

เครื่องควบคุมกระบวนการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์
ด้วยวงจรตั้งเวลา
(The PCB process with counter timer control)

นายวิรัช เสริฐศรี
นายธวัชชัย ชลอพงษ์
นายเดชา แดงอ่อน

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง เครื่องควบคุมกระบวนการสร้างวงจรพิมพ์ด้วยการตั้งเวลา เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเครื่องฉายแสงและเครื่องเย็บแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยวงจรตั้งเวลา ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 คือ เครื่องควบคุมการฉายแสง ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นชุดควบคุมเวลาในการฉายแสงโดยใช้หลอดไฟฟ้า ยูวีขนาด 220 โวลต์ 10 วัตต์ ให้ทำงานโดยการสั่งด้วยสวิตช์อัตโนมัติ ส่วนที่ 2 คือ เครื่องเย็บแผ่นวงจรพิมพ์ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ไปควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ ความเร็วรอบ 100 รอบต่อวินาที ในการเย็บภาชนะบรรจุกรดเพอริคลอไรด์ โดยมีการตั้งเวลาในการเย็บตามต้องการ จากการทดลองหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉายแสงและเย็บแผ่นวงจรพิมพ์จำนวนอย่างละ 15 ครั้ง ผลปรากฏว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉายแสง คือ 10 นาที ส่วนระยะเวลาที่เหมาะสมในการเย็บแผ่นวงจรพิมพ์ คือ 30 นาที ถึง 45 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำกรด เพอริคลอไรด์

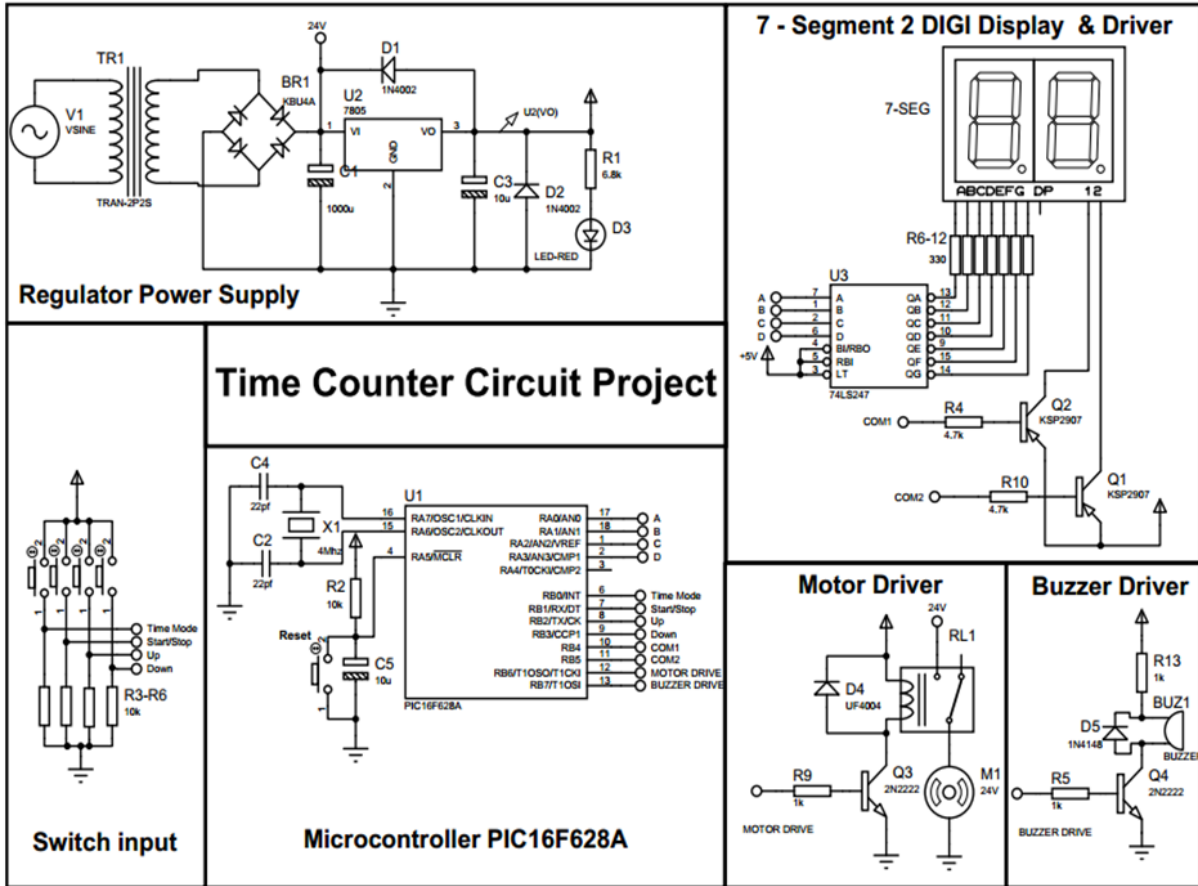
1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงและมีการแข่งขันกันสูงในเรื่องของเวลาและราคา แต่ในภาคการศึกษานั้นยังคงใช้เทคนิคการผลิตแผ่นลายวงจรนั้นในรูปแบบดั้งเดิมอยู่ซึ่งส่งผลให้เสียเวลาในขั้นตอนการทำเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีความยุ่งยากลำบาก จากการที่มีผู้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องกัดลายแผ่นวงจรพิมพ์อัตโนมัติมาแล้วนั้น มีลักษณะใหญ่ทำให้เคลื่อนที่โยกย้ายได้ลำบาก และมีการจัดเรียงแผ่นวงจรพิมพ์ไม่เป็นระเบียบเมื่อเกิดการทับซ้อนทำให้น้ำยากัดแผ่นวงจรพิมพ์ได้ไม่ทั่วถึง และไม่มีเวลาแจ้งเตือนอาจเกิดการหลงลืมชิ้นงาน ทำให้ชิ้นงานแช่น้ำยากัดนานเกิน อาจเป็นสาเหตุทำให้ลายแผ่นวงจรพิมพ์เสียหาย และไม่สวยงามทางคณะผู้จัดทำจึงมีความคิดในการสร้างเครื่องกัดลายแผ่นวงจรพิมพ์กึ่งอัตโนมัติ ที่มีขนาดเหมาะสมสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีน้ำหนักเบาจัดเรียงแผ่นวงจรพิมพ์ได้เป็นระเบียบไม่ทับซ้อน และตั้ง

เวลาในการทำงานได้ ตัวเครื่องสร้างจากวัสดุอุปกรณ์ ที่มีราคาถูก มีความคงทนแข็งแรงเหมาะสมกับลักษณะงาน

2. การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

ในส่วนขั้นตอนการออกแบบงานวิจัยในครั้งนี้ทางนักศึกษาได้แบ่งตัวชิ้นงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของเครื่องฉายแสงและส่วนของเครื่องเย็บแผ่นลายวงจรพิมพ์ ซึ่งทางนักศึกษามีความคำนึงถึงวัสดุของตัวชิ้นงานที่จะมีผลต่อกรดกัดลายวงจรพิมพ์ด้วยซึ่งจะทำให้อายุการใช้งานของตัวเครื่องใช้งานได้นานยิ่งขึ้น งานวิจัยในครั้งนี้ทางนักศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการทดลองของนักศึกษาในรุ่นต่อไปให้เกิดประโยชน์สูงสุด



รูปที่ 2.1 การออกแบบแต่ละบล็อกและวงจรของแต่ละภาค

2.1 การออกแบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า Regulator Power Supply

การเลือกหม้อแปลง (Transformer Specifications) ในการเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้ามีหลักการคือ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่สามารถจ่ายแรงดันและกระแสได้เพียงพอกับการใช้งานจริง แต่ก็ไม่ควรที่จะเลือกหม้อแปลงที่มีขนาดใหญ่ (จ่ายแรงดันและกระแสได้สูง) เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายตั้งนั้นในการเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าให้มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการก็จะพิจารณาขนาดของแรงดันไฟตรง (VO) และกระแสไฟตรงสูงสุด (IO) ที่สามารถจ่ายให้ภาระได้ แล้วนำมากำหนดขนาดของแรงดันขดทุติยภูมิ (Secondary) และกระแสใช้งานที่ขดทุติยภูมิของหม้อแปลง

2.2 ภาคแสดงผล 7 Segment

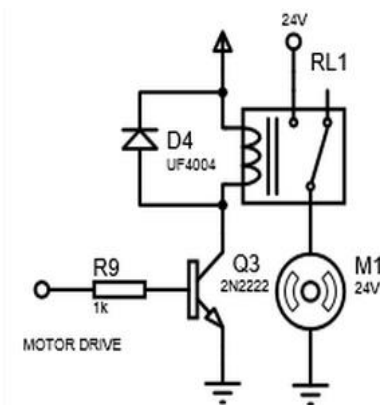
7 Segment หรือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแสดงผลในอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ และ วงจร

อิเล็กทรอนิกส์นั้น จะสามารถพบเห็นได้ทั่วไป และบางคนอาจจะคุ้นตาคันเป็นอย่างดี แต่อาจจะไม่รู้ว่าเป็น 7 Segment ก็เลยอยากจะนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับเจ้าตัว 7 Segment ให้ได้รู้จักกันมากยิ่งขึ้น ตัวแสดงผล 7 ส่วน หรือที่เราเรียกว่า 7 Segment เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภท Display เช่นเดียวกับไดโอดเปล่งแสง หรือ LED ตัว 7 Segment เองนั้นภายในก็คือ LED 7ตัว(หรือมากกว่า) มาต่อกันเป็นรูปตัวเลข 8 นั้นเองครับ ดังนั้นการใช้งาน 7 Segment จะเหมือนกับการใช้งาน LEDรูปแบบต่างๆ และ สัญลักษณ์ที่ตัว ส่วนแสดงผล 7 Segment จะมีชื่อกำกับอยู่ (อันนี้ต้องจำให้ได้นะครับ) โดยจะไล่จาก A,B, C, D, E, F, G และจุด

2.3 ภาควงจรบัชเซอร์ไดร์เวอร์

วงจรถูก Buzzer Driver จะมีไฟ 5 VDC จาก Regulator Power Supply มาจ่ายที่ Buzzer โดยมีตัวต้านทาน R13 เป็นตัวที่คอยควบคุมไม่ให้ไฟที่จะมาเลี้ยง Buzzer ถ้าเกินอาจจะทำให้ Buzzer เสียหายได้ ส่วน ไดโอด D3 จะทำหน้าที่ป้องกันแรงดัน และกระแสที่จะย้อนกลับทำให้ Buzzer เสียหาย ในส่วนของ Transistor Q4 จะทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ On/Off ถ้ามีคำสั่งมาในรูปแบบไฟฟ้าจะต้องผ่านตัวต้านทานไฟฟ้า R15 เพื่อควบคุมไฟและป้องกันไม่ให้ Transistor Q4 เสียหาย เมื่อมีคำสั่งให้ Transistor ทำงานก็จะทำให้ครบวงจร Buzzer ก็จะมีเสียงดังออกมา

2.4 ภาควงจร Motor Driver



รูปที่ 2.2 วงจร Motor Driver

จะได้รับไฟ 5VDC จากวงจรถูก Regulator Power Supply มาจ่ายที่ขดลวดแต่วงจรจะยังไม่ทำงาน เพราะไฟยังไม่ครบวงจร ไดโอด D2 จะทำหน้าที่ป้องกัน กระแสกับแรงดันย้อนกลับแล้วทำให้ขดลวดรีเลย์ เสียหาย Transistor Q3 ชนิด NPN จะทำหน้าที่เหมือน สวิตช์ตัวหนึ่งที่รอคำสั่ง มาสั่งให้เปิดหรือถ้าไม่มีคำสั่งก็อยู่ในสถานะปิดโดยมี R9 เป็นตัวควบคุมไฟที่จะมาจ่ายที่ขา B ของ Transistor Q3 ให้เหมาะสมและป้องกันไม่ให้ Transistor เสียหายเมื่อมีการสั่งงาน Transistor Q3 ก็ จะครบวงจร ขดลวดรีเลย์จะสร้างสนามแม่เหล็กเปลี่ยน หน้าสัมผัสปกติปิด ไปเป็น ปกติเปิด ไฟ 24 VDC ที่ออก จากบริดจ์มารอที่หน้าสัมผัสปกติเปิด ก็จะจ่ายไฟไปที่ มอเตอร์ M1 ให้มอเตอร์ทำงาน

3. การทดลอง

การทดลองในครั้งนี้เริ่มต้นจากการทดลองโดยการออกแบบลายวงจรมอเตอร์ของเครื่องและทำการขึ้นลายวงจรมอเตอร์ขึ้นงานจริงและทำเก็บข้อมูลในการฉายแสงและการเข้าแผ่นวงจรมอเตอร์ไปด้วยโดยใช้การตั้งเวลาตามที่ต้องการโดยผ่านการควบคุมสั่งงานด้วยระบบ Manual คือการต่อระบบของเครื่องโดยที่ไม่ได้ผ่านการควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1 ขั้นตอนการทดลอง

3.1.1 ทำการตัดแผ่นทรายฟิล์ม (Dry film) ให้ใหญ่กว่าแผ่นลายวงจรถูกเล็กน้อย

3.1.2 นำทรายฟิล์มแปะกับแผ่นวงจรมอเตอร์

3.1.3 นำแผ่นทรายฟิล์มที่แปะกับแผ่นวงจรมอเตอร์ นำเข้าเครื่องเคลือบทรายฟิล์ม

3.1.4 นำแผ่นใสอาร์ตเวิร์คแปะเข้ากับตัวทรายฟิล์มที่ทำการเข้าเครื่องเคลือบแล้ว

3.1.5 นำแผ่นใสอาร์ตเวิร์คแปะเข้ากับตัวทรายฟิล์มที่ทำการเข้าเครื่องเคลือบแล้ววางเข้ากับเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 10 นาทีถ้าเวลาครบแล้วเครื่องจะมีเสียง

3.1.6 นำแผ่นวงจรมอเตอร์ที่ฉายแสงเสร็จแล้วนำลงไปแช่น้ำที่ผสมโซเดียมคาร์บอเนต 10 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ไว้พร้อมกับขัดให้แผ่นทรายฟิล์มส่วนที่ไม่ต้องการให้หลุดออกจากแผ่นวงจรมอเตอร์

3.1.7 แผ่นลายวงจรมอเตอร์ที่ทำการขัดแล้วนำมาใส่กล่องที่ผสมน้ำยากัดแผ่นวงจรมอเตอร์แล้วนำวางเข้าเครื่องเย็บ

3.1.8 ทำการเลือกเวลาที่จะต้องการใช้เย็บ

3.1.9 แผ่นวงจรมอเตอร์นำมาล้างน้ำเปล่าแล้วแช่โซเดียมอีกครั้งเพื่อขัดทรายฟิล์ม (Dry film) ออก

3.1.10 นำแผ่นวงจรมอเตอร์ที่ทำเสร็จทุกขั้นตอนที่กล่าวมาเอามาทาน้ำยาเคลือบเพื่อทำให้แผ่นลายวงจรมอเตอร์มีความสวยงาม

3.2 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลจากการทดลองนี้การใช้ระยะเวลาในการเย็บจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำยาที่ใช้ในการกัดแผ่นวงจรมอเตอร์ถ้าคุณภาพน้ำยาดีไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนระยะเวลาในการกัดจะลดลง

4. สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

4.1.1 เครื่องฉายแสง จากการทดลองฉายแสง โดยใช้เวลา 15,20,25 นาที สีของตราฟิล์มมีความเข้มชัดเจนแต่เวลาทำการชัตตราฟิล์มออกหลังจากเขย่า ใช้เวลานานชัตออกได้ยาก เมื่อทดลองฉายแสงเป็นเวลา 3 และ 5 นาทีสีของตราฟิล์มที่ได้ไม่เข้มพอ เมื่อทดลองใช้เวลา 10 นาที มีความเหมาะสมไม่นานจนเกินไป ความเข้มของลายวงจรที่เคลือบตราฟิล์มมีความคมชัดสามารถชัตออกได้ง่าย เป็นที่น่าพึงพอใจ

4.1.2 เครื่องเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์ สามารถตั้งเวลาในการเขย่าได้ 1 – 99 นาที จากการทดลองแต่ละครั้ง เวลาที่ใช้ในการทดลองจะอยู่ที่ประมาณ 22 – 48 นาที ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำยาและความเก่าใหม่ของน้ำยาที่ใช้

4.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

4.2.1 ปัญหาจากการเคลือบตราฟิล์ม ในขั้นตอนการเคลือบตราฟิล์มนั้น เมื่อใส่แผ่นวงจรพิมพ์พร้อมแผ่นตราฟิล์มเข้าเครื่องเคลือบเมื่อแผ่นวงจรพิมพ์ออกมาจะมีอากาศและผลที่แผ่นของตราฟิล์ม ทำให้ลายวงจรไม่ครบและขาดหาย

4.2.2 ปัญหาจากการติดแผ่นอาร์ตเวิร์ค แผ่นอาร์ตเวิร์คที่ถ่ายเอกสารเป็นแผ่นใสมานั้นความดำของพื้นที่ ที่เราไม่ต้องการให้โดนแสงนั้นไม่เข้มพอทำให้แสงทะลุผ่าน ทำให้แผ่นตราฟิล์มนั้นมีความเข้มล้างออกยาก และถ้าล้างไม่ออกทำให้น้ำยาไม่กัดทองแดงในขั้นตอนการเขย่า เมื่อทำการช้อนตราฟิล์ม 2 แผ่นเพื่อเพิ่มความเข้มไม่ให้แสงฉายผ่าน พบปัญหาเรื่องขอบลายเส้นไม่ชัด เบลอ เนื่องจากการประกบแผ่นอาร์ตเวิร์คทั้ง 2 แผ่นไม่ตรงกัน หรือมีการคลาดเคลื่อนขณะกำลังฉายแสง

4.2.3 ปัญหาจากสวิทช์แม่เหล็กของเครื่องฉายแสง เนื่องจากแม่เหล็กที่นำมาใช้ อำนาจแม่เหล็กไม่เพียงพอ ทำให้เวลาปิดฝาแล้วเครื่องไม่ทำงานแก้ไขด้วยการเปลี่ยนแม่เหล็กใหม่

4.2.4 ปัญหาจากสวิทช์ปุ่มกดเครื่องเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์ เนื่องจากสวิทช์ที่เลือกใช้งานหน้าสัมผัสมีการคลาดเคลื่อนเวลากด ทำให้การกดแต่ละครั้งตัวเลขอาจคลาดเคลื่อน สวิทช์เปราะบางแตกได้ง่ายเวลาประกอบ

4.2.5 ปัญหาจากแท่นเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์ เนื่องจากแท่นเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์เป็นแผ่นอะคริลิค เวลาเครื่องทำงาน ทำให้ภาชนะใส่แผ่นวงจรพิมพ์เคลื่อนที่ตามแรงเขย่า จึงได้แก้ไขด้วยการเสริมแผ่นโฟมกันสั่น

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ควรเพิ่มขนาดโครงสร้างอุปกรณ์ของเครื่องฉายแสง ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถฉายแสงขึ้นงานได้เยอะขึ้น

5.2 มอเตอร์เครื่องเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์ ควรทำให้สามารถปรับความเร็วรอบได้

5.3 ควรเลือกใช้สวิทช์ที่มีความแม่นยำต่อการกดแต่ละครั้งเพื่อง่ายต่อการเลือกตั้งค่า

6. แนวทางการพัฒนา

การออกแบบโครงสร้างครุรวม เครื่องฉายแสง และเครื่องเขย่าแผ่นวงจรพิมพ์ ให้อยู่ในเครื่องเดียวกันเพื่อง่ายต่อการใช้งานและการขนย้าย