

## แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรล

นายสมัช คนนาคู  
นายสยามินทร์ บุญสมร  
นายอุดมศักดิ์ มาตราข

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ( เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรลมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานระบบดิจิทัลในการควบคุมแรงดันเอาต์พุตพร้อมทั้งออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงสามารถปรับแรงดันแบบดิจิทัลระหว่าง 0 – 30 โวลต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ IC PIC16F877A เป็นตัวประมวลผลจากการป้อนค่าสวิทซ์ตัวเลขคีย์แพดแล้วส่งสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรม 3 สายไปยัง IC MCP41010 ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวต้านทานปรับค่าได้ตั้งแต่ 0 – 255 ระดับสัญญาณดิจิทัล ด้วยแรงดันที่ควบคุมใช้งานมีขนาดไม่เกิน 5 โวลต์ จึงจำเป็นต้องต่อวงจรขยายแรงดันด้วยออปแอมป์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อไปควบคุมวงจรเร็กกูเลเตอร์แล้วส่งไปยังเอาต์พุตต่อไป ในการทดลองทั้งหมด 30 ค่า ผลปรากฏว่าแรงดันเอาต์พุตที่ออกจากการป้อนตัวเลขผ่านคีย์แพดมีความถูกต้อง 99 % จาก 150 ครั้งในกรณีไม่ต่อโหลด แต่ในกรณีทดสอบประสิทธิภาพโดยการต่อโหลดขนาด 30 โอห์ม 10 วัตต์ จะพบว่าแรงดันที่ได้จะตกลงอันเนื่องมาจากการเลือกให้หม้อแปลงมีขนาดพิถีพิถันไม่เพียงพอ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่ากระแสสามารถใช้ได้สูงสุดคือ 300 มิลลิแอมป์

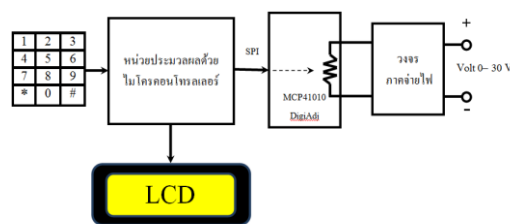
### 1. บทนำ

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการสร้างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงในรูปแบบต่างๆมากมาย แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแหล่งจ่ายที่มีค่าคงที่และการปรับเลือกค่าด้วยการใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ซึ่งทำให้เสียเวลาในการปรับเลือกค่าและค่าที่ได้ไม่แน่นอนดังนั้นกลุ่มผู้จัดทำจึงได้มองเห็นปัญหาและมีแนวคิดที่จะสร้างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรลด้วยโปรแกรม ที่มีขนาดกะทัดรัดเพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย รวดเร็วในการใช้งานด้านการทดลองในการเรียนการสอนและงานอื่นๆ

### 2. โครงสร้างของระบบ

การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงานของงานวิจัย แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้

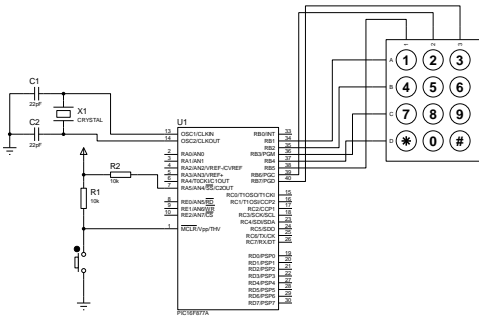
0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรล ทางผู้วิจัยได้แบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ 1 ส่วนของฮาร์ดแวร์ 2 ส่วนของซอฟต์แวร์



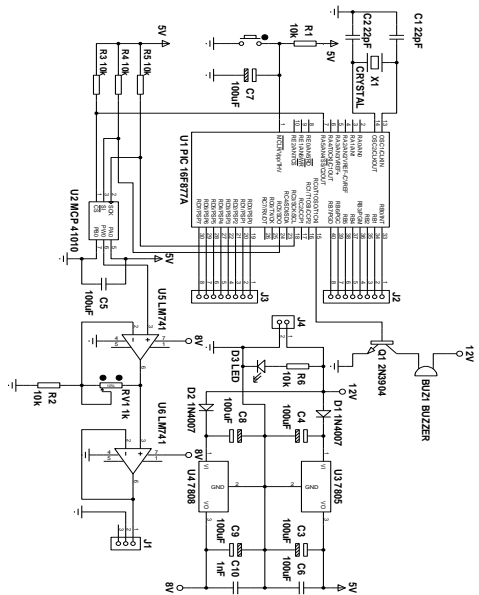
รูปที่ 2.1บล็อกไดอะแกรม

หลักการทำงานของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรลใช้การส่งข้อมูลผ่านเป็นคีย์แพดส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลแสดงผลออกจอแอลซีดี และในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

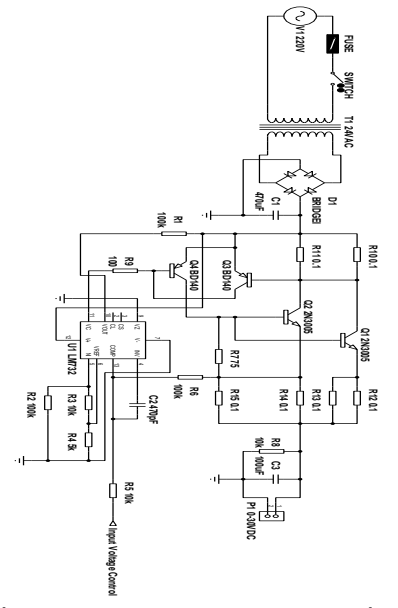
ได้มีการส่งชุดคำสั่งไปยังชุดควบคุมเพื่อให้ไปควบคุมการทำงานของวงจรแล้วส่งต่อไปยังเอาท์พุท



รูปที่ 2.2 วงจรแบบสวิตช์หรือเมตริกซ์หรือคีย์แพด 4 x 3 จุดของ PIC16F877A



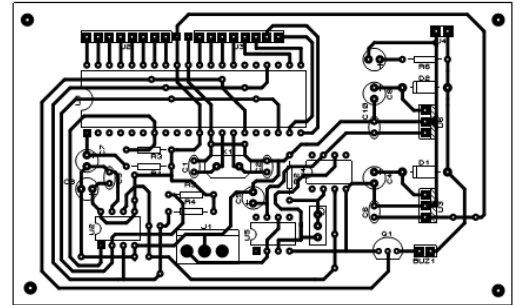
รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อภายในของวงจรชุดคำสั่ง



รูปที่ 2.4 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายและการเชื่อมต่อภายในของวงจรควบคุม

จากรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อของตัวอุปกรณ์ภายในวงจรควบคุมของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 - 30 โวลต์แบบดิจิทัลคอนโทรล โดยมีคีย์แพดเป็นตัวเชื่อมต่อกับ IC PIC 16F877A เพื่อส่งข้อมูล IC PIC 16F877A ทำหน้าที่ส่งชุดคำสั่งไปยัง IC MCP 41010 ซึ่งทำหน้าที่เหมือนตัวต้านทานปรับค่าได้ของวงจรรีเลย์กลเตอร์ แล้วส่งต่อไปยังเอาท์พุทต่อไป

2.1 การออกแบบลายพิมพ์วงจร  
เมื่อได้ออกแบบวงจรชุดควบคุมเรียบร้อยแล้วจึงทำการออกแบบลายพิมพ์วงจร  
ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 2.5 MCU วงจรควบคุมเพาเวอร์ซัพพลาย



ตารางที่ 3.1(ต่อ) แสดงผลการทดลองแหล่งจ่ายไฟ กระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิตอล คอนโทรล

แรงดันที่ตั้ง	แรงดันเอาต์พุต ไม่มีการต่อกับโหลด					ค่าเฉลี่ย	ค่าความผิดพลาด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
14	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	2.8%
15	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	1.3%
16	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	0.6%
17	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	1.7%
18	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	0.5%
19	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	1.5%
20	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	0.5%
21	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	1.9%
22	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	0.9%
23	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	0%
24	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	0.8%
25	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	0%
26	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	0.7%
27	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1	27.1	0.3%
28	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	1%
29	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	0%
30	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	0.3%

จากผลการทดลองในตารางที่ 3.1

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า โวลต์เอาต์พุตที่ออกไม่ได้ตามที่เรที่ตั้งไว้เกิดจากโปรแกรมที่เราตั้งไว้แล้วนำไปควบคุมการทำงานของวงจรยังต้องมีการปรับปรุงอีกเพื่อให้ได้ค่าตามที่เรที่ตั้งไว้

สูตรการคำนวณหาค่าความผิดพลาดใช้หาค่าความผิดพลาดในตารางที่ 3.1

โดย  $\%error = 100\% - \%accuracy$

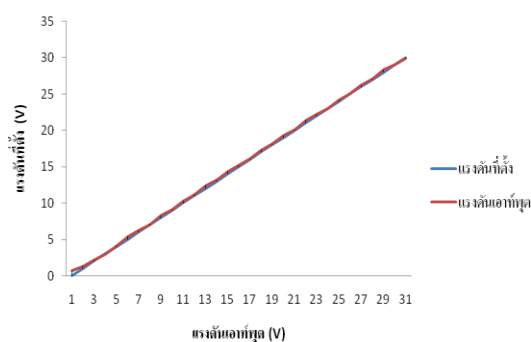
หรือ  $\%error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$

เมื่อ  $e$  = ค่าความผิดพลาดของเครื่องวัด

$Y_n$  = ค่าที่แท้จริงของการวัด

$X_n$  = ค่าที่อ่านได้จากการวัด

กราฟความสั่นหวั่นของแรงดัน



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงแรงดันอินพุตที่ติดตั้งกับแรงดันเอาต์พุตที่ออก

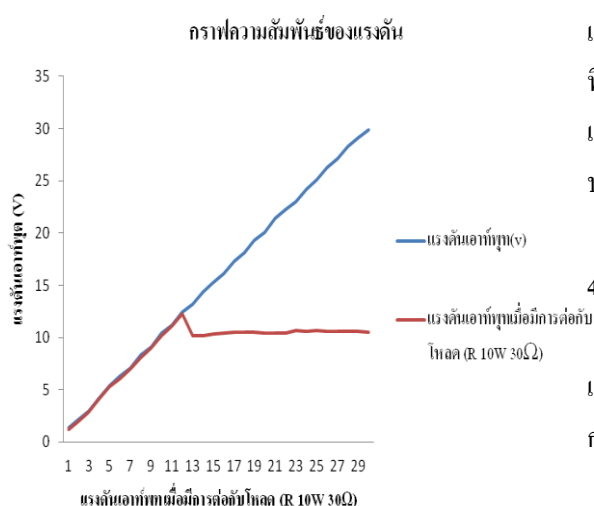
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบแรงดันกับกระแสเมื่อมีการต่อโหลด

แรงดันเอาต์พุต ขั้วหลาย (V)	แรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการต่อกับโหลด (R 10W 30Ω)	
	แรงดันเอาต์พุตเมื่อต่อกับโหลด (V)	กระแสเอาต์พุตเมื่อต่อกับโหลด (mA)
1.4	1.2	37
2.2	2	61
3.0	2.9	85
4.2	4.1	122
5.4	5.3	158
6.3	6.1	181
7.1	7.0	210
8.3	8.1	240
9.1	9.0	270
10.4	10.2	310
11.2	11.1	310
12.4	12.3	310
13.2	10.2	310
14.4	10.2	310
15.3	10.3	310

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ตารางแสดงการเปรียบเทียบแรงดันกับกระแสเมื่อมีการต่อโหลด

แรงดันเพาเวอร์ ขาพลาซ (V)	แรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการต่อกับโหลด (R 10W 30Ω)	
	แรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการต่อกับโหลด (V)	แรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการต่อกับโหลด (V)
16.1	10.4	310
17.3	10.5	310
18.1	10.5	320
19.3	10.5	320
20.1	10.4	310
21.4	10.4	310
22.2	10.4	310
23.0	10.7	320
24.2	10.6	320
25.1	10.7	320
26.3	10.6	320
27.1	10.6	320
28.3	10.6	320
29.1	10.6	320
29.9	10.5	320

จากตารางสรุปได้ว่ากระแสสูงสุดอยู่ที่ 320 mA กระแสไม่เพียงพอจึงทำให้แรงดันตกลงสาเหตุที่ได้กระแสไม่เต็มเนื่องจากประสิทธิภาพของหม้อแปลงไม่เพียงพอที่จะใช้ในวงจรนี้และส่วนหนึ่งได้นำไปใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงแรงดันอินพุตกับแรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการต่อกับโหลด (R 10W 30Ω)

## สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยเรื่องแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 โวลต์ แบบดิจิทัลคอนโทรลเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 0 – 30 โวลต์ ด้วยวิธีการโปรแกรมให้ได้กระแสตามความต้องการ เดิมที่เป็นแบบอนาล็อกแต่ทางคณะผู้จัดทำต้องการพัฒนาจากรูปแบบอนาล็อกเป็นแบบดิจิทัลให้มีการปรับเข้ากับเทคโนโลยี

## 4. สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดลองได้มีการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือภาคเพาเวอร์และภาคคอนโทรลและมีการซิมูเลชันโดยใช้โปรแกรมโพทิสมีผลการซิมูออกมาได้ถูกต้องตามที่โปรแกรมไว้ ส่วนในทางปฏิบัติมีการทดสอบของภาคเพาเวอร์โดยมีการต่อตัวต้านทานปรับค่าได้และทำการปรับค่าแรงดันตั้งแต่ 0 – 30 โวลต์ได้ตามแผนที่ตั้งไว้และได้นำภาคคอนโทรลนำมาควบคุมโดยการโปรแกรมในลักษณะโวลต์ต่อโวลต์ และได้มีการศึกษาโปรแกรมเพื่อให้ได้โวลต์ตามที่ต้องการ

จากการทดลองพบว่าได้พบปัญหาที่เกิดขึ้น คือ แหล่งจ่ายไฟไม่สามารถปรับค่าได้ตามที่ตั้งไว้คือ 0 – 30 โวลต์ เนื่องจากในเชิงปฏิบัติแรงดันเอาต์พุตที่ได้ของหม้อแปลงไม่พอ จึงทำให้ประสิทธิภาพที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

### 4.1 ปัญหาและอุปสรรค

1 การทดลองในโปรแกรมมีผลการซิมูเลชันเป็นไปตามการทดลองแต่กับชิ้นงานไม่เป็นไปตามการทดลอง

2 ถ้าปรับแรงดันไฟเกิน 30V ทำให้ไอซี เบอร์ LM723CN เสียหายได้

3 โปรแกรมที่ใช้ในวงจรยังได้ผลยังไม่ได้ตรงกับค่าที่ตั้งไว้

#### 4.2 ข้อเสนอแนะ

- 1 ควรเปลี่ยนหม้อแปลงให้ขนาด VA มากขึ้น
- 2 ลายวงจรควรจะมีเส้นทางแดงใหญ่กว่าเดิม
- 3 สายไฟที่ใช้ควรจะมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม

#### 4.3 แนวทางการพัฒนา

- 1 หม้อแปลงควรจะเป็นแบบสวิตซ์ชิ่ง
- 2 ควรจะมีการวัดและปรับค่ากระแสได้ด้วย
- 3 ทำสวิตฟแรงดันได้ระดับแรงดันได้