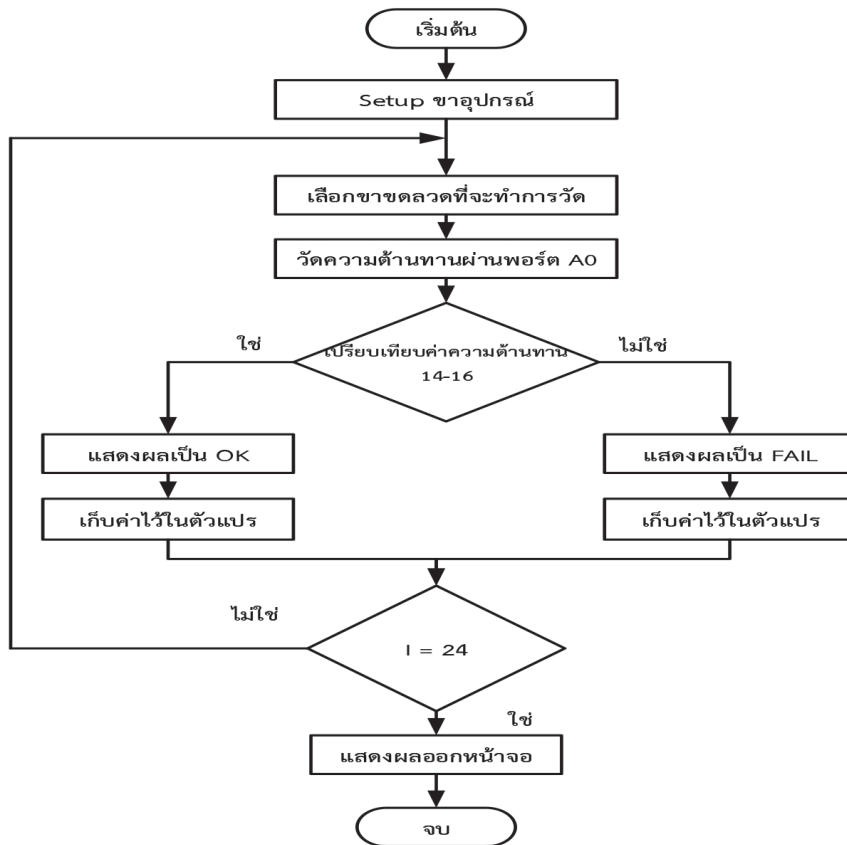
ภาพที่ 3 ผลจากหน้าจอเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

4.3.4 ออกแบบและสร้างวงจรพร้อมเขียนโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 4



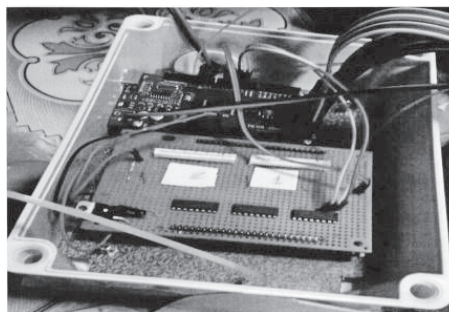
ภาพที่ 4 แสดงการทดสอบโปรแกรมการทำงานของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

4.3.5 ดำเนินการทดลองและทดสอบการทำงานของโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 5



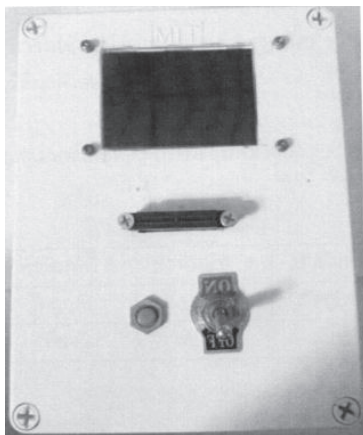
ภาพที่ 5 ผังงานแสดงการทำงานของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

4.3.6 ประกอบส่วนฮาร์ดแวร์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้าด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 6

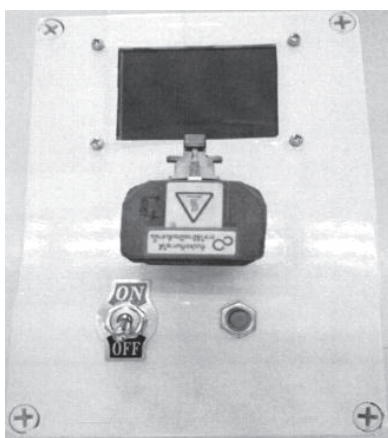


ภาพที่ 6 การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับบอร์ด Arduino

4.3.7 ทดสอบเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม พร้อมหาจุดบกพร่องและความเสถียรในการใช้งาน
ดังแสดงในภาพที่ 7 และ 8



ภาพที่ 7 ตัวเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็มที่สร้างขึ้นมา



ภาพที่ 8 เครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็มพร้อมอุปกรณ์หัวพิมพ์ที่ใช้ทดสอบ

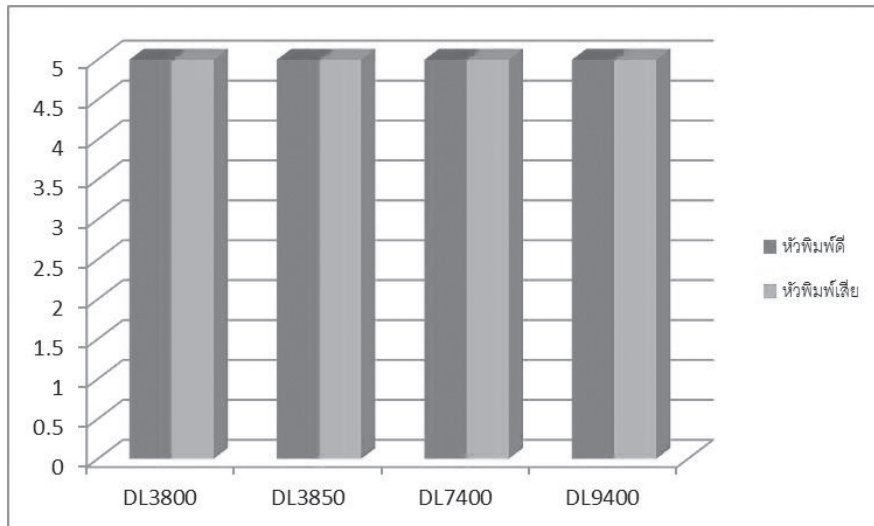
5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสร้างเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

ผลจากการสร้างเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม ผู้วิจัยนำเครื่องไปใช้ในการทดสอบเพื่อหาผลการตรวจสอบหัวพิมพ์แต่ละรุ่น แสดงดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 9

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบหัวพิมพ์แต่ละรุ่น

รุ่นหัวพิมพ์/อุปกรณ์		ผลการตรวจสอบ				
		หัวพิมพ์ที่ 1	หัวพิมพ์ที่ 2	หัวพิมพ์ที่ 3	หัวพิมพ์ที่ 4	หัวพิมพ์ที่ 5
DL3800	อุปกรณ์ดี	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง
	อุปกรณ์เสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย
DL3850	อุปกรณ์ดี	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง
	อุปกรณ์เสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย
DL7400	อุปกรณ์ดี	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง
	อุปกรณ์เสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย
DL9400	อุปกรณ์ดี	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง	วัดได้ถูกต้อง
	อุปกรณ์เสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย	พบขดลวดเสีย



ภาพที่ 9 แสดงกราฟแสดงการทดสอบและความแม่นยำของเครื่อง

5.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยเก็บจำนวนครั้งเฉลี่ยในแต่ละของอุปกรณ์หัวพิมพ์ที่ดีและอุปกรณ์หัวพิมพ์ที่เสีย สรุปผลการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม

หัวพิมพ์	จำนวนหัวพิมพ์ (N)	จำนวนครั้งที่ทดสอบต่อหัว (ครั้ง)	จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด	ผลการทดสอบร้อยละ	ประสิทธิภาพ
อุปกรณ์หัวพิมพ์ที่ดี	20	25	500	95%	84.62
อุปกรณ์หัวพิมพ์ที่เสีย	20	25	500	95%	83.20

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม พบว่า อุปกรณ์หัวพิมพ์ที่ดี จำนวน 20 หัว ทำการทดสอบ หัวละ 25 ครั้ง โดยแต่ละหัวมีความสามารถ ทำงานได้อย่างแม่นยำ ร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าอุปกรณ์หัวพิมพ์ที่เสีย จำนวน 20 หัว ทำการทดสอบ หัวละ 25 ครั้ง โดยแต่ละหัวมีความสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ ร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์ จากผลทดสอบพบว่า ค่าประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์หัวพิมพ์ที่ดีและเสียมีค่าเท่ากับ 84.62/83.20 โดยเป็นตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

6. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม ที่ทีมผู้วิจัยได้ใช้งานจริงในที่ทำงานบริษัท กนกสิน เอ็กสपोर्ट อิมพอร์ต จำกัด โดยได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์แบบเครื่องดอทแมทริกซ์ ยี่ห้อ Fujitsu ได้แก่ รุ่น DL3800 DL3850 DL7400 และ DL9400 จำนวนรุ่นละ 10 หัวพิมพ์ โดยแบ่งเป็นหัวพิมพ์ที่ดี 5 หัวพิมพ์ และหัวพิมพ์ที่เสีย 5 หัวพิมพ์ รวมทั้งหมด 40 หัวพิมพ์ ผลการทดสอบ คือ ไม่พบข้อผิดพลาดในการทำงานของเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์ 24 เข็ม สามารถทำงานได้ตรงตามความคาดหวัง และมีความรวดเร็วในการทำงาน มีประสิทธิภาพ 84.62/83.20 และความแม่นยำ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานในการใช้งาน

และความต้องการของบริษัท กนกสิน เอ็กสपोर्ट อิมพอร์ต จำกัด

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าเครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้นมา มีความแม่นยำ ตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้มากกว่า 80% และประสิทธิภาพตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 80/80 จากผลการศึกษาวิจัยทำให้ได้เครื่องตรวจสอบการทำงานของหัวพิมพ์ 24 เข็ม มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการใช้งาน โดยสามารถวัดค่าความต้านทานจากขดลวดภายในหัวพิมพ์ดอทแมทริกซ์ โดยแสดงผลออกมาเป็นข้อความที่มีความแม่นยำถึง 95% พร้อมทั้งประสิทธิภาพการทำงาน 84.62/83.20 ซึ่งสอดคล้องกับงาน

วิจัยของ ศศิธร จารุสมบัติและคณะ [5] เรื่องการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษและการทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม. และชูชาติ พยอม [6] เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องสาวไหมแบบกึ่งอัตโนมัติ และมณฑล ใจกุลและอนุมิตี พิณโสภณ [7] เรื่องทดสอบหาประสิทธิภาพของก้านน้ำตามแนวแกนแบบขั้นเดียว ในการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตรวจสอบการทำงานหัวพิมพ์ 24 เข็ม

6.3 ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตจะพัฒนาให้สามารถใช้ตรวจสอบหัวพิมพ์เครื่องพิมพ์ดอทแมทริกซ์ของยี่ห้ออื่นๆ รุ่นอื่นได้และพัฒนาให้ตัวเครื่องตรวจสอบหัวพิมพ์มีขนาดเล็กลงเพื่อสะดวกในการพกพา

เอกสารอ้างอิง

- [1] สันตนา ทิพย์สุข. (2553.) การวิเคราะห์ต้นทุนและประสิทธิผล การให้บริการหลังการขายในการซ่อมเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์. สารนิพนธ์ ศ.ม. (เศรษฐศาสตร์การจัดการ). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [2] วิชัย พยัคฆ์โส และคณะ. (2540.) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์ (หน่วยที่ 5-10). นนทบุรี :

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.

- [3] อรัญ หาญสืบสาย. (2541.) แม่พิมพ์เหล็กโซกราฟีที่ดี. วารสารการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 46. 45-55.
- [4] Fujitsu Isotec Limited. (2007). DL7400 Dot-matrix Printer Maintenance Manual. Japan : Fukusima.
- [5] ศศิธร จารุสมบัติและคณะ. (2555.) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระดาษและการทำกระดาษจากพืชหอม : กรณีศึกษาเตยหอม และตะไคร้หอม. วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีที่ 11 ฉบับที่ 1. 40-50.
- [6] ชูชาติ พยอม. (2555.) การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องสาวไหมแบบกึ่งอัตโนมัติ. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพปัง ปีที่ 5 ฉบับที่ 2. 77-88.
- [7] มณฑล ใจกุล, อนุมิตี พิณโสภณ. (2549.) ทดสอบหาประสิทธิภาพของก้านน้ำตามแนวแกนแบบขั้นเดียว. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.