การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อน

The Developing of Hot-Stamping Controller

ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุธยา[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อน โดยปรับเปลี่ยนในส่วนของการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ให้เป็นระบบดิจิตอล โดยแสดงค่าปรับตั้งและอุณหภูมิขณะใช้งานเป็นตัวเลขแสดงผลบนจอ LCD ในการควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรขนาด 2 มิลลิเมตร จะใช้แรงลมอัดขนาด 3-4 บาร์ ณ อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 100-150 °C จากการทดลองใช้งานเครื่องพิมพ์ร้อน เครื่องสามารถพิมพ์ชิ้นงานได้ในอัตรา 12 ชิ้นต่อนาที และสามารถพิมพ์ต่อเนื่องได้สูงสุด 99 ชิ้น ในเรื่องของคุณภาพการพิมพ์พบว่าหมึกพิมพ์จะติดชิ้นงานที่เป็นสติกเกอร์ใส และสติกเกอร์ไวนิวส์ ได้ดีกว่ากระดาษ A4

คำสำคัญ: เครื่องพิมพ์ร้อน, พารามิเตอร์, จอ LCD

Abstract

This paper presents a developing of the Hot-stamping machine controller. The existing system that employed the manual parameters setting is replaced to the automatic controller using digital system. The setting parameters and the operating temperature are expressed on the LCD display. The air pressure of 3-4 bars is applied to control the printing head for the letter size of 2 mm at temperature range of 100-150 °C. As the results of running the machine, it is found that the machine has a printing rate about 12 pieces per minute and maximum of 99 pieces for continue printing. For the printing quality, it is found that the Clear and Vinyl sticker provide better quality than printing paper A4.

Keywords: Hot-stamping machine, setting parameters, LCD display

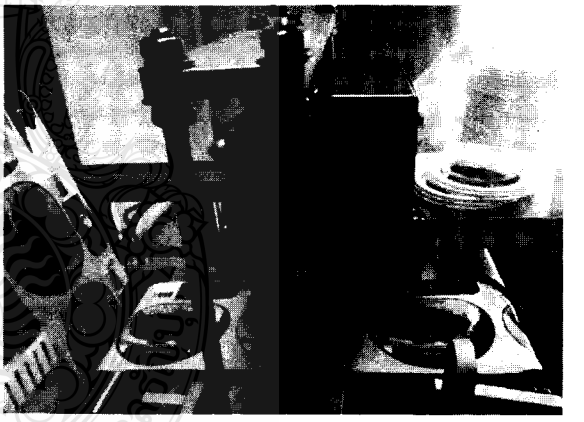
[1]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. คำนำ

การผลิตสินค้าในปัจจุบันมีการใส่ตัวเลข Lot ที่ผลิต หรือวัน เดือน ปี ที่ทำการผลิต และวัน เดือน ปี ที่หมดอายุลงบนหีบห่อของสินค้าแต่ละชิ้น แต่การใส่ตัวเลขเหล่านี้บนสินค้าแต่ละชิ้นจำเป็นต้องใช้เวลาและคนจำนวนมากในการทำงาน ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง และอัตราการผลิตสินค้าน้อย เครื่องพิมพ์ร้อนที่ใช้ในปัจจุบันมีชุดควบคุมการทำงานเป็นปุ่มปรับตั้งค่าที่ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนหมุนทำให้ไม่มีความเสถียรในการทำงานเพราะต้องกะประมาณค่าพารามิเตอร์เองทำให้ไม่ทราบค่าที่แน่นอน และเมื่อใช้งานเครื่องพิมพ์ร้อนเป็นเวลานานตัวต้านทานจะเปลี่ยนแปลงค่าได้ เนื่องจากหน้าสัมผัสที่สัมผัสกับตัวต้านทานที่ทำจากผงคาร์บอนอัดแน่นสึกกร่อนและตัวต้านทานในทางปฏิบัติจะไม่เป็นเชิงเส้นเพราะคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวนำสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเช่น อุณหภูมิ [1] นอกจากนี้เมื่อต้องการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์ชิ้นเดิมจะต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่ทุกครั้ง เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นในการทดลองแต่ละครั้งจะต้องใช้ฉลากเป็นจำนวนมากจึงทำให้สิ้นเปลืองและยังทำให้ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงได้ทำการพัฒนาระบบเครื่องพิมพ์ร้อนใหม่โดยเปลี่ยนชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนแบบใช้ความต้านทานปรับค่ามาเป็นชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนแบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A และสามารถแสดงค่าที่ตั้งเป็นตัวเลขดิจิตอล [2] ทำให้ช่วยลดความยุ่งยากในการตั้งค่า

2. ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนแบบใช้ความต้านทานปรับค่า

เครื่องพิมพ์ร้อนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะมีชุดควบคุมการทำงานเป็นปุ่มปรับตั้งค่าที่ใช้ตัวความต้านทานปรับค่าได้แบบแกนหมุนโดยแต่ละปุ่มปรับจะทำหน้าที่แตกต่างกันเช่นปุ่มปรับตั้งค่า Adjust Delay ใช้หน่วงเวลาในการทำงานในช่วงเริ่มต้น (เฉพาะโหมด Manual) ปุ่มปรับตั้งค่า Adjust Dwell ใช้หน่วงเวลาในการกดของลูกสูบ (เฉพาะโหมด Manual) และปุ่มปรับตั้งค่า Adjust Feed ใช้ในการปรับระยะในการหมุนของมอเตอร์ที่ใช้หมุนผ้าหมึก แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนแบบใช้ความต้านทานปรับค่า

จากรูปที่ 1 นอกจากชุดควบคุมจะมีปุ่มปรับตั้งค่า 3 ปุ่มแล้วยังมีอุปกรณ์บนสุดเป็น Temperature Controller ทำหน้าที่เป็นตัวปรับอุณหภูมิใช้งาน มี LED A/M แสดงสภาวะของเครื่อง ปุ่ม Power Switch ทำหน้าที่ เปิด-ปิด เครื่อง LED Power แสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง Auto/Manual Switch

เป็นสวิตช์เลือกสภาวะการทำงาน ปุ่ม Reset ทำหน้าที่ปรับสภาวะเครื่องให้เข้าสู่สภาวะปกติพร้อมใช้งาน ปุ่ม Jog เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อให้เครื่องทำงานทีละหนึ่งครั้งเพื่อทดสอบการพิมพ์ตัวหนังสือ Fuse ทำหน้าที่ป้องกันระบบไฟที่จะจ่ายให้กับเครื่อง

3. ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนที่พัฒนาใหม่

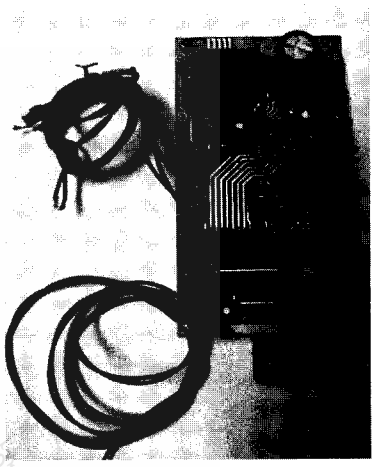
3.1 โครงสร้างของชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อน

ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนได้ออกแบบเป็นกล่องเหล็กด้านหน้าประกอบด้วยจอ LCD Keypad และสวิตช์เปิด-ปิด โดยมีวงจรควบคุมการทำงานอยู่ภายในกล่องเหล็ก ส่วนชุดพิมพ์ที่ใช้สำหรับทำการพิมพ์ตัวเลขหรือตัวหนังสือจะใช้ของเดิม โดยนำมาประกอบกันเป็นชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนที่พัฒนาใหม่ แสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนที่พัฒนาใหม่

3.2 วงจรควบคุม

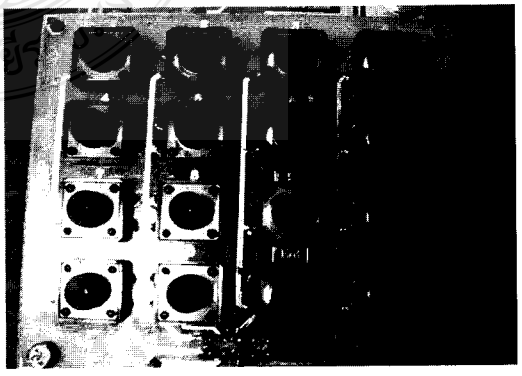
ในงานวิจัยนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิใช้งาน [2] ควบคุมวงจร Keypad และควบคุมส่วนที่เป็นเอาต์พุตต่างๆ ใช้ไฟเลี้ยง 5V และมีสัญญาณนาฬิกา 20 MHz จากคริสตอลออสซิสเลเตอร์ โดยวงจรควบคุมที่นำมาใช้ในงานจะต่อสายไฟออกมาเพื่อต่อไปยังส่วนควบคุม ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรควบคุมที่นำมาใช้ในงาน

3.3 Keypad

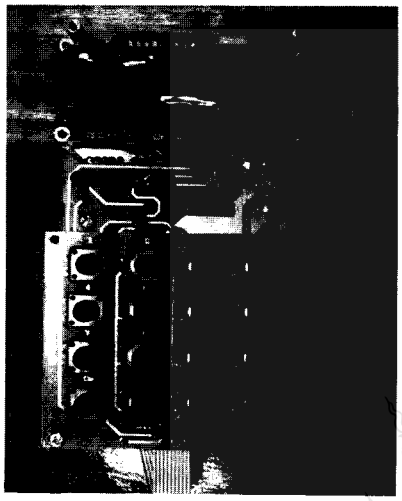
Keypad ทำหน้าที่รับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการโดยกดปุ่มทางด้านหน้าของเครื่องพิมพ์ร้อนดังรูปที่ 4 วงจร Keypad จะทำงานได้เมื่อถูกสั่งงานจากโปรแกรมหลัก



รูปที่ 4 Keypad

3.4 จอ LCD

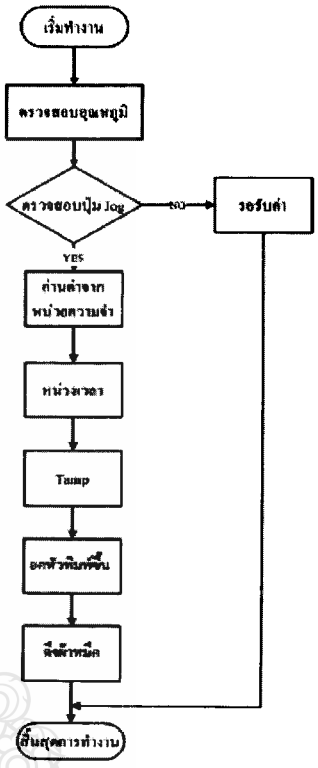
จอ LCD ได้ออกแบบให้อยู่บนแผงวงจรเดียวกันกับ Keypad โดยต่อสายออกมาเพื่อต่อไปยังวงจรควบคุมดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 จอ LCD ติดอยู่บนแผงวงจร

4. โปรแกรมหลัก

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหลัก [3] ดังรูปที่ 6 เมื่อกดสวิตช์ ON วงจรควบคุมจะตรวจสอบอุณหภูมิของหัวพิมพ์และตรวจสอบการทำงานของสวิตช์ Jog หรือสวิตช์เท้าเหยียบถ้ามีการทำงานชุดควบคุมจะอ่านค่าที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ ได้แก่ การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น การหน่วงเวลาป้อนชิ้นงาน เพื่อรอการกดหัวพิมพ์ หน่วงเวลากดชิ้นงาน หน่วงเวลายกหัวพิมพ์ เพื่อดึงผ้าหมึกออกมา การตั้งอุณหภูมิและการตั้งจำนวนชิ้นงานที่ทำไปแล้ว เมื่อได้ค่าที่ต้องการจากนั้นจะหน่วงเวลาให้หัวพิมพ์กดลงบนชิ้นงาน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้เครื่องจะยกหัวพิมพ์ขึ้นด้วยโซลินอย จากนั้นตัวควบคุมจะดึงผ้าหมึกออกมาเพื่อรอการพิมพ์ตัวเลขหรือตัวอักษรถัดไป



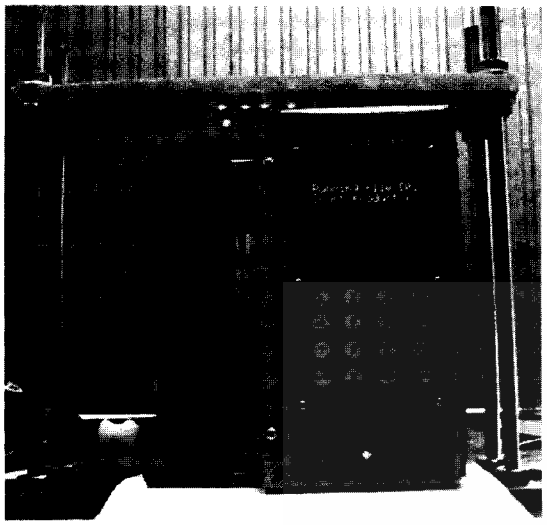
รูปที่ 6 โฟว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมหลัก

5. ขั้นตอนการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ปั๊มลม[4] เครื่องพิมพ์ร้อน Ribbon โค๊ดตัวเลขหรือตัวอักษรขนาด 2 มิลลิเมตรทำจากทองเหลือง และสวิตช์เท้าเหยียบ

5.1 ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องพิมพ์ร้อน

หลังจากสร้างเครื่องพิมพ์ร้อนเสร็จจะทำการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องพิมพ์ร้อนดังรูปที่ 7

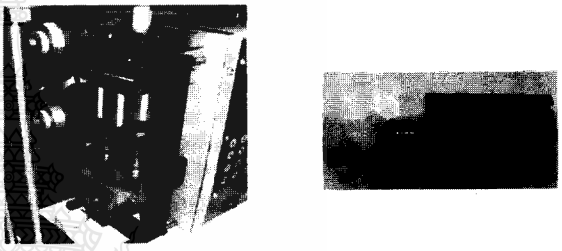


รูปที่ 7 ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องพิมพ์ร้อน

จากรูปที่ 7 ทำการทดสอบตามจุดต่างๆ ที่ได้กำหนดขึ้นโดยให้จุด A เป็น LCD แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จุด B เป็นส่วนที่ใช้สำหรับกำหนดค่าให้กับพารามิเตอร์ต่างๆ จุด C เป็นฟังก์ชันที่จะต้องเข้าไปทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ ประกอบด้วย Feed Delay, Temp Delay, Product Delay, Tamp Set, และ Count Product จุด D เป็นฟังก์ชันของ Temperature now ใช้สำหรับแสดงอุณหภูมิของหัวแม่พิมพ์ขณะเครื่องกำลังทำงาน จุด E เป็นฟังก์ชันของ Count Product ทำการ Reset Counter จุด F เป็นปุ่ม Jog จะทำการสั่งให้เครื่องทำการพิมพ์ชิ้นงาน ขั้นตอนการทำงานของปุ่มนี้มีดังนี้ เริ่มจากทำการหน่วงเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Product Delay จากนั้นทำการ On โซลินอย ต่อมาทำการหน่วงเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Product Delay จากนั้นทำการ Off โซลินอย โดยหน่วงเวลา 300 ms แล้วจึงทำการ On Motor และทำการหน่วงเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Feed Delay จากนั้นจึง Off Motor จุด G เป็นปุ่มที่ใช้สำหรับ Save ค่าที่ตั้งไว้ เพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำจุด H เป็นปุ่มที่ใช้ Open File ที่ได้ทำการ Save ค่าไว้ออกมาใช้งาน และจุด I เป็นสวิตช์ เปิด-ปิดเครื่อง

5.2 Ribbon และโค๊ดตัวเลข

ก่อนการทดลองจะต้องใส่ Ribbon เข้าไปที่ชุดพิมพ์ และนำโค๊ดตัวอักษรที่เลือกไว้ใส่ในหัวพิมพ์หรือ Hander ดังรูปที่ 8



ก. การใส่ Ribbon ข. Hander สำหรับใส่โค๊ด

รูปที่ 8 Ribbon และโค๊ตตัวอักษร

5.3 การทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือทดลองเพื่อหาคุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์และความเร็วในการพิมพ์ชิ้นงาน

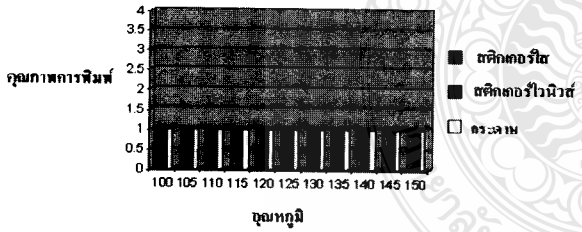
การทดลองพิมพ์ชิ้นงานจะใช้แรงลมอัดขนาด 1-4 บาร์โดยกำหนดให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง100-150°C ชิ้นงานที่ใช้ในการพิมพ์คือสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 ขั้นตอนการทดลองเริ่มจากเลือกโค๊ดตัวอักษรขนาด 2 มิลลิเมตร นำมาใส่ที่หัวพิมพ์และใส่ Ribbon วางไว้ใต้หัวพิมพ์ กดสวิตช์เปิดเครื่อง จากนั้นให้กดปุ่ม F1 อยู่ที่ตำแหน่งจุด C เพื่อตั้งค่าต่างๆโดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 100°C ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้เครื่องจะสั่งให้ Heater Off และในทางกลับกันถ้าอุณหภูมิ

ต่ำลงกว่าที่ตั้งไว้เครื่องจะสั่งให้ Heater On จากนั้นนำสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษA4 ใส่เข้าไปทางด้านหน้าของตัวเครื่องโดยวางไว้ใต้ Ribbon แล้วทำการปรับระยะห่างของหัวพิมพ์กับชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม จากนั้นทำการกดที่สวิตช์เท้าเหยียบเครื่องพิมพ์ร้อนจะทำการพิมพ์ตัวอักษรลงไปที่ชิ้นงานโดยทดลองกับสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์และกระดาษA4 ในการทดลองจะตั้งค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นครั้งละ 5°C ไปจนถึง 150°C แล้วทำการบันทึกผลการทดลอง

6. ผลการทดลองและวิเคราะห์

การทดลองเพื่อหาคุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์จะกำหนดให้ไม่ติด = 1 ติดน้อย = 2 ติดปานกลาง = 3 และ ติดมาก = 4

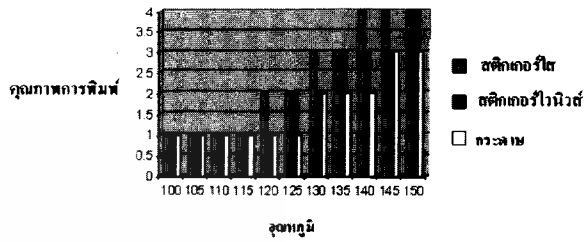
6.1 ผลการทดลองเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 1 บาร์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 – 150°C ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับคุณภาพการพิมพ์

จากรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 1 บาร์ ควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรลงบนสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 คุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ ตัวอักษรที่ได้จะไม่ติดในขณะที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเนื่องจากแรงกดที่หัวพิมพ์น้อย

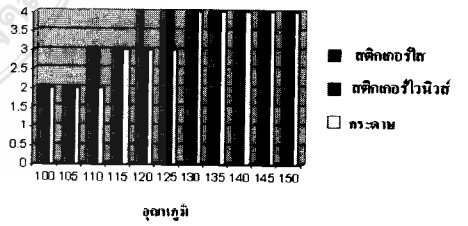
6.2 ผลการทดลองเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 2 บาร์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 – 150°C ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับคุณภาพการพิมพ์

จากรูปที่ 10 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 2 บาร์ ควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรลงบนสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 คุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ ตัวอักษรที่ได้จะไม่ติดในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำแต่ตัวอักษรจะติดมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และตัวอักษรจะติดบนสติกเกอร์ใสมากที่สุด รองลงมาเป็นสติกเกอร์ไวนิวส์

6.3 ผลการทดลองเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 3 บาร์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 – 150°C ดังรูปที่ 11

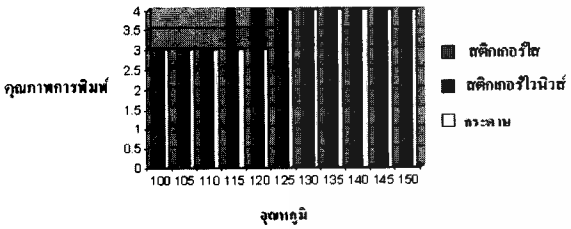


รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับคุณภาพการพิมพ์

จากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 3 บาร์ ควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรลงบนสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 คุณภาพการพิมพ์

ของหมึกพิมพ์ตัวอักษรที่ได้จะติดมาก เนื่องจากแรงกดที่หัวพิมพ์สูงขึ้น จากการทดลองที่อุณหภูมิตั้งแต่ 130°C พบว่าคุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ที่ชิ้นงานจะติดมาก

6.4 ผลการทดลองเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 4 บาร์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 – 150°C ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับคุณภาพการพิมพ์

จากรูปที่ 12 จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แรงลมอัดขนาด 4 บาร์ ควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรลงบนสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิตั้งแต่ 125°C ขึ้นไปคุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ตัวอักษรที่ได้จะติดมากขึ้นกว่าแรงลมอัดขนาด 3 บาร์ทั้งนี้เพราะแรงกดที่หัวพิมพ์เพิ่มขึ้น ดังนั้นแรงลมอัดที่ควรนำมาใช้งานคือ ขนาด 3-4 บาร์ ณ อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 100-150°C และคุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ตัวอักษรจะติดชิ้นงานที่เป็นสติกเกอร์ใส และสติกเกอร์ไวนิวส์ ได้ดีกว่ากระดาษ A4

6.5 ผลการทดลองใช้งานเครื่องพิมพ์ร้อนพิมพ์ชิ้นงานที่แรงลมอัดขนาด 4 บาร์ ณ อุณหภูมิ 130°C โดยการป้อนสติกเกอร์ใส สติกเกอร์ไวนิวส์ และกระดาษ A4 เข้าเครื่องพิมพ์ร้อนด้วยมือจำนวน 10 ครั้งและตั้งให้ชุดควบคุมหัวพิมพ์ร้อนเป็นแบบ Auto พบว่าความเร็วเฉลี่ยของเครื่องพิมพ์ร้อนที่สามารถพิมพ์ชิ้นงานจะอยู่ที่ 12 ชิ้นต่อนาทีและสามารถพิมพ์ต่อเนื่องได้สูงสุด 99 ชิ้น คุณภาพการพิมพ์ของหมึกพิมพ์ตัวอักษรจะติดชิ้นงานที่ทดลองมาก

7. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องพิมพ์ร้อนโดยปรับเปลี่ยนในส่วนของการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ให้เป็นระบบดิจิตอลแสดงค่าปรับตั้งและอุณหภูมิขณะใช้งานเป็นตัวเลขแสดงผลบนจอ LCD ในการควบคุมหัวพิมพ์ตัวอักษรขนาด 2 มิลลิเมตร จะใช้แรงลมอัดขนาด 3-4 บาร์ ณ อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 100-150°C โดยเครื่องพิมพ์ร้อนสามารถพิมพ์ชิ้นงานได้ในอัตรา 12 ชิ้นต่อนาที และสามารถพิมพ์ต่อเนื่องได้สูงสุด 99 ชิ้น

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Grob, Bernard and Schultz, Mitchel E. **Basic Electronics 9th ed.** Singapore: Mc Graw Hill, Inc.,2003.

[2] ดอนสัน ปงผาบและทิพวัลย์ คำน้ำนอง, 2551. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน.**พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

[3] ประจิน พลังสันติกุล. **เรียนรู้และใช้งาน CCSC คอมไพเลอร์.**กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟเอ็กเพอริเมนต์.

[4] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์,2547.**นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เบื้องต้น.**พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ประวัติผู้เขียนบทความ

ธนะพงศ์ นพวงศ์ ณ อยุธยา

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สำเร็จการศึกษา คอ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ป.บัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คอ.ม. (บริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี