บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

จากบทที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงเนื้อหาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องไปแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบวงจรต่างๆที่ใช้ในอินเวอร์เตอร์โดยแบ่งส่วนของวงจรออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของวงจรกำลังและส่วนของวงจรควบคุม

3.1 แผนการดำเนินงาน

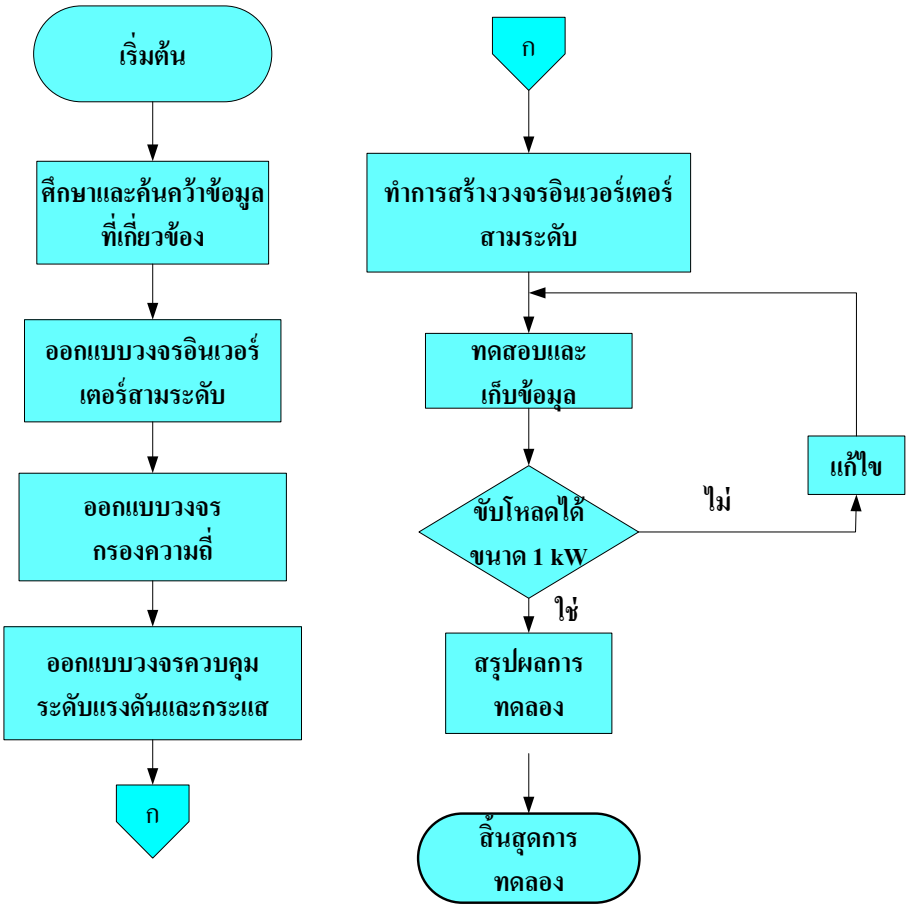
การดำเนินงานของโครงการ โดยมีแผนการดำเนินงานของโครงการ ประกอบด้วยการศึกษาและจัดเตรียมข้อมูล คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ออกแบบโครงสร้าง จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ตามที่ออกแบบ ประกอบโครงสร้างตามการออกแบบ ทดสอบหาประสิทธิภาพในการทำงาน วิเคราะห์ผลการทดลอง แก้ไขข้อบกพร่อง บันทึกผลการทดลอง และตรวจทานแก้ไขรูปเล่ม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ

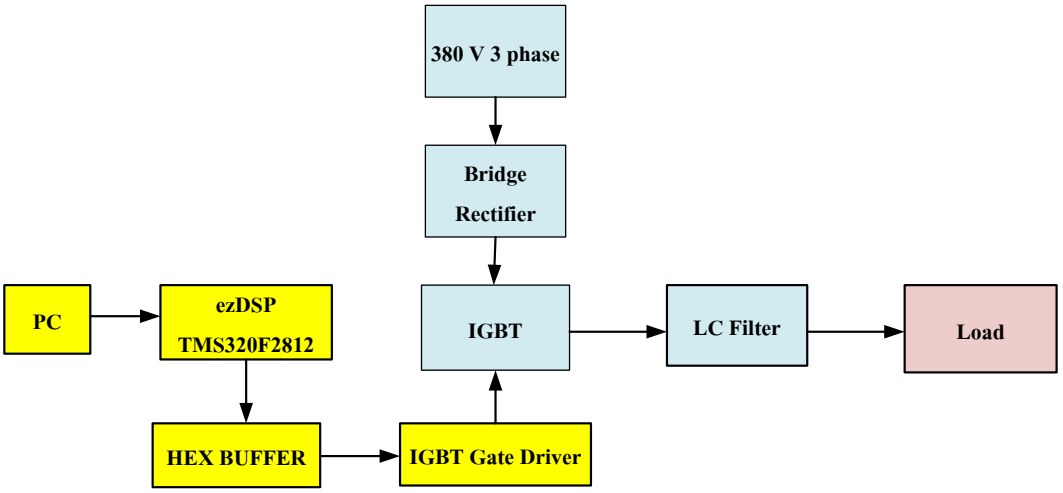
ลำดับที่	กิจกรรม	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค.	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ
1	หาหัวข้อทำโครงงาน									
2	ศึกษาความเป็นไปได้									
3	ศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้อง									
4	เตรียมตัวเสนอรายงาน									
5	ศึกษางานจริงและจัดเตรียมอุปกรณ์									
6	เริ่มทำโครงงาน									
7	ทดสอบ									
8	สรุปผลและเรียบเรียงรายงาน									

แสดงแผนการดำเนินงาน แสดงการดำเนินงานจริง

ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

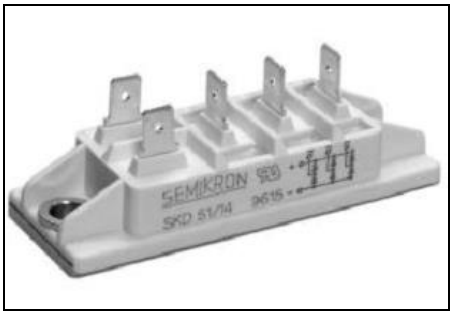


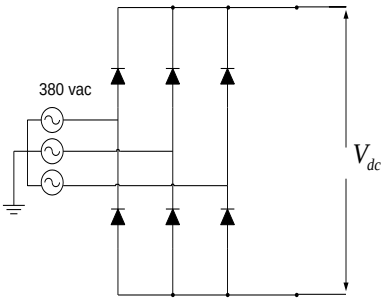
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของอินเวอร์เตอร์สามระดับ

3.2 การออกแบบส่วนของวงจรกำลัง

3.2.1 วงจรเรียงกระแส (rectifier)

วงจรเรกติไฟเออร์หรือวงจรเรียงกระแส ดังรูปที่ 3.3 ทำหน้าที่แปลงผันหรือเปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงวงจรประกอบด้วยเพาเวอร์ไดโอด 6 ตัว สำหรับอินเวอร์เตอร์สามระดับจะใช้ ไดโอดทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ซึ่งทำให้สามารถควบคุมระดับแรงดันในวงจรดีซีลิงค์ได้โดยแรงดันที่ผ่านวงจรเรกติไฟเออร์หาได้จากสมการดังนี้



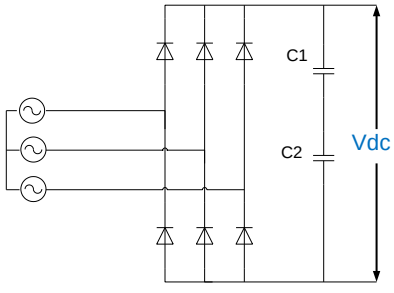


$$Vdc = \sqrt{2} \times 380 = 537V$$

รูปที่ 3.3 วงจรภาคจ่ายไฟวงจรกำลัง

3.2.2 ดีซีลิงค์ (DC Link)

ดีซีลิงค์ (DC Link) หรือวงจรเชื่อมโยงทางดีซี ดังรูปที่ 3.4 คือวงจรเชื่อมโยงระหว่างวงจรเรียงกระแสและวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยคาปาซิเตอร์ที่มีขนาดใหญ่พิกัดแรงดันไฟฟ้า 800 VDC ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากวงจรเรียงกระแสเรกติไฟเออร์ให้เรียบยิ่งขึ้น และทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้า โดยแรงดันที่ออกจากดีซีลิงค์เพื่อจ่ายให้กับวงจรอินเวอร์เตอร์จะมี 3 ขั้ว คือ + Vdc , -Vdc และ Vdc/2



รูปที่ 3.4 ดีซีลิงค์ (DC Link)

สำหรับการกำหนดค่าของตัวเก็บประจุมีการคำนวณตามสูตรดังนี้

$$V_{ripple,p-p} = V_{peak} \times 0.05 \quad (3.1)$$

$$= 537 \times 0.05$$

$$= 26.85 \ V$$

ประจุไฟฟ้าที่คายจากตัวเก็บประจุในช่วงเวลา $t = \frac{t_{rate}}{6}$

$$I_{dc} = \frac{P}{V_{dc}} = \frac{1000}{537} = 1.86 \ A$$

$$t = \frac{1}{50 \times 6} = 3.333 \ ms$$

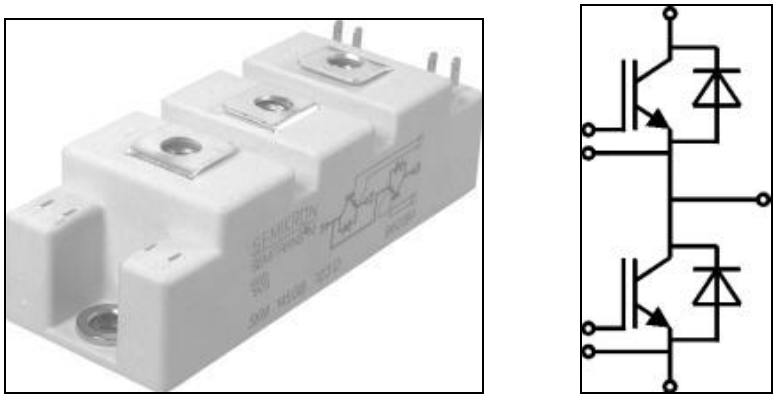
$$C = \frac{I_{dc} \times t}{V_{ripple}} = \frac{1.86 \times 3.333 \times 10^{-3}}{26.85} = 240 \ \mu F$$

เพราะฉะนั้นจึงเลือก คาปาซิสเตอร์ ขนาด 2200 μF 450 V 2 ตัว ต่ออนุกรมกันได้ค่าความจุ 1100 μF เพื่อทำให้แรงดันเรียบขึ้น

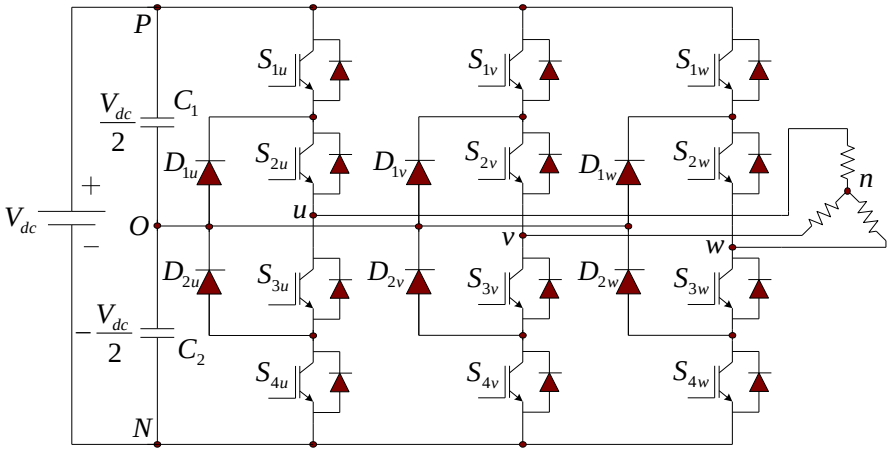
3.2.3 วงจรอินเวอร์เตอร์ (Equivalent Inverter)

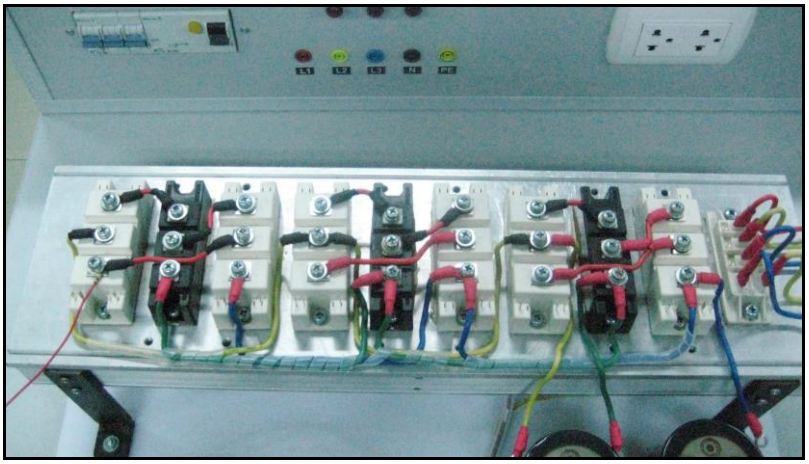
วงจรอินเวอร์เตอร์ คือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงผันจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ผ่านการกรองจากวงจรดีซีลิ๊งค์เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับวงจรจะประกอบด้วยเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์กำลัง 6 ชุด ซึ่งในที่นี้จะใช้ IGBT ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยอาศัยเทคนิคที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ PWM (Pulse Width Modulation) เนื่องจากไอจีบีทีมีข้อดีในด้านความเร็วในการสวิตซ์ที่สูงเกือบเท่ามอสเฟตและมีแรงดันตกคร่อมขณะนำกระแสที่ต่ำเหมือนกับทรานซิสเตอร์ ทำให้สามารถขับไอจีบีทีที่ความถี่สูงและเกิดความร้อนน้อยในการใช้งานเนื่องมาจากกำลังการสูญเสียที่ตกคร่อมบนตัวไอจีบีทีมีค่าต่ำ

ในส่วนของวงจรที่แปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระสลับนั้นใช้อุปกรณ์สวิตชิ่งซึ่งในวงจรนี้เลือกใช้ไอจีบีทีโมดูลของเซมิครอน SKM75GB063D มีขนาด 600 V, 50 A เป็นอุปกรณ์สวิตชิ่งซึ่งไอจีบีทีซึ่งใช้ 6 ตัว โดยในหนึ่งโมดูลนั้นประกอบด้วยไอจีบีที 2ตัว ดังนั้นในวงจรจึงมีไอจีบีทีทั้งหมด 12 ตัวดังรูปที่ 3.6 ซึ่งมีในแต่ละตัวฟรีวีลลิ่งไดโอดประกอบอยู่ในตัวแล้วดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SKM75GB063D





รูปที่ 3.6 วงจรอินเวอร์เตอร์

3.2.4 วงจรกรองสัญญาณ (LC filter)

3.2.4.1 การคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุที่ใช้เก็บพลังงาน

เนื่องจากตัวเก็บประจุเป็นที่เก็บพลังงานที่มีความจำกัด ดังนั้นจึงต้องกำหนดขอบเขตความสามารถในการชดเชยแรงดันแต่ก็ยังต้องมีข้อกำหนดอื่นๆร่วมด้วยซึ่งข้อกำหนดทั้งหมดในการออกแบบขนาดของตัวเก็บประจุมีดังนี้

สามารถชดเชยแรงดันตกชั่วขณะได้สูงสุดเท่ากับ 110 V (50% ของแรงดันปกติ)ที่กระแส 5 A ตัวประกอบกำลังเท่ากับ 1 (Unity) และเป็นการชดเชยแรงดันตกชั่วขณะแบบปกติ กรณีชดเชยตรงเฟสกับแรงดันตกชั่วขณะซึ่งเป็นกรณีที่ใช้กำลังจริงมากที่สุด เป็นระยะเวลา 0.1 วินาที โดยมีแรงดันที่บัสไฟตรงมีค่าเท่ากับ 600 V เนื่องจากขณะทำการชดเชยแรงดันตกชั่วขณะแรงดันที่บัสไฟตรงจะมีค่าลดลงเรื่อยๆจึงต้องกำหนดค่าแรงดันต่ำสุดที่บัสไฟตรงที่สามารถสร้างแรงดันชดเชยได้อย่างสมบูรณ์ โดยพิจารณาแรงดันสูงสุดที่ต้องการชดเชยได้นั้นคือ 110 V ซึ่งมีค่ายอดแรงดันเท่ากับ 156 V และเผื่อค่าแรงดันที่ลดลงเนื่องจากความสูญเสียต่างๆในระบบ ดังนั้นจึงกำหนดให้แรงดันต่ำสุดที่บัสไฟตรงมีค่าเท่ากับ 200 V จากข้อกำหนดข้างต้นสามารถหาขนาดตัวเก็บประจุได้จากสมการที่ 3.2

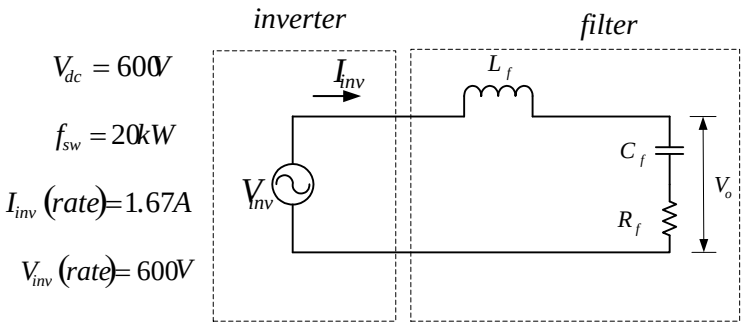
$$C_{bus} = \frac{2V_{com(\max)}I_{com(\max)}t_{com(\max)}}{(V^2_{bus(\max)} - V^2_{bus(\min)})} \tag{3.2}$$

ดังนั้นเราจะทำการคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุที่ใช้เก็บพลังงานได้ดังนี้

$$C_{bus} = \frac{2\times110\times5\times0.1}{(600^2 - 200^2)} = 343\mu F \tag{3.3}$$

3.2.4.2 การออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เนื่องจากแรงดันที่อินเวอร์เตอร์สร้างไม่เป็นรูปคลื่นไซน์ดังนั้นจึงจำเป็นต้องต่อวงจรกรองที่ด้านออกของอินเวอร์เตอร์เพื่อกรองความถี่ที่ไม่ต้องการไม่ให้เข้าไปในระบบไฟฟ้ามากเกินไป โดยในการออกแบบจะละเลยผลกระทบของโหลดและแรงดันในระบบไฟฟ้าเพื่อให้ง่ายในการออกแบบและสามารถเขียนวงจรสมมูลได้ดังรูปที่ 3.7 ซึ่งการออกแบบมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3.7 วงจรสมมูลของวงจรกรองที่ใช้ในการออกแบบ

กำหนดให้แรงดันความถี่หลักมูลที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำของวงจรกรองมีค่าไม่เกิน 5% ของแรงดันในระบบไฟฟ้าปกติซึ่งเป็นข้อกำหนดในการเลือกตัวเหนี่ยวนำค่ามากที่สุดที่สามารถใช้งานได้สามารถหาได้จากสมการที่ 3.4

$$L \le \frac{0.05V_{normal}}{2\pi f I_{inv}} \tag{3.4}$$

$$\le \frac{0.05 \times 220}{2\pi \times 50 \times 1.67} = 20.96mH$$

กำหนดให้ค่ายอดของกระแสกระเพื่อมสูงสุดที่ผ่านวงจรกรองมีค่าไม่เกิน 15% ของพิกัดอินเวอร์เตอร์ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการเลือกตัวเหนี่ยวนำค่าน้อยที่สุดที่สามารถใช้งานได้สามารถหาได้จากสมการที่ 3.5 โดยพิจารณาจากแรงดันขณะที่วัฏจักรงาน (Duty cycle) 50% ซึ่งจะมีค่ายอดของกระแสกระเพื่อมสูงสุด

$$L \ge \frac{V_{Lf}}{2\Delta I_{inv} f_h} \tag{3.5}$$

$$\ge \frac{600}{2 \times 0.15 \times 1.67\sqrt{2} \times 20 \times 10^3} = 42.34mH$$

กำหนดค่ากระแสกระเพื่อมที่โหลดไม่ให้เกิน 5% ของกระแสกระเพื่อมที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุวงจรกรอง ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการเลือกตัวเก็บประจุค่าน้อยที่สุดที่สามารถใช้งานได้โดยพิจารณาการแบ่งไหลของกระแสกระเพื่อมจากอัตราส่วนของอิมพีแดนซ์ของตัวเก็บประจุกับโหลดโดยโหลดจะคิดที่กรณีที่แย่ที่สุดคือมีเพียงตัวต้านทานที่พิกัดเดียว สามารถหาได้จากสมการที่ 3.6

$$C = \frac{20}{2\pi f_h R_{rate}} \tag{3.6}$$

$$= \frac{20}{2\pi \times 20 \times 10^3 \times 1k\Omega} = 0.159\mu F$$

กำหนดค่า damping factor เท่ากับ 1 สามารถเขียนอัตราส่วนระหว่างแรงดันด้านออกกับแรงดันที่อินเวอร์เตอร์สร้างได้ดังสมการที่ 3.7

$$\frac{V_o}{V_{inv}} = \frac{C_f R_f s + 1}{C_f L_f s^2 + C_f R_f s + 1} \tag{3.7}$$

จากสมการที่ 3.7 สามารถหาค่า damping factor ได้ดังสมการที่ 3.8 เราจะใช้ค่าตัวเหนี่ยวนำจากสมการที่ 3.9

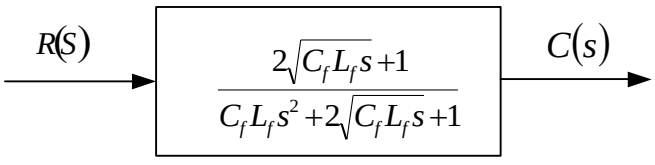
$$R_f = 2\sqrt{\frac{L_f}{C_f}} \quad = 2\sqrt{\frac{42.34mH}{0.159\mu F}} = 1.03k\Omega \tag{3.8}$$

$$\xi_f = \frac{R_f}{2}\sqrt{\frac{C_f}{L_f}} = \frac{1.03k\Omega}{2}\sqrt{\frac{0.159\mu F}{42.34mH}} = 263.83 \tag{3.9}$$

กำหนดการลดทอนแรงดันกระเพื่อมให้มีค่าไม่น้อยกว่า 15 เท่าที่ฮาร์มอนิก $20kH_z$ และเมื่อแทนค่า R_f สมการที่ 3.8 ลงในสมการที่ 3.7 จะได้สมการที่ 3.10

$$\frac{V_o}{V_{inv}} = \frac{2\sqrt{C_f L_f s} + 1}{C_f L_f s^2 + 2\sqrt{C_f L_f s} + 1} \tag{3.10}$$

เราจะได้บล็อกไดอะแกรมของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านเป็นแบบฟังก์ชันถ่ายโอนได้ดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 3.8 ฟังก์ชันการถ่ายโอนของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เราสามารถที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้โดยจะทำการกำหนดค่าตัวเก็บประจุให้เท่ากับ $0.159\mu F$ ความถี่ที่ใช้ในการคัตออฟเท่ากับ $50Hz$ และค่าอัตราการหน่วงเท่ากับ 263.83 และค่าตัวเหนี่ยวนำเท่ากับ $42.34mH$ ดังนั้นเราจึงนำค่าตัวแปรที่ได้นำมาคำนวณในฟังชันถ่ายโอนจะได้ค่าในฟังก์ชันเป็นดังนี้คือ

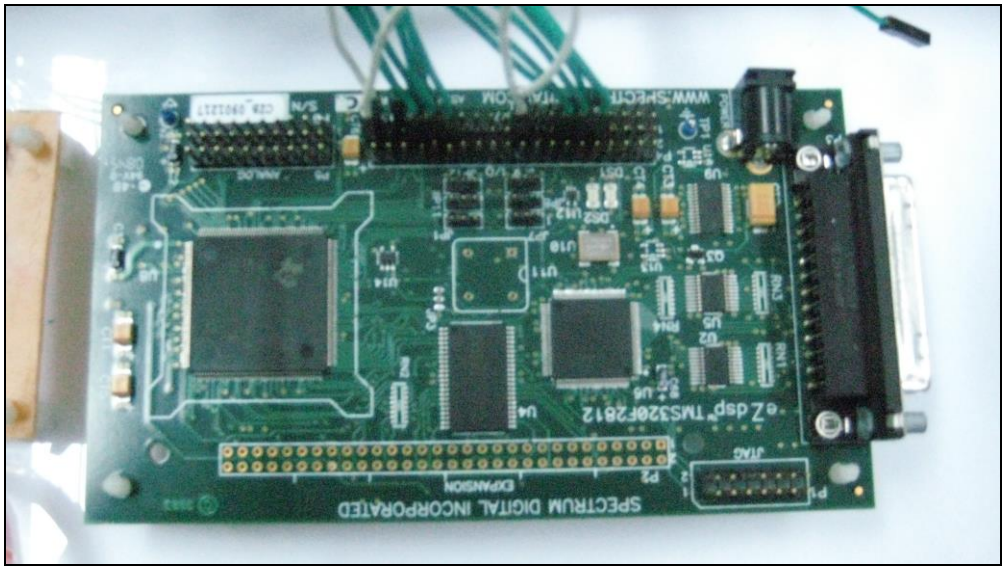
$$\frac{V_o}{V_{inv}} = \frac{2\sqrt{0.159\mu F \times 42.34mHs}+1}{(0.159\mu F \times 42.34mH)s^2 + 2\sqrt{(0.159\mu F \times 42.34mH)s}+1}$$

$$\therefore \quad \frac{V_o}{V_{inv}} = \frac{0.164\times10^{-3}s+1}{6.73\times10^{-9}s^2+0.164\times10^{-3}s+1}$$

$$Q_{factor} = \frac{1}{2\zeta} = \frac{1}{2\times263.83} = 1.895\times10^{-3} \ \ Var$$

3.3 การออกแบบส่วนของวงจรควบคุม

3.3.1 ตัวประมวลเชิงดิจิตอลเบอร์ TMS320F2812



รูปที่ 3.9 ตัวประมวลเชิงดิจิตอลเบอร์ TMS320F2812

3.3.2 สถาปัตยกรรมของ TMS320F2812

ตัวประมวลสัญญาณดิจิตอลเบอร์ TMS320F2812 ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเทคซัสอินสตรูเมนท์ (Texas Instrument) ซึ่งเป็นตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DSP Controller) ที่เหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์โดยเฉพาะเนื่องจากโครงสร้างภายในมีความอ่อนตัวเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์หลายชนิด เช่นมอเตอร์เหนี่ยวนำ, มอเตอร์กระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน, ซิงโครนัสมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรและรีแอคแตนซ์มอเตอร์เป็นต้นมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. สร้างโดยใช้เทคโนโลยี High-Performance Static CMOS มีความเร็วสัญญาณนาฬิกา 150MHz หรือ 6.67ns ต่อหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา

2. รองรับกับพอร์ต JTAG Boundary Scan

3. หน่วยประมวลผลกลางประสิทธิภาพสูงขนาด 32 บิต ใช้สถาปัตยกรรมแบบฮาวาร์ด (Harvard Bus Architecture) ปฏิบัติการแบบ 16 × 16 และ 32 × 32 มีกระบวนการตอบสนองอินเตอร์รัพท์ที่รวดเร็ว

4. คอมแพตติเบิลกับชุดคำสั่งของ DSP ตระกูล TMS320F24X/LF240X หน่วยความจำชนิด SARAM และ Flash ขนาด 128K× 16 บิต

5. มี Boot ROM ขนาด 4K× 16 ภายในบรรจุ Software Boot Modes และตารางคณิตศาสตร์

6. ตัวแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลความละเอียด 12 บิต จำนวน 16 ช่องสัญญาณอินพุทมีลักษณะเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ 2 ชุดๆ ละ 8 ช่องสัญญาณ มีตัวสุ่มและคงค่า (Sample-and-Hold) จำนวนสองชุด สามารถทำการแปลงสัญญาณเพียงช่องเดียวหรือทุกช่องพร้อมกันได้ ซึ่งใช้เวลาในการแปลงสัญญาณเพียง 80ns ต่อ 1 ครั้ง

7. ตัวสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) 12 ช่องสัญญาณ เรียกว่า Event Manager จำนวน 2 ชุด คือ EVA, EVB ดังตารางที่ 3.2

8. ตัวนับขนาด 32 บิต 3 ชุด

9. ตัวรับสัญญาณจากเอ็นโคดเดอร์ (Quadrature Encoder Pulse)

10. Enhance Controller Area Network (eCAN) Module

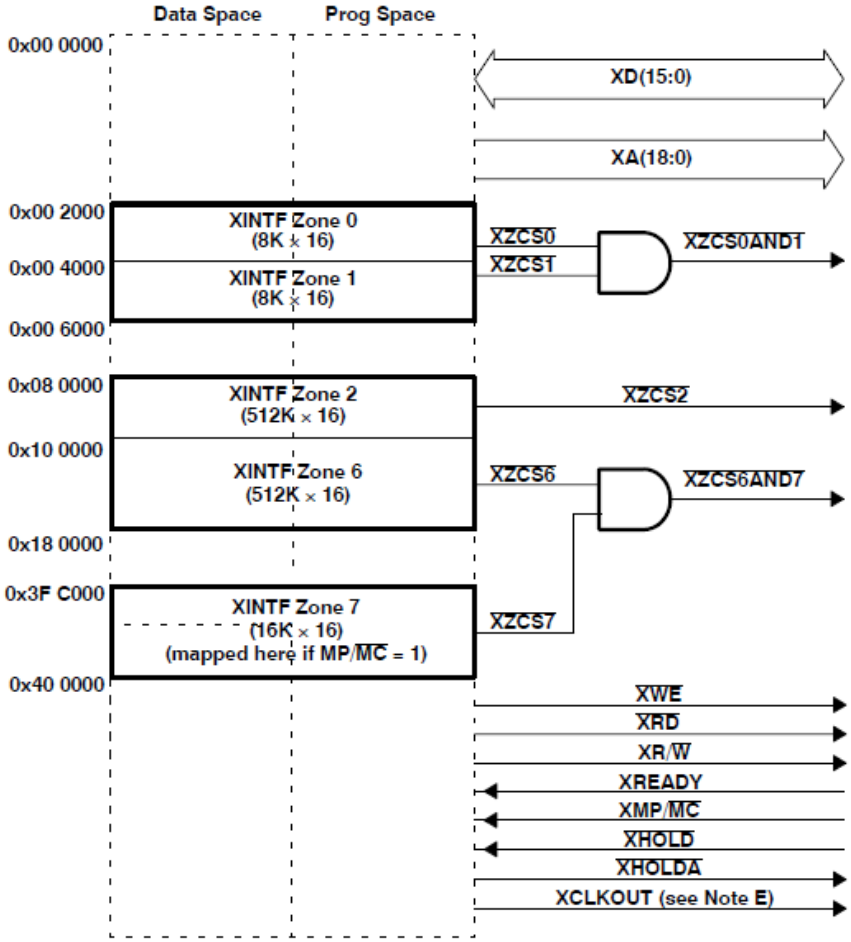
11. Multichannel Buffered Serial Port (McBSP) With SPI Mode

12. อินพุต/เอาต์พุท พอร์ต 56 ช่อง

13. ชุดติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม

14. รองรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากอุปกรณ์รอบข้างจำนวน 45 แหล่ง

15. สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ดังแสดงดังรูปที่ 3.10



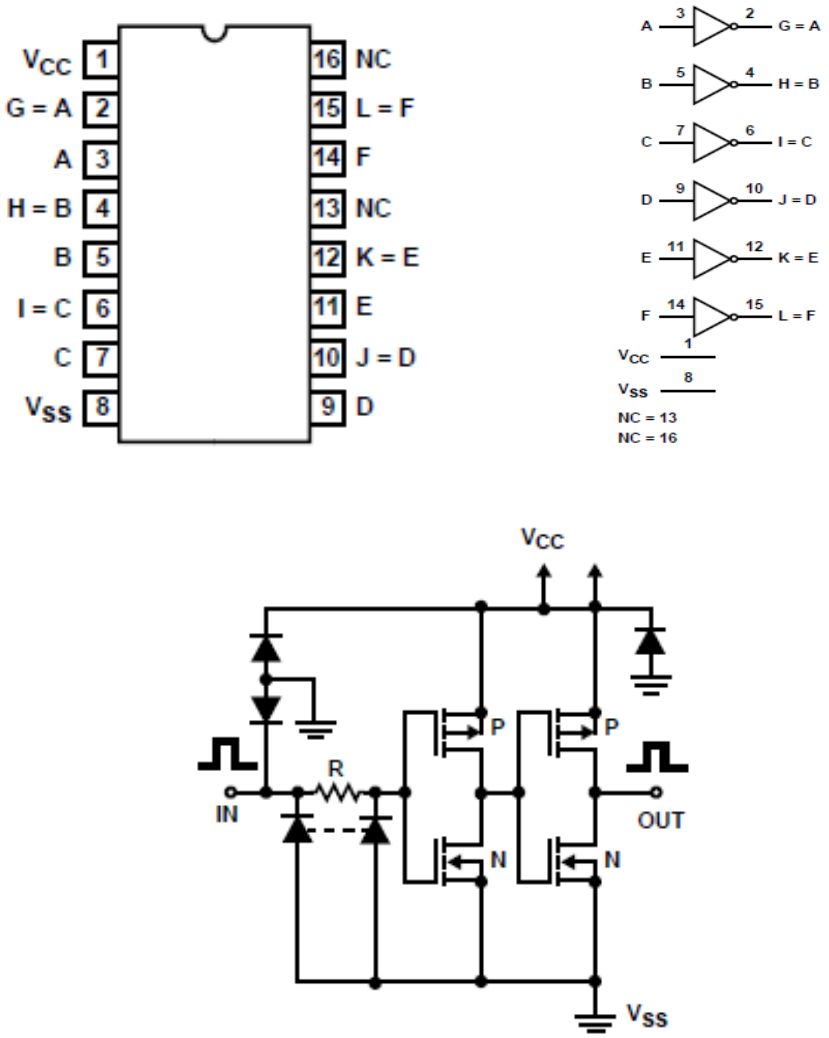
รูปที่ 3.10 บล็อกไดอะแกรมของการเชื่อมต่อกับภายนอก

ตารางที่ 3.2 ชื่อสัญญาณของ Event Manager A และ Event Manager B

EVENT MANAGER MODULES	EVA		EVB	
	MODULE	SIGNAL	MODULE	SIGNAL
GP Timers	GP Timer 1 GP Timer 2	T1PWM/T1CMP T2PWM/T2CMP	GP Timer 3 GP Timer 4	T3PWM/T3CMP T4PWM/T4CMP
Compare Units	Compare 1 Compare 2 Compare 3	PWM1/2 PWM3/4 PWM5/6	Compare 4 Compare 5 Compare 6	PWM7/8 PWM9/10 PWM11/12
Capture Units	Capture 1 Capture 2 Capture 3	CAP1 CAP2 CAP3	Capture 4 Capture 5 Capture 6	CAP4 CAP5 CAP6
QEP Channels	QEP1 QEP2 QEPI1	QEP1 QEP2	QEP3 QEP4 QEPI2	QEP3 QEP4
External Clock Inputs	Direction External Clock	TDIRA TCLKINA	Direction External Clock	TDIRB TCLKINB
External Trip Inputs	Compare	$\overline{\text{C1TRIP}}$ $\overline{\text{C2TRIP}}$ $\overline{\text{C3TRIP}}$	Compare	$\overline{\text{C4TRIP}}$ $\overline{\text{C5TRIP}}$ $\overline{\text{C6TRIP}}$
External Trip Inputs		$\overline{\text{T1CTRIP_PDPINTA}}$† $\overline{\text{T2CTRIP/EVASOC}}$		$\overline{\text{T3CTRIP_PDPINTB}}$† $\overline{\text{T4CTRIP/EVBSOC}}$

3.3.3 HEX BUFFER (OPEN DRAIN)

สัญญาณที่ออกจาก ezDSP TMS320F2812 มีแรงดันออก 3.3 V ซึ่งเมื่อจ่ายสัญญาณเข้าวงจรขับ เกต SKHI 22B ของ Semikron สัญญาณออกมาไม่สามารถนำไปขับขาเกตได้ จึงต้องใช้ CD4050B ดังแสดงดังรูปที่ 3.11 ช่วยในการเพิ่มสัญญาณด้านเข้า SKHI 22B ของ Semikron หลักการทำงานคือ เมื่อสัญญาณจาก DSP ส่งมาในสภาวะเป็นลอจิก 1 แรงดัน 3.3 โวลต์ สัญญาณที่ออกไปจาก CD4050B ก็จะมีค่า ประมาณ 5 โวลต์ และ ในสภาวะเป็นลอจิก 0 แรงดัน 0 โวลต์ สัญญาณที่ออกไปจาก CD4050B ก็จะมีค่า ประมาณ 0โวลต์ ซึ่งขึ้นอยู่กำลังอุณหภูมิในขณะนั้น และแรงดันที่ออกมาจาก DSP ด้วย อีกทั้งยังมีข้อดี คือยังเป็นบับเฟอร์ (BUFFER) ได้อีก



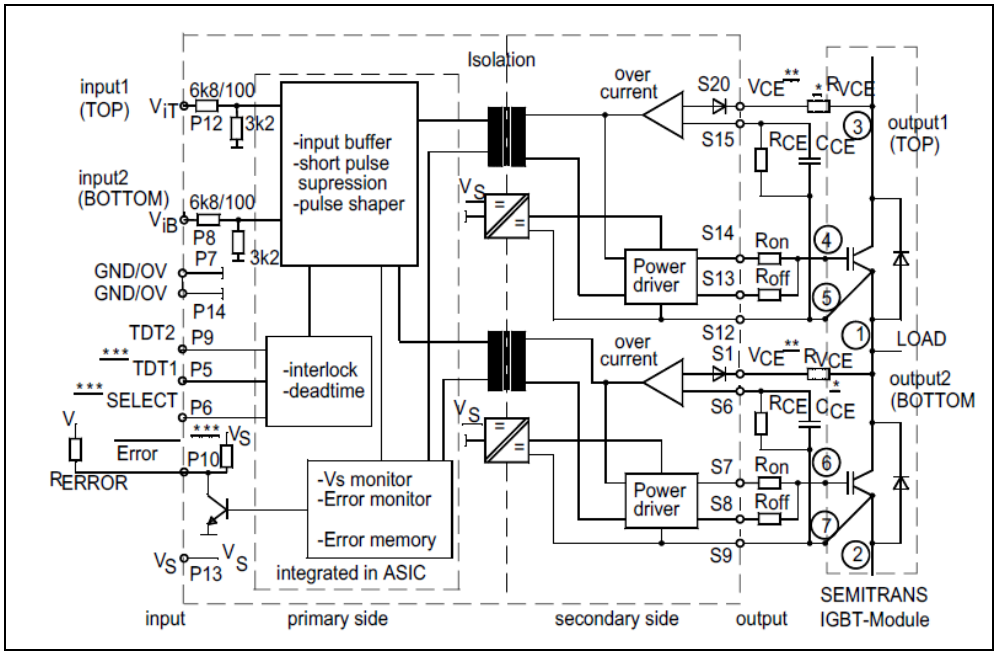
รูปที่ 3.11 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ CMOS Hex Buffer/Converters # CD4050B

3.3.4 วงจรขับเกตของไอจีบีที

ชุดขับเกตของวงจรไอจีบีทีทั้ง 12 ตัวนั้น ได้ใช้ชุดขับเกตของเซมิครอน (SKHI 22B) เป็นจำนวน 6 ชุดดังแสดงในรูปที่ 3.12 และโครงสร้างของชุดขับเกตไอจีบีทีแสดงดังรูปที่ 3.13 โดยที่ 1 ตัวสามารถขับเกตได้ 2 ตัว คู่บนและคู่ล่างดังแสดงในรูปบล็อกไดอะแกรม ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะของชุดขับเกตของไอจีบีทีมีลักษณะดังนี้

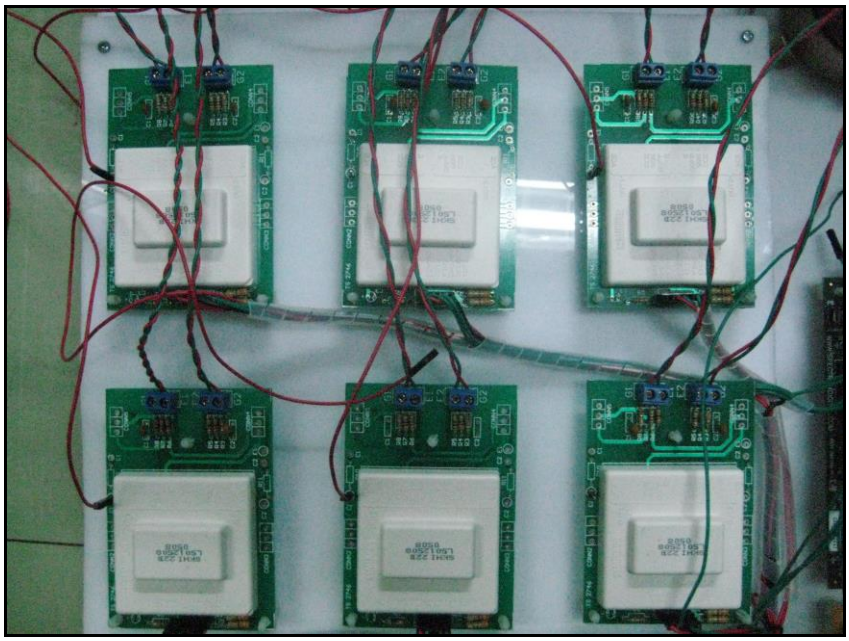
1. ป้องกันไอจีบีทีจากการลัดวงจร โดยวงแรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์และขาอีมิเตอร์ ซึ่งถ้าเกิดการลัดวงจรจะสั่งให้ไอจีบีทีเปิดวงจรออก
2. การขับจะอินเตอร์ล็อกระหว่างไอจีบีทีตัวบนและตัวล่าง
3. มีหม้อแปลงความถี่สูงแยกกราวน์ (Ground) ภายใน
4. สร้างเวลาหน่วง (Delay Time) ระหว่างไอจีบีทีตัวบนและตัวล่าง
5. รับสัญญาณขับเกตของไอจีบีที โดยจะปิดสวิตซ์ถ้าแรงดันจุดชนวนมากกว่า 12.9 โวลท์ (ไม่เกิน 15.6 โวลท์) และเปิดสวิตซ์ถ้าแรงดันจุดชนวนน้อยกว่า 2.1 โวลท์
6. แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง 15 โวลท์ บวกลบ 0.6 โวลท์
7. สามารถจ่ายกระแสได้ สูงสุด 8 A

รูปที่ 3.12 SKHI 22B



รูปที่ 3.13 โครงสร้างภายในของวงจรขับเกตของไอจีบีที

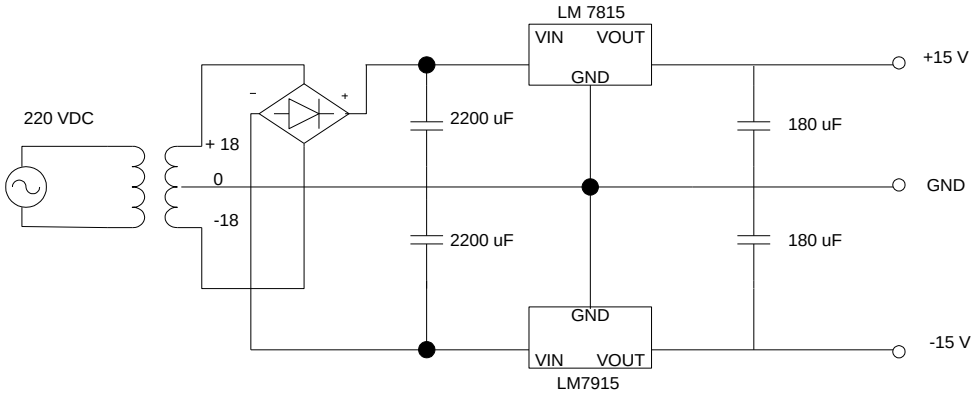
เมื่อใช้วงจรขับเกต SKHI22B ดังแสดงดังรูปที่ 3.14 ไปขับไอจีบีทีที่พิกัดแรงดัน 1700 V จะต้องต่อค่าความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม ต่ออนุกรมที่ระหว่างขาคอลเลคเตอร์และอิมิเตอร์ และขาคอลเลคเตอร์ของไอจีบีทีจะต้องต่อเข้าที่ขั้ว VCE ของชุดวงจรขับเกตเพื่อป้องกันการลัดวงจรของตัวไอจีบีที



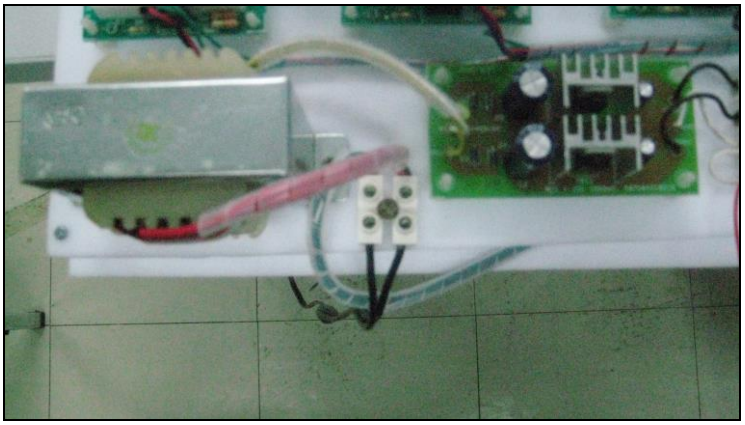
รูปที่ 3.14 SKHI 22B board

3.3.5 แหล่งจ่ายไฟชุดควบคุม

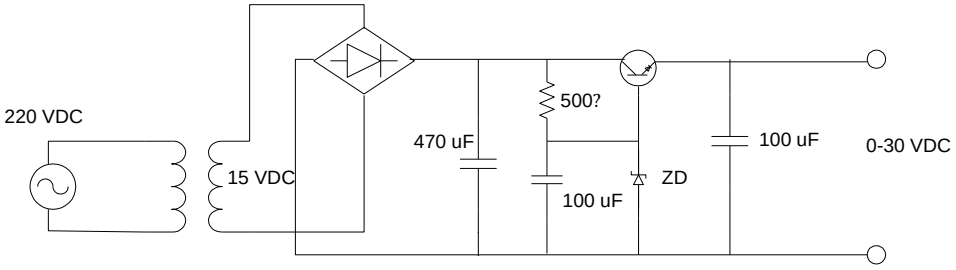
แหล่งจ่ายไฟควบคุมของวงจรอินเวอร์เตอร์สามระดับจะแยกออกเป็นสองส่วน คือ แหล่งจ่ายไฟควบคุมขาเกตของชุด BOARD SKHI 22 B โดยบอร์ดชุดนี้ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +15 โวลท์ ซึ่งใช้ ไอซีเบอร์ 7815 เป็นตัวควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ซึ่งมีรูปวงจรแสดงดังรูปที่ 3.15 ส่วนแหล่งจ่ายไฟควบคุมอีกส่วนหนึ่งจะเป็นวงจรจ่ายไฟให้กับวงจรอินเตอร์เฟซซึ่งเป็นวงจรเร็คกูเลเตอร์จ่ายไฟระหว่าง 0 – 30 โวลท์ดีซีซึ่งแสดงในรูปที่ 3.17



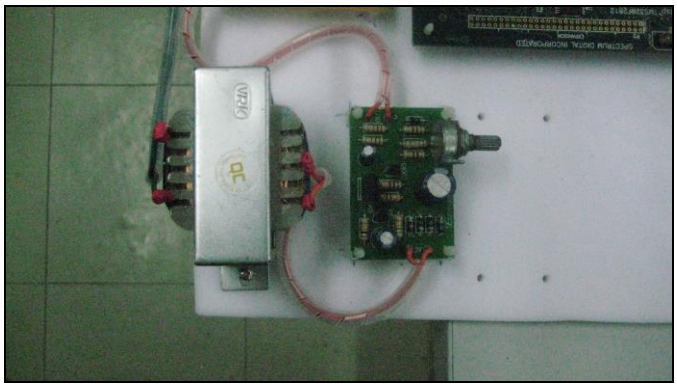
รูปที่ 3.15 วงจรแหล่งจ่ายไฟวงจรขับเกต



รูปที่ 3.16 ชุดแหล่งจ่ายไฟวงจรขับเกต



รูปที่ 3.17 วงจรแหล่งจ่ายไฟวงจรอินเตอร์เฟซ (Interface Board)



รูปที่ 3.18 ชุดแหล่งจ่ายไฟวงจรอินเตอร์เฟซ (Interface Board)