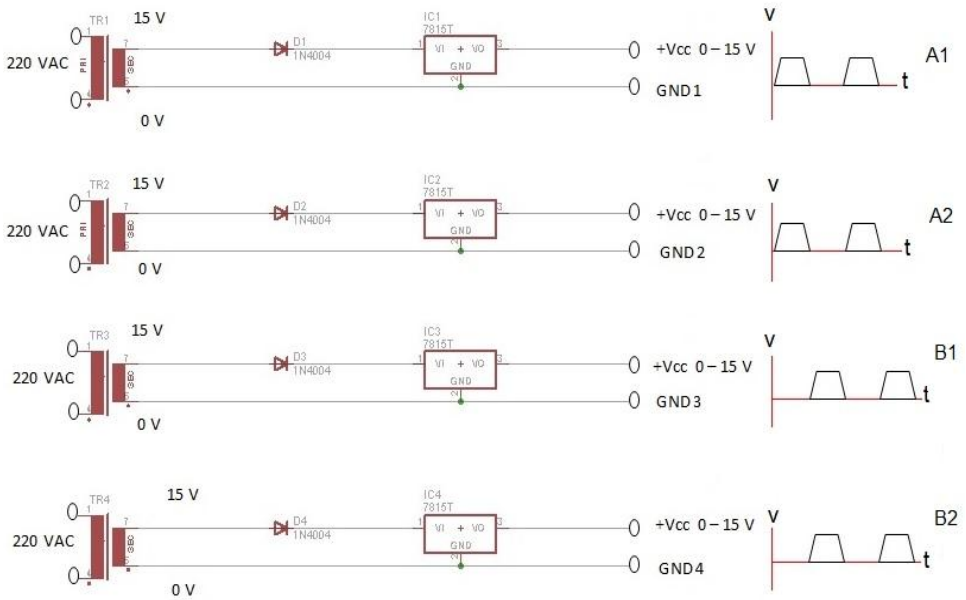
3.2 การออกแบบชุดอินเวอร์เตอร์ด้วย (ไอจีบีที) และควบคุมเฟสระบบไฟฟ้าหลัก

ในส่วนของการออกแบบจะแบ่งวงจรออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- วงจรเรียงกระแสที่ใช้ในส่วนการขับขาเกต (ไอจีบีที)
- วงจรการสวิตช์ไอจีบีที

3.2.1 วงจรเรียงกระแสที่ใช้ในส่วนการควบคุมขับขาเกต จากภาพที่ 3.2 จากวงจรจะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปขับขาเกตของไอจีบีที วงจรจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยมีหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต แรงดันไฟฟ้าด้านออก 15 โวลต์ 50 เฮิร์ต ทั้งหมด 4 ตัว ใช้ไดโอด 4 ตัว ในการเรียงกระแส และ IC 7815 ใช้ในการเร็กกูเลตเตอร์แรงดันไฟฟ้าออกไปขับขาเกตของไอจีบีที โดยแบ่งวงจรการส่งจ่ายในการขับขาเกตไอจีบีทีเป็น 2 ชุด

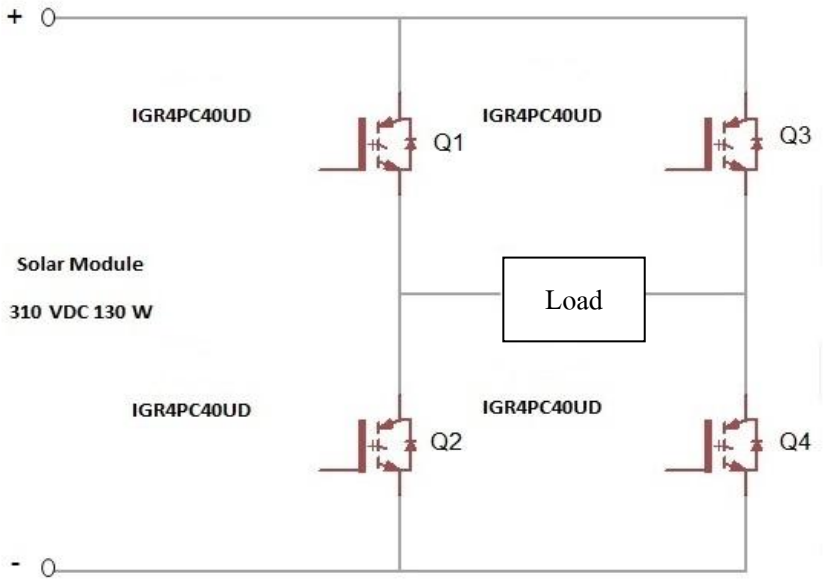


ภาพที่ 3.2 วงจรเรียงกระแสที่ใช้ในส่วนการควบคุมขับขาเกต

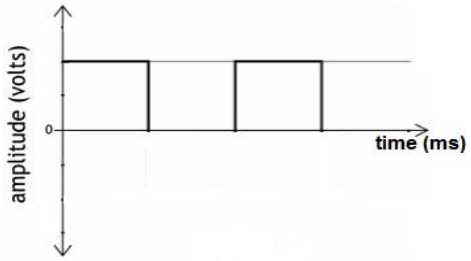
ชุด A โดยกำหนดวงจรให้เป็น A1 และ A2 โดย A1 ทำหน้าที่ให้สัญญาณรูปคลื่นพัลส์ (Pulse) สี่เหลี่ยมเป็นบวกให้กับขาเกตของไอจีบีที 1 และ A2 ทำหน้าที่ให้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเป็นบวกมีการเลื่อนให้กับขาเกตไอจีบีที 4

ชุด B โดยกำหนดวงจรให้เป็น B1 และ B2 มีมุมเฟสที่เลื่อนต่างจากชุด A เป็นมุม 90 องศา โดย B1 ทำหน้าที่ให้สัญญาณรูปคลื่นพัลส์ (Pulse) สี่เหลี่ยมเป็นบวกให้กับขาเกตของไอจีบีที 2 และ B2 ทำหน้าที่ให้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเป็นบวกให้กับขาเกตไอจีบีที 3

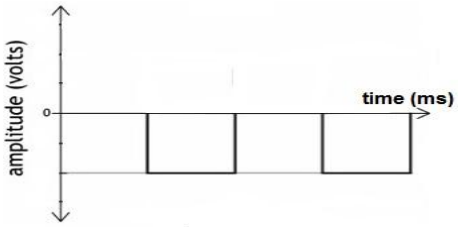
3.2.2 วงจรการสวิตช์ไอจีบีที ดังภาพที่ 3.3 วงจรจะทำหน้าที่เป็นชุดอินเวอร์เตอร์ที่ควบคุมเฟสด้วยไอจีบีที จะประกอบไปด้วยไอจีบีที ทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งหมายถึงการสวิตชิ่งกันในวงจรโดยการทำงานของวงจรนั้นจะทำสลับกันเป็นคู่โดยที่ Q1 กับ Q4 จะทำงานในเวลาเดียวกันจะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวโดยมีสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมเป็นบวกในภาพที่ 3.4 (ก) และสลับให้ Q2 กับ Q3 ทำงานเวลาเดียวกันจะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำโดยสัญญาณมีการกลับขั้วเป็นลบในภาพที่ 3.4 (ข) เมื่อได้สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมจากการสวิตชิ่ง ไอจีบีที ทั้ง 4 ตัว จะได้รูปคลื่นสัญญาณสี่เหลี่ยมไว้ในการซิงโครไนซ์เข้าระบบจำหน่ายการไฟฟ้าในภาพที่ 3.4 (ค)



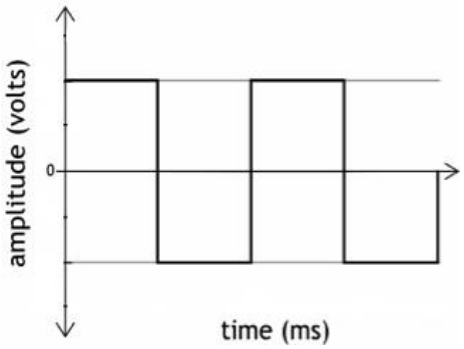
ภาพที่ 3.3 วงจรการสวิตช์ไอจีบีที



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3.4 (ก) รูปคลื่นสี่เหลี่ยมสัญญาณบวกจากการสวิตช์ (Q1 กับ Q4)

(ข) รูปคลื่นสี่เหลี่ยมสัญญาณลบจากการสวิตช์ (Q2 กับ Q3)

(ค) รูปคลื่นสี่เหลี่ยมจากการสวิตช์ไอจีบีที

3.3 การออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar module)

ในการออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กต้องทำการเลือกระบบแรงดันไฟฟ้าของแผงโซลาร์ตามวัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ จากนั้นจึงทำการหาค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้วจึงเลือกส่วนประกอบที่เหมาะสมกับโครงงาน

จากวัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ ต้องการออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 310 โวลต์ และให้กำลังงานไฟฟ้า 130 วัตต์ จึงทำการเลือกขนาดแรงดันไฟฟ้าตามมาตรฐานการผลิตแผงพลังงานแสงอาทิตย์ดังนี้ 12, 24, และ 48 โวลต์ ตามลำดับ และมีกำลังงานไฟฟ้าในการผลิตที่ต่ำที่สุดของแต่ละขนาดแรงดันของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ดังนี้ 5, 10, และ 15 วัตต์ต่อแผง ตามลำดับ และในโครงงานนี้จึงเลือกใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ และให้กำลังงานในการผลิตที่ต่ำที่สุด 10 วัตต์ต่อแผง ในโครงงานนี้จึงคำนวณให้เห็นดังต่อไปนี้

3.3.1 การคำนวณการออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์

- แผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาต่ออนุกรม $= \dfrac{\text{ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการออกแบบ}}{\text{ขนาดแรงดันไฟฟ้าตามมาตรฐานที่เลือกใช้}}$

$= \dfrac{310 \text{ โวลต์}}{24 \text{ โวลต์}}$

$= 13$ แผง

3.3.2 คำนวณกำลังงานไฟฟ้าของการออกแบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์

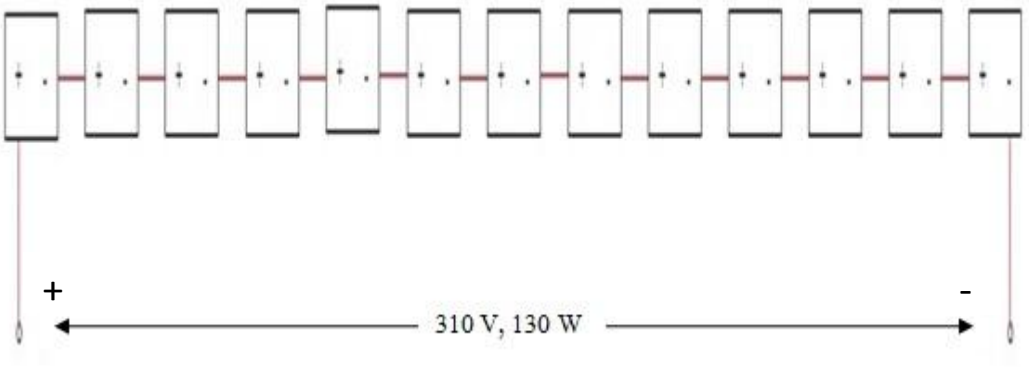
- กำลังงานไฟฟ้าทั้งหมด = จำนวณแผง × กำลังไฟฟ้าตามมาตรฐาน

= 13 แผง × 10 วัตต์

= 130 วัตต์

3.4 การต่อแผงพลังงานแสงอาทิตย์แบบอนุกรม

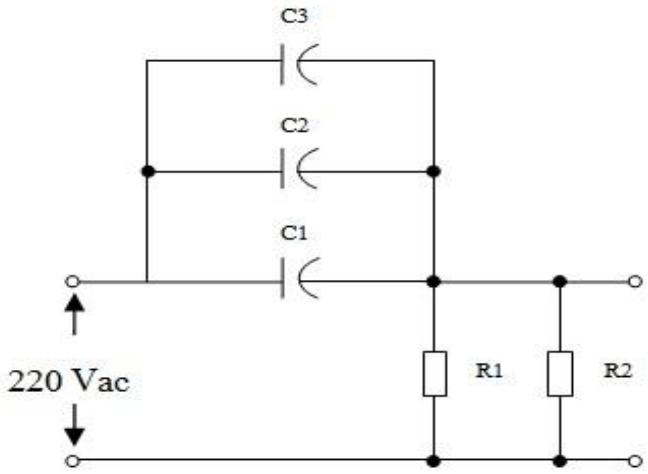
3.4.1 เมื่อได้จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ดังนั้นแผงพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด 13 แผงนี้ จึงนำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยโดยการต่อแบบอนุกรมดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ชุดแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Module)

3.5 การออกแบบวงจรเลื่อนมุมเฟส (Phase Shifter)

วงจรเลื่อนมุมเฟสแบบ RC นั้นมักจะใช้ปรับค่ามุมเฟสให้ถูกต้องตามที่ต้องการในวงจรหรือสร้างให้ได้ผลตามที่ต้องการ วงจร RC นั้นเหมาะสมกับจุดประสงค์เช่นนี้เพราะว่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าจะทำให้กระแสในวงจรนำหน้าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา



ภาพที่ 3.6 วงจรเลื่อนเฟส

ในภาพที่ 3.6 เป็นการแสดงถึงการออกแบบวงจร RC Phase Shifter จากวงจรจะทำหน้าที่ เป็นการเลื่อนมุมเฟสของระบบจำลองการผลิตฟ้าด้วยแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าระบบการไฟฟ้า 1 เฟส ในภาพที่ 3.7 ทั้งหมด เพื่อให้มีมุมเลื่อนเฟสต่างจากระบบของการไฟฟ้าจึงมีการคำนวณโดยกำหนดค่าของอุปกรณ์ดังนี้

- Resistor 560 ohm 250 watt และ 1120 ohm 125 watt
- Capacitor 2μF, 4μF, 8μF

สมการ

$$Z_c = R - jX_c \tag{3.1}$$

$$R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \tag{3.2}$$

$$X_c = 1/\omega C \tag{3.3}$$

$$\theta = tan^{-1}(\frac{1}{\omega RC}) \tag{3.4}$$

โดยที่

Z_c คือ ค่าอิมพิแดนซ์ของวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

R_p คือ ค่าความต้านรวมแบบขนาน มีหน่วยเป็น โอห์ม $(\Omega), R1, R2$

X_c คือ ค่าความต้านของตัวเก็บประจุรวม มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

θ คือ มุมเฟส มีหน่วยเป็น องศา

C คือ ค่าตัวเก็บประจุของวงจร มีหน่วยเป็น ฟารัด $(F), C1, C2, C3$

$$R_p = \frac{(1120 \times 560)}{(1120 + 560)} = 373.33\ \Omega$$
$$X_c = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 14\mu F} = 227.36\ \Omega$$
$$Z_c = 373.33 - j227.36$$
$$\theta = tan^{-1}(1/2\pi \times 50 \times 373.33 \times 14\mu F) = 31.34$$