

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนำ

วิธีการดำเนิน ประกอบไปด้วยการสำรวจระบบไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้ง และสร้างเครื่องมือทดสอบ วัดการใช้กำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า คุณลักษณะของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า ของกระแสไฟฟ้า โดยพิจารณาจากรูปคลื่นมูลฐาน (Fundamental Sinusoidal) การเขียนโปรแกรม การส่งและรับข้อมูลการใช้กำลังไฟฟ้า ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย พร้อมระบบ 3G สำหรับการติดตั้งและทดสอบระบบเฝ้าดูและติดตามการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในโครงการนี้ ได้ทำการทดสอบโปรแกรม กับโครงการวิจัยระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 10 กิโลวัตต์สูงสุด [3] โดยการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่ออ่านและบันทึกผลค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ ฯ

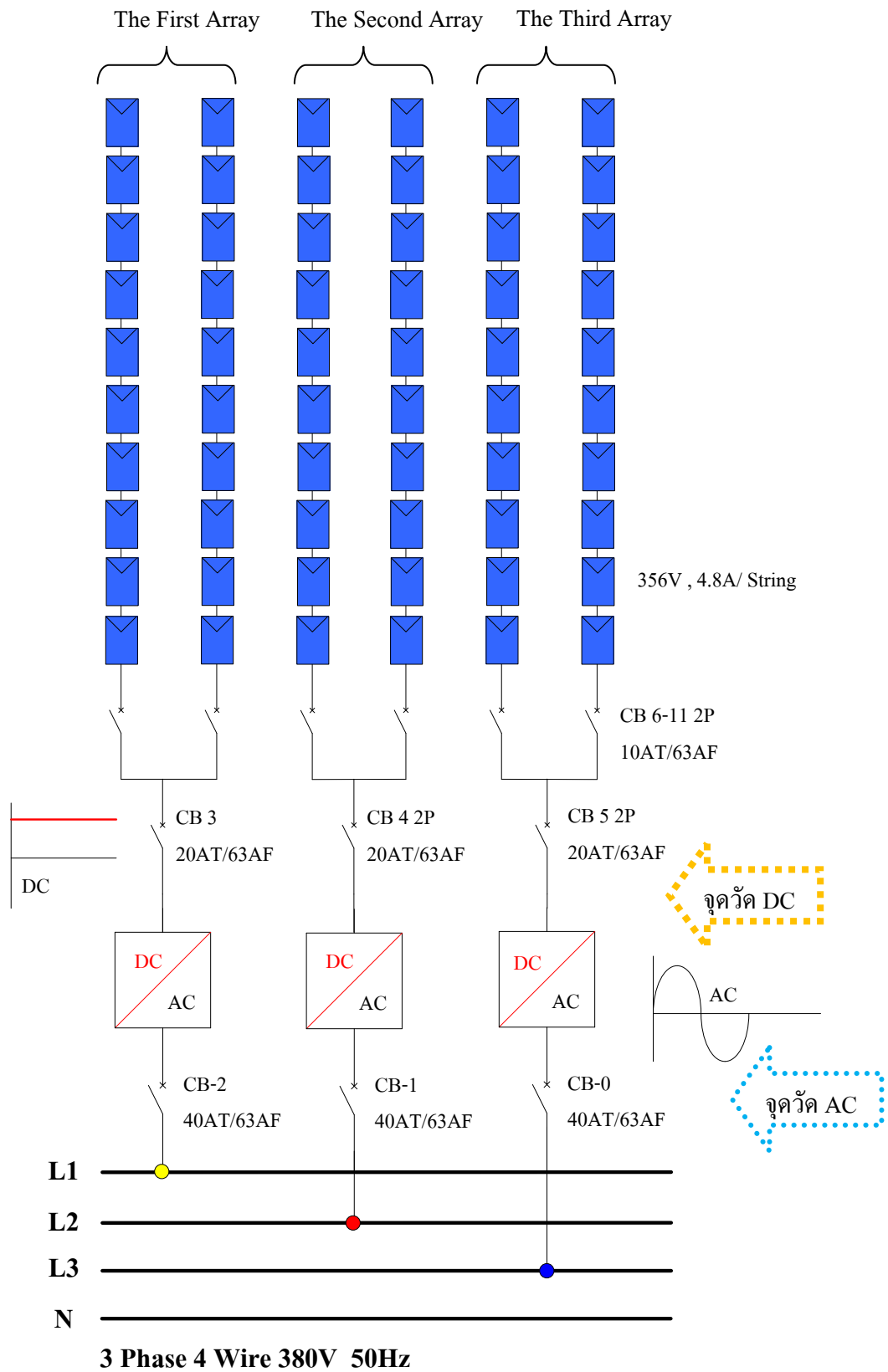
3.1 การออกแบบระบบเฝ้าดูและติดตาม (Monitoring System)

3.1.1 การออกแบบระบบเครื่องมือวัด

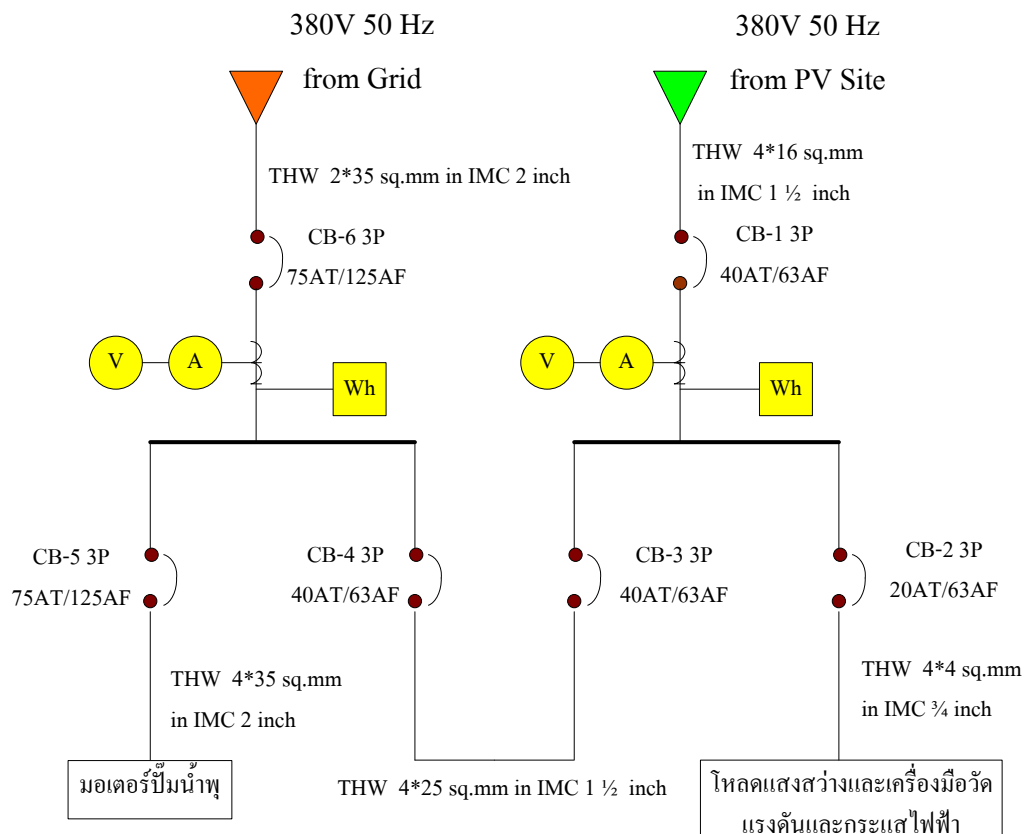
การออกแบบระบบเครื่องมือวัด แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ การวัดทางด้านไฟฟ้า กระแสตรง และการวัดทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ ได้มีการสำรวจระบบที่ต้องการวัดทางด้านไฟฟ้า กระแสสลับ พบว่า แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัดเป็นระบบไฟฟ้าสามเฟส ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.1 ที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเป็นแบบเฟสเดียว ต่อเป็นแบบ Star ทำให้ได้แรงดันระหว่างสาย 400V และแรงดันที่เฟส 240V เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 จุดที่ต่อแรงดันไฟฟ้าของระบบแรงต่ำ [3]



รูปที่ 3.2 ระบบไฟฟ้าของระบบโฟโตโวลตาอิก ขนาด 10 kW_p แบบเชื่อมต่อกับกริดของการไฟฟ้า



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ [3]

จากข้อมูลเบื้องต้นของระบบไฟฟ้าที่วัดได้พบว่า ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด ที่วัดได้จากแอมมิเตอร์ มีค่า 16A 240V ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ การออกแบบเครื่องมือวัดกระแส เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดเป็นกระแสสลับ จึงเลือกใช้ Current Transformer (CT) ขนาด 50/1 A วัดค่ากระแสไฟฟ้าของโหลด ส่วนทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากระบบโฟโตโวลตาอิก ตามรายงานการวิจัย [3] พบว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของระบบทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง 365 Volts และกระแสทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง 9.6 Amps ต่อ Array หรือต่อชุด

3.1.2 การออกแบบโปรแกรม LabVIEW

3.1.2.1 การจำลองระบบ (สร้างสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ)

Simulation System and AC Voltage, Current generation.

การจำลองสัญญาณไฟฟ้า กระแส และแรงดัน มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของโปรแกรม ในโหมดต่างๆ ทั้งด้าน กระแสสลับ และ กระแสตรง การจำลองนี้ได้ทดสอบการสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้า รูปที่ 3.4 จากรูปจะเห็นว่าสามารถปรับค่าความถี่ ขนาดของสัญญาณไฟฟ้าได้ รวมทั้ง Phase Shift ค่าแรงดันที่ต้องการวัดมีค่า ประมาณ 210 – 240 Volts ซึ่งส่วน

นี้สามารถใช้การจำลองสัญญาณแบบง่ายๆ โดยการใส่โปรแกรม LabVIEW แต่เพื่อให้การออกแบบสามารถใช้งานกับการวัดได้จริงกับสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sinusoidal) การออกแบบใช้หม้อแปลงไฟฟ้า ลดแรงดันมาที่ 5V ดังนั้นต้องคำนวณหาค่า อัตราส่วนต่างๆให้เหมาะสม ดังรายการคำนวณต่อไปนี้ คำนวณหาค่า อัตราส่วนหม้อแปลง (Turn Ratio or Transformation Ratio)

จากสูตร

$$a = \frac{I_2}{I_1} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (3.1)$$

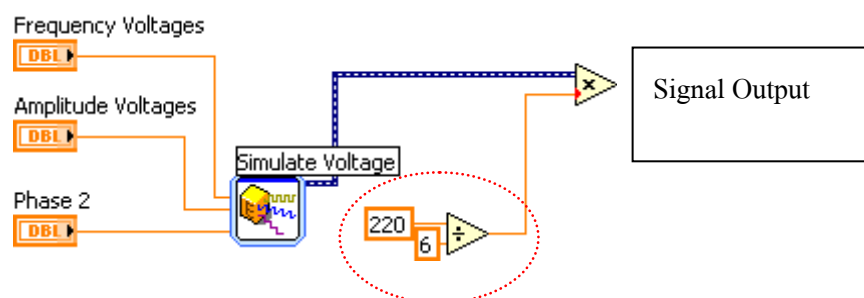
แทนค่า

$$a = \frac{E_1}{E_2} = \frac{220}{6} = 36.66$$

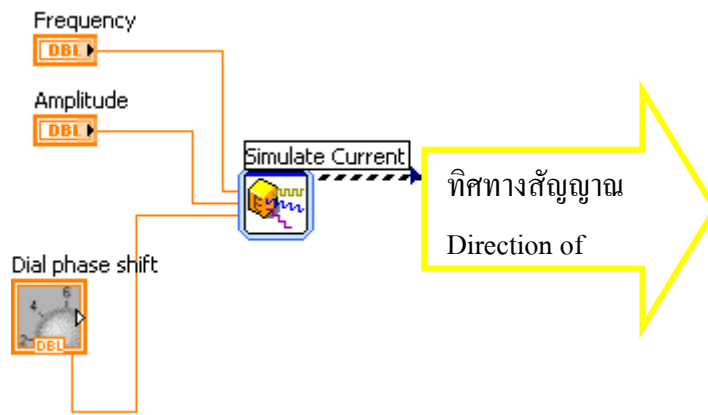
เมื่อหม้อแปลงลดแรงดันไฟฟ้า จาก 220V เป็น 6 โวลต์

$$E_1 = E_2(a) = 6(36.66) \text{ โวลต์}$$

นั่นคือ เมื่อแรงดันที่วัดได้จาก DAQ (Data Acquisition) จากรูปที่ 3.4 โปรแกรมจะต้องทำการเปลี่ยนค่าไปเป็นแรงดันที่วัดได้จริงจาก ตัว DAQ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 6 Volts โดยประมาณ โดยมีการคำนวณเพื่อนำค่าแรงดัน 6 Volts ที่ได้เป็นขนาดแรงดันที่วัดได้จริง ซึ่งค่าที่ได้นี้จะไปแสดงผลในส่วนของจอภาพ ในลักษณะเหมือนเครื่องออสซิลโลสโคป ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งค่าที่แสดงจะเป็นค่าสูงสุดของรูปคลื่น หรือค่า Maximum รูปที่ 3.5 การสร้างสัญญาณรูปคลื่นกระแส ซึ่งสามารถปรับค่า ของขนาด มุม และความถี่ ได้ตลอดขณะทำการทดลอง โดยค่าที่แสดงไว้ในวงเล็บคือค่าของ อัตราส่วนหม้อแปลง (Transformation Ratio) ทางด้านสัญญาณทางด้านออก (Signal Output) สามารถนำไปใช้งานได้เลย

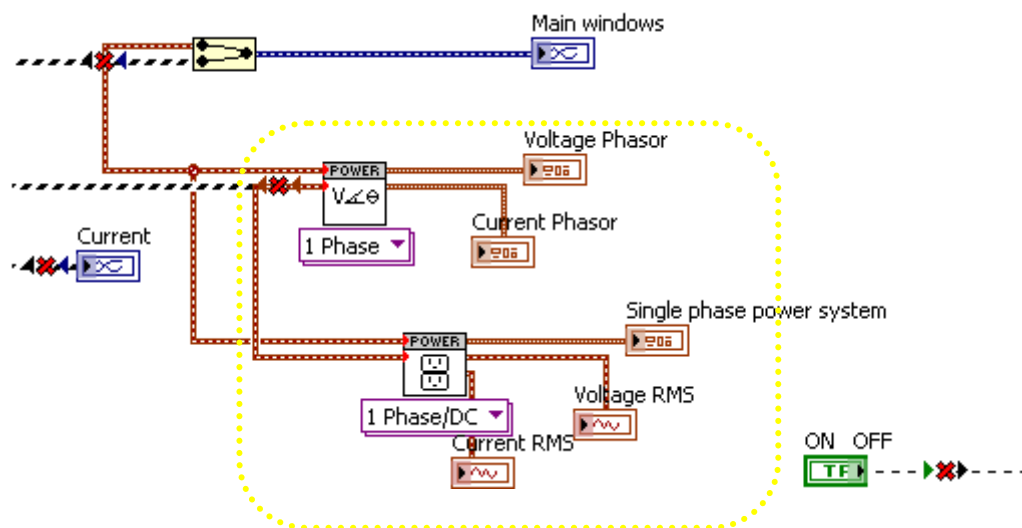


รูปที่ 3.4 การสร้างสัญญาณแรงดัน เพื่อทดสอบโปรแกรม



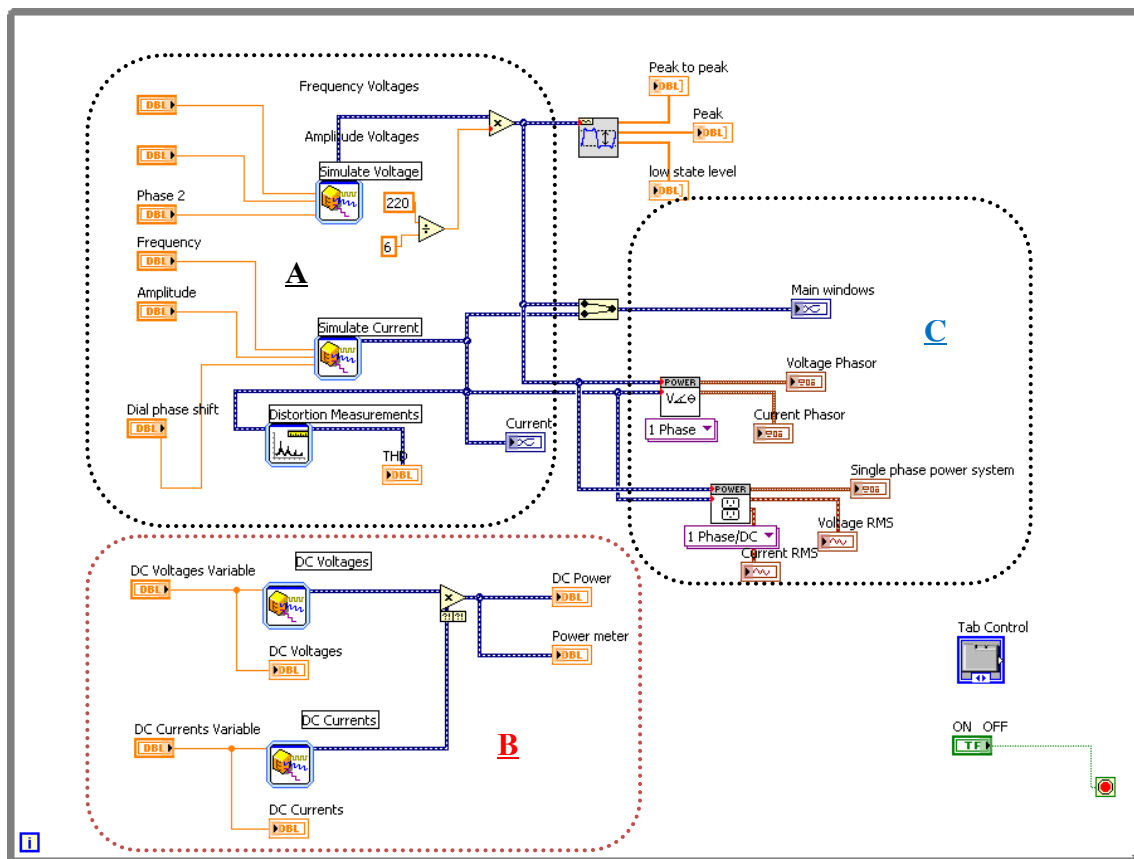
รูปที่ 3.5 การสร้างสัญญาณกระแสไฟฟ้า เพื่อทดสอบโปรแกรม

รูปที่ 3.6 คือฟังก์ชันที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้จากสัญญาณกระแส และแรงดัน



รูปที่ 3.6 ฟังก์ชัน EPM ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง

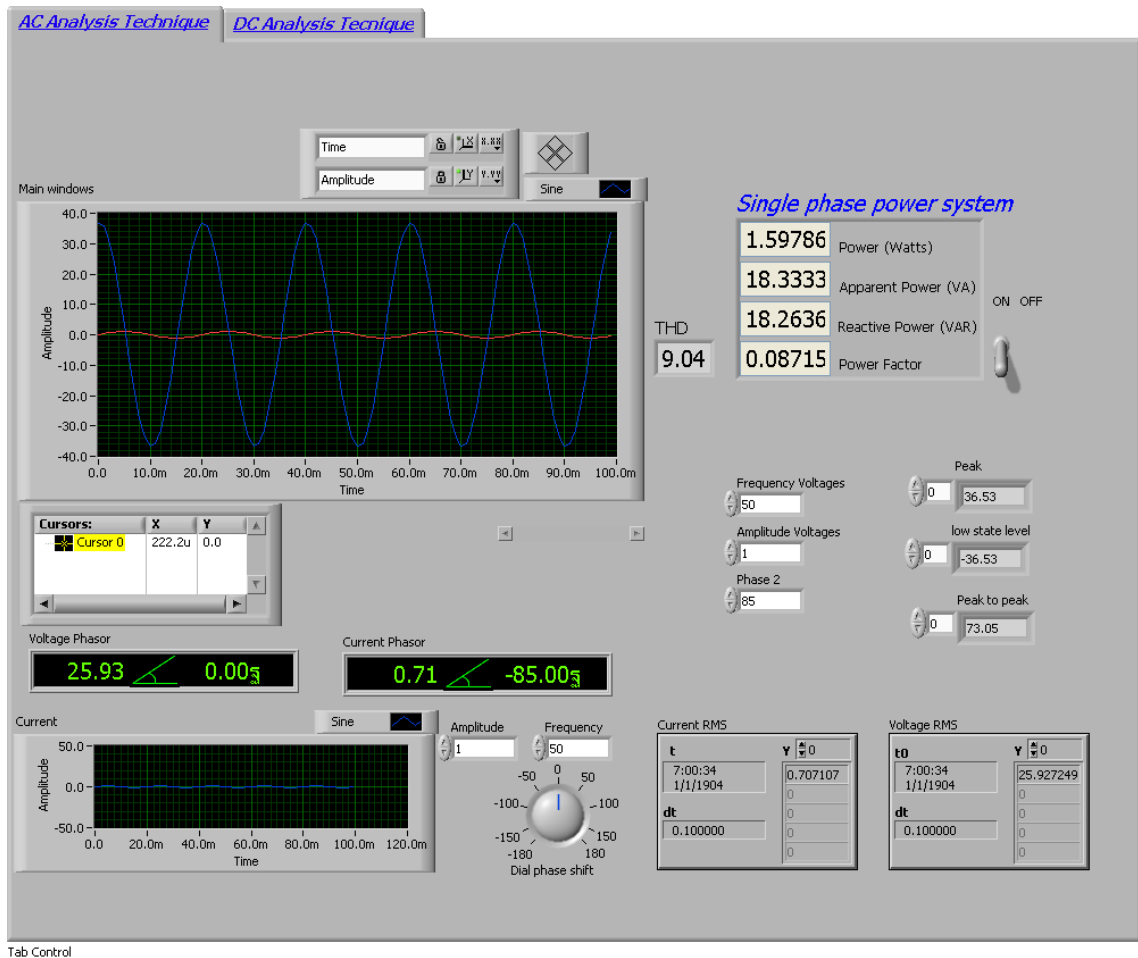
สำหรับโปรแกรมย่อยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด สามารถใช้ฟังก์ชัน Electrical Power Measurement (EPM) ในการวิเคราะห์ได้ซึ่งข้อดี ของโปรแกรมนี้อีกคือ เมื่อนำสัญญาณที่ได้จำลองหรือสร้างขึ้นเอง ไปคำนวณสามารถแสดงค่ากำลังไฟฟ้า (P, Q, S) ตัวประกอบกำลัง (PF) แบบเสมือนจริงได้อย่างแม่นยำ โดย Block Diagram ของโปรแกรมสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3.7 สำหรับรูปแบบของโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล (Front Panel) แสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3.8 ภาพโดยรวมของหน้าโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล



รูปที่ 3.7 Block Diagram ของโปรแกรมวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า

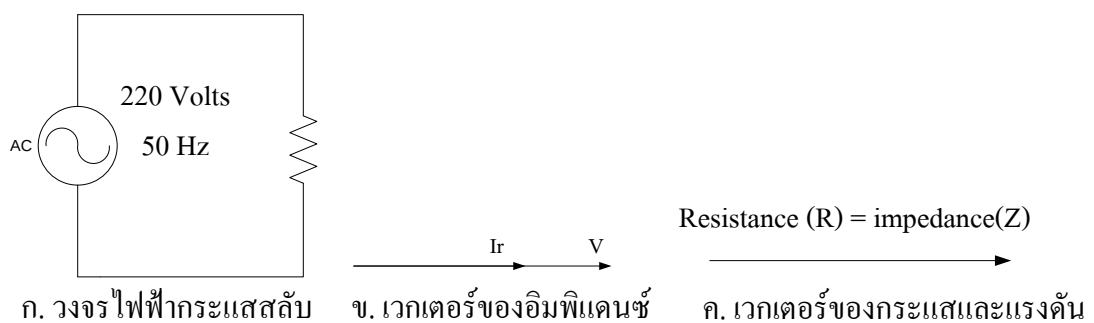
รูปที่ 3.7 คือส่วนของการเขียนโปรแกรมแบบรูปภาพก็ได้ เนื่องจากผู้เขียนโปรแกรมสามารถเลือกรูปแบบการเขียนโปรแกรมได้เลย โดยไม่ต้องพิมพ์ จากรูปจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเรียกว่าส่วนสร้างสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (A) ส่วนที่สอง (B) เป็นส่วนของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ค่าที่ต้องการคือ ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และ ค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถแสดงผลได้ด้วย มิเตอร์วัดกำลังงาน และแบบตัวเลข ส่วน (C) คือโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้ากระแสสลับ ทั้งสามตัวคือ กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ กำลังไฟฟ้าปรากฏ ตัวประกอบกำลัง รวมทั้งความผิดเพี้ยนของสัญญาณทั้งหมด

จากรูปที่ 3.8 คือหน้าต่างของโปรแกรม มี Tab ให้เลือกเพื่อการคำนวณได้ว่าจะเลือกเพื่อจะติดตามหรือเฝ้าดูการผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบ AC หรือ DC ซึ่งแบบ AC จะมีความยุ่งยากกว่า เนื่องจากต้องมีความถี่ของแรงดันไฟฟ้าในระบบเข้ามาเกี่ยวข้องใน การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การคำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง สามารถทำการคำนวณได้ไม่ยุ่งยากในการคำนวณ

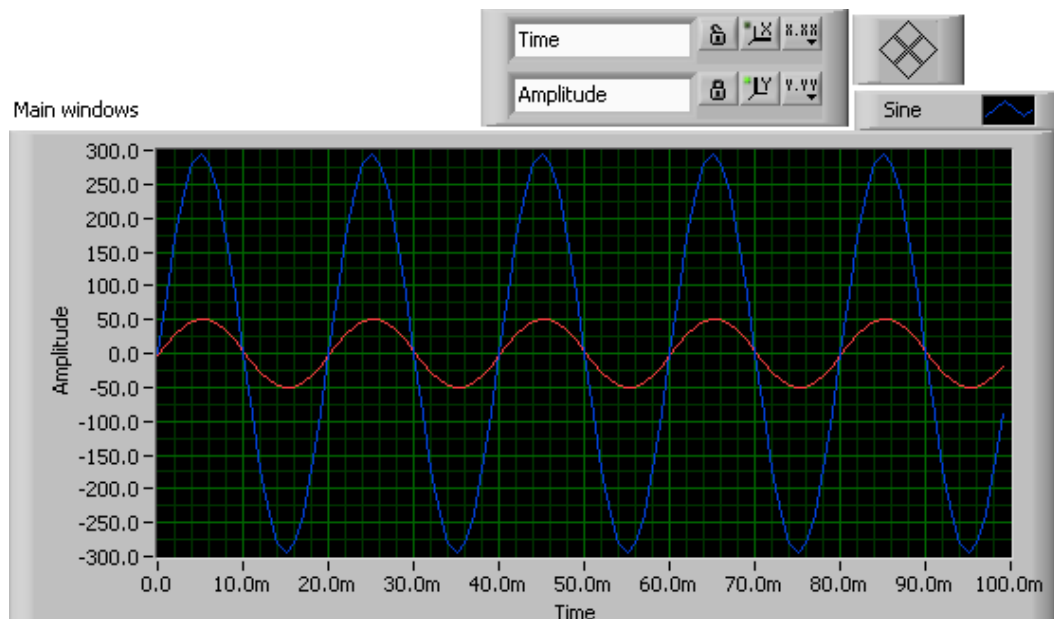


รูปที่ 3.8 Front Panel ของโปรแกรม

ก. การจำลองระบบโหลดตัวต้านทาน (Resistance Simulation system)



รูปที่ 3.9 วงจรอนุกรม R ไฟฟ้ากระแสสลับ เวกเตอร์แรงดันและกระแส



รูปที่ 3.10 รูปคลื่นแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองสัญญาณ

รูปที่ 3.10 หน้าจอแสดงสัญญาณรูปคลื่นแรงดัน (สีน้ำเงิน) มีขนาดประมาณ 300 Volts เป็นค่าแรงดันสูงสุดหรือเรียกว่า V_m หรือ V_{peak} และรูปคลื่นกระแสที่ได้มีการจำลองไว้ที่ 50A ซึ่งสามารถคำนวณหาค่า กระแส I_{rms} ได้จากสูตร

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{50}{\sqrt{2}} = 35.33 \text{ Amps} \quad (3.2)$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{300}{\sqrt{2}} = 212.13 \text{ Volts} \quad (3.3)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าจริง (True Power or Real Power)

$$P = VI \cos\theta = (212.13)(35.33)(\cos 0) = 7,494.55 \text{ Watts} \quad (3.3)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)

$$Q = VI \sin\theta = (212.13)(35.33)(\sin 0) = 0 \text{ Var} \quad (3.4)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)

$$S = VI = (212.13)(35.33) = 7,494.55 \text{ VA}$$

(3.4)

คำนวณหาค่า ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

$$Pf = \frac{P}{S} = \frac{7,494.55 \text{ Watts}}{7,494.55 \text{ VA}} = 1$$

(3.4)

Single phase power system

7478.	Power (Watts)
7480	Apparent Power (VA)
159.8	Reactive Power (VAR)
0.999	Power Factor

รูปที่ 3.11 ค่า P, Q, S and Pf

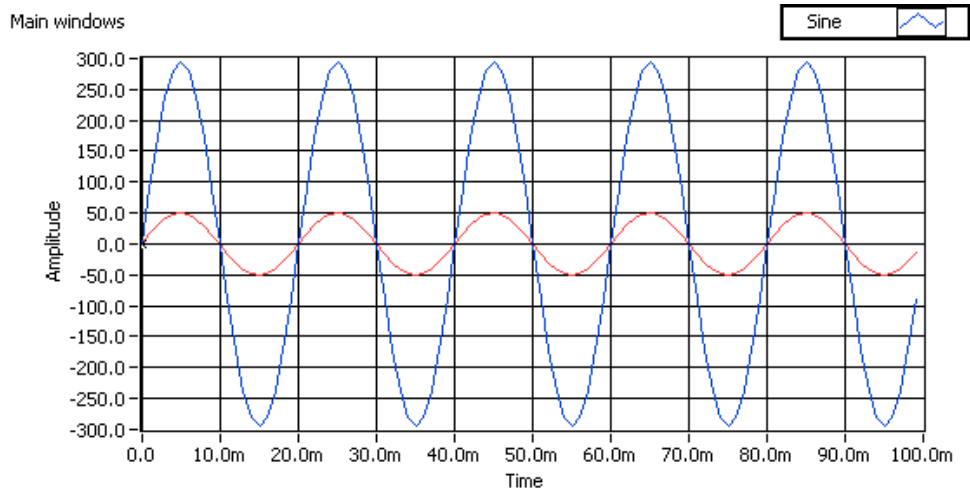


รูปที่ 3.12 ขนาดแรงดันไฟฟ้า และมุม 0 องศา



รูปที่ 3.13 ขนาดของกระแส และมุมนำหน้า 1.22 องศา

จากรูปที่ 3.12, 3.13 คือขนาดของแรงดันและกระแสไฟฟ้าของการจำลองสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อทดสอบโปรแกรม ซึ่งมุมของกระแสเป็นบวกแสดงว่า โหลดที่นำมาแสดงเป็นแบบตัวเก็บประจุ (Capacitance Load) ซึ่งกระแสจะนำหน้าแรงดัน อยู่เพียงเล็กน้อยและเป็นการผิดพลาดของโปรแกรม อันเนื่องมาจากขนาดมุม ของกระแสถูกกำหนดไว้ด้วยตัวปรับมุมแบบหมุนซึ่ง กำหนดมุมค่อนข้าง ยาก ซึ่งจากการทดสอบโปรแกรมที่ผ่านมาเป็นการจำลอง แบบวงจรความต้านทานอย่างเดียว (Pure Resistive Load) ซึ่งขนาดของกระแสจากรูปที่ 3.14 จะพบว่ารูปคลื่นของแรงดันและกระแสจะ In Phase (ตามกัน) ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้ระหว่าง กำลังไฟฟ้าจริงกับกำลังไฟฟ้าปรากฏจะมีขนาดที่ ใกล้เคียงกัน และกำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power) มีค่าเท่ากับศูนย์

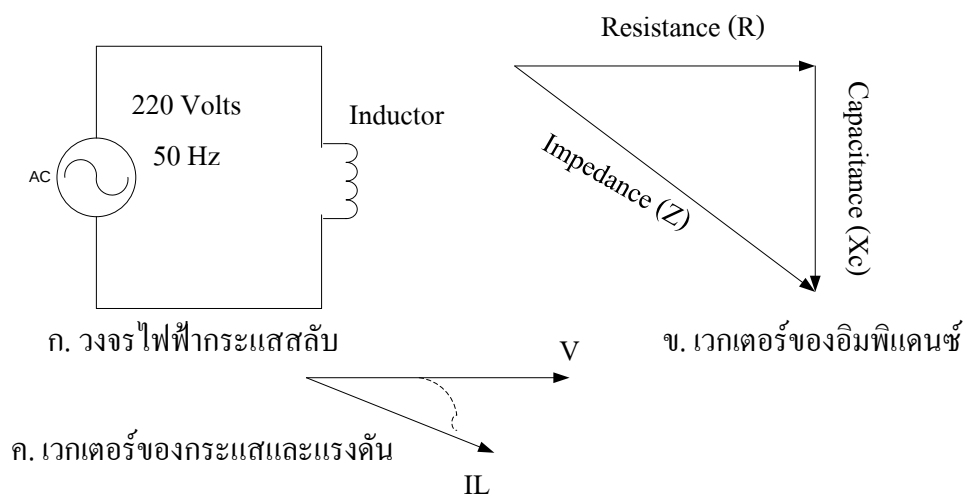


รูปที่ 3.14 ขนาดรูปคลื่นแรงดันและกระแสของโหลดความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ 3.1 ผลการคำนวณกับค่าที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW ของวงจรไฟฟ้าโหลดความต้านทาน

	คำนวณ (Calculation)	โปรแกรม LabVIEW
กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power)	7,494.95 Watts	7,478 Watts
กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)	0 Var	159.8 Var
กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)	11,550.825 VA	7,480 VA
ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	1	0.999
แรงดันที่กำหนด (Nominal Voltage)	212.13, 0 Volts	207.42, 0 Volts
กระแสที่กำหนด (Nominal Current)	35.33, 1.22 Amps	36.06, 1.22 Amps

ข. การจำลองระบบโหลดตัวเหนี่ยวนำ (Inductance Simulation system)



รูปที่ 3.15 วงจรอนุกรม Inductor ไฟฟ้ากระแสสลับ เวกเตอร์แรงดันและกระแส

รูปที่ 3.15 คือวงจรไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งจำลองโหลด ความเหนี่ยวนำให้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจากรูปผลที่ได้รับคือ ค่ากระแสไฟฟ้าจะล่าช้า (Lagging) แรงดันเป็นมุม 90 องศาทางไฟฟ้าสำหรับ โหลดแบบเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว และมีค่าที่ต้องจำคือ ค่าของ Inductance Load หรือ X_L (Inductance Reactance) : จากการจำลอง กำหนดให้แรงดันเท่ากับ 233.35 Volts มุม 0 องศา กระแสไฟฟ้า 49.5 A มุมต่างเฟส -33.03 องศา ซึ่งหมายความว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ ๑ มีทิศทางตามหลังแรงดัน และมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งในตัวเหนี่ยวนำ ทำให้มุมต่างเฟสของแรงดันและกระแสไม่เท่ากับ 90 องศา

จากสูตร

$$X_C = 2\pi fL \quad (3.5)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + XC^2} \quad (3.6)$$

$$Z = \frac{V < 0}{I < -33.03} = \frac{233.35 < 0}{49.5 < -33.03} = 4.71 < 33.03 \quad (3.7)$$

$$Z = R + jX_C$$

$$Z = 3.95 + j 2.57 \quad (3.8)$$

$$\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{3.95}{4.71} = 0.84 \quad (3.9)$$

$$\theta = 33.03 \quad (3.10)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าจริง (True Power or Real Power)

$$P = VI \cos\theta = (233.35)(49.5)(0.84) = 9,702.69 \text{ Watts} \quad (3.11)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)

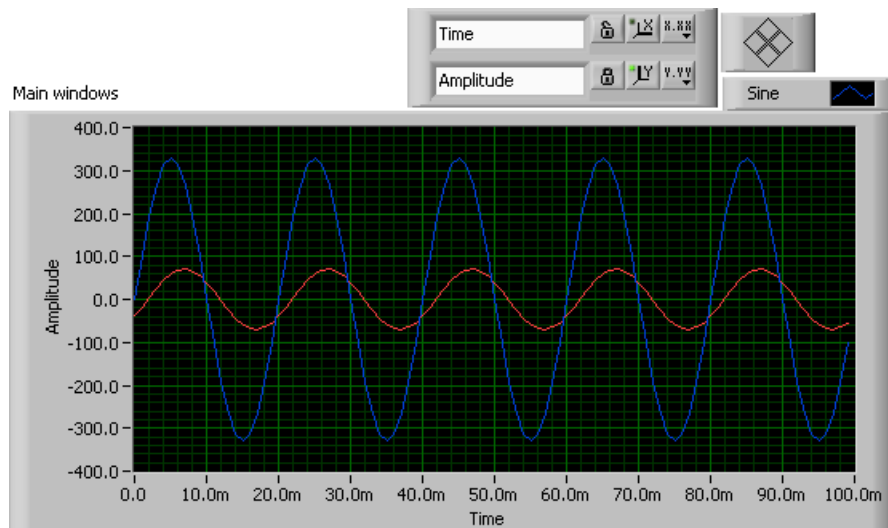
$$Q = VI \sin\theta = (233.35)(49.5)(\sin(33.03)) = 6,296.1 \text{ Var} \quad (3.12)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)

$$S = VI = (233.35)(49.5) = 11,550.825 \text{ VA} \quad (3.13)$$

คำนวณหาค่า ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

$$\text{Power factor} = Pf = 0.84 \quad (3.14)$$



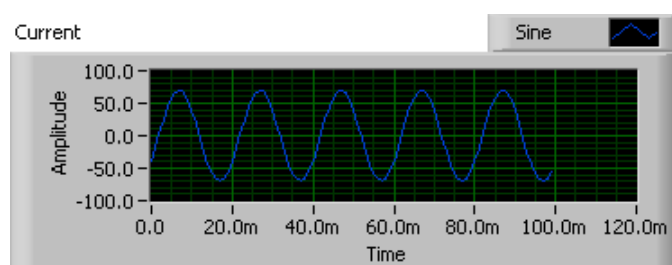
รูปที่ 3.16 รูปคลื่นแรงดันและกระแส

Voltage Phasor



รูปที่ 3.17 ขนาดและมุมของแรงดันที่กำหนด

รูปที่ 16 รูปคลื่นไซน์ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและรูปคลื่นกระแส ซึ่งจากรูปจะพบว่า กระแสจะล่าหลังแรงดันอยู่เป็นมุม -33.03° และเป็นรูปไซน์ที่แท้จริงคือ ไม่มีรูปคลื่นที่ผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์มูลฐาน (Fundamental Sinusoidal)



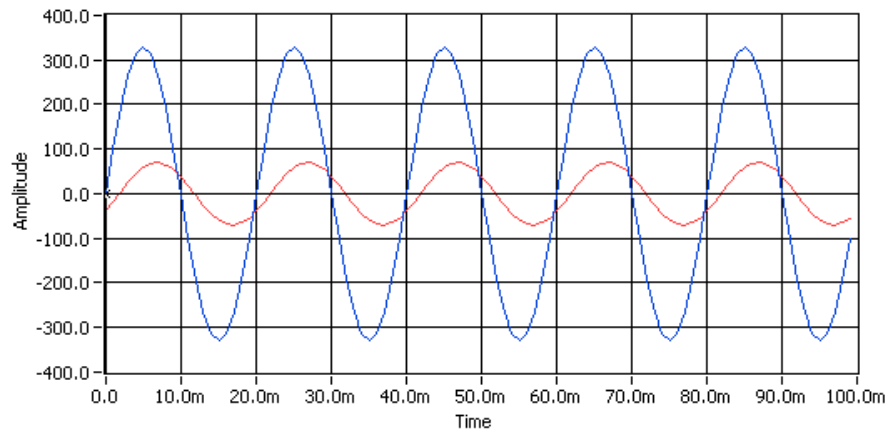
รูปที่ 3.18 รูปคลื่นของกระแสที่กำหนด

Current Phasor



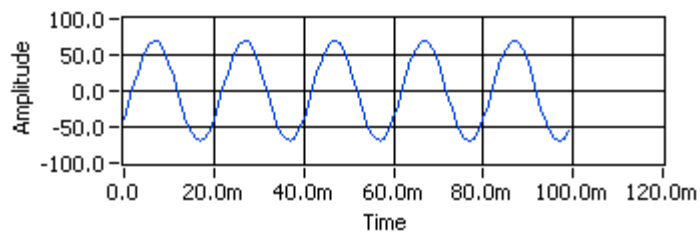
รูปที่ 3.19 ขนาดและมุมของกระแสที่กำหนด

Main windows



รูปที่ 3.20 รูปคลื่นไซน์แรงดันและกระแสที่กำหนด

Current



รูปที่ 3.21 รูปคลื่นไซน์ของกระแสที่กำหนด

Single phase power system

9683.0	Power (Watts)
11550	Apparent Power (VA)
6296.1	Reactive Power (VAR)
0.8383	Power Factor

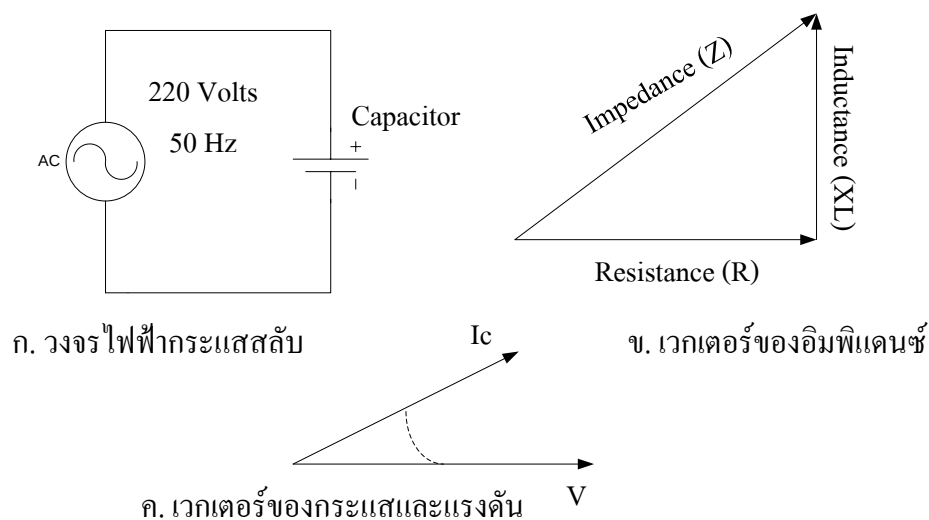
รูปที่ 3.22 ขนาดกำลังไฟฟ้าทั้งสามแบบและตัวประกอบกำลัง

จากรูปที่ 3.22 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้จากโปรแกรม ซึ่งพบว่าค่าที่คำนวณได้มีค่ากำลังไฟฟ้าจริง 9,683 วัตต์ กำลังไฟฟ้าปรากฏ 11,550 วิเอ กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 6,296 วาร์ ตัวประกอบกำลัง 0.838 ใกล้เคียงกับที่คำนวณได้ ดังแสดงให้เห็นตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการคำนวณกับค่าที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW ของวงจรไฟฟ้าโหลดตัวเหนี่ยวนำ

	คำนวณ (Calculation)	โปรแกรม LabVIEW
กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power)	9,702.69 Watts	9,683 Watts
กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)	6,267.32 Var	6,296 Var
กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)	11,550.825 VA	11,550 VA
ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	0.84	0.838
แรงดันที่กำหนด (Nominal Voltage)	233.35, 0 Volts	233.35, 0 Volts
กระแสที่กำหนด (Nominal Current)	49.5, -33.05 Amps	49.5, -33.05 Amps

ค. การจำลองระบบโหลดตัวเก็บประจุ (Capacitance Simulation system)



รูปที่ 3.23 วงจรอนุกรม Capacitor ไฟฟ้ากระแสสลับ เวกเตอร์แรงดันและกระแส

รูปที่ 3.23 คือวงจรไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งเป็นโหลด ตัวเก็บประจุให้กับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจากรูปผลที่ได้รับคือ ค่ากระแสไฟฟ้าจะนำหน้า (Leading) แรงดันเป็นมุม 90 องศาทางไฟฟ้า สำหรับ โหลดแบบตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว (Pure Capacitive Load) และมีค่าที่ต้องจำคือ ค่าของ Capacitance Load หรือ X_C (Capacitance Reactance) : จากการจำลอง (Simulation) กำหนดให้แรงดันเท่ากับ 215.20 Volts มุม 0 องศากระแสไฟฟ้า 16.26 A มุมต่างเฟส 57.44 องศา ซึ่งหมายความว่า

กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ ฯ มีทิศทางนำหน้าแรงดัน ตามรูป 2.23(ค) และจะมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งในตัวเก็บประจุ ทำให้มุมต่างเฟส

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad (3.15)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad (3.16)$$

$$Z = \frac{V \angle 0}{I \angle 57.44} = \frac{215.20 \angle 0}{16.26 \angle 57.44} = 13.23 \angle -57.44 \quad (3.17)$$

$$Z = R + jX_C$$

$$Z = 7.12 - j 11.15 \quad (3.18)$$

$$\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{7.12}{13.23} = 0.538 \quad (3.19)$$

$$\theta = 57.45 \quad (3.20)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าจริง (True Power or Real Power)

$$P = VI \cos\theta = (215.20)(16.26)(0.538) = 1,882.54 \text{ Watts} \quad (3.21)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)

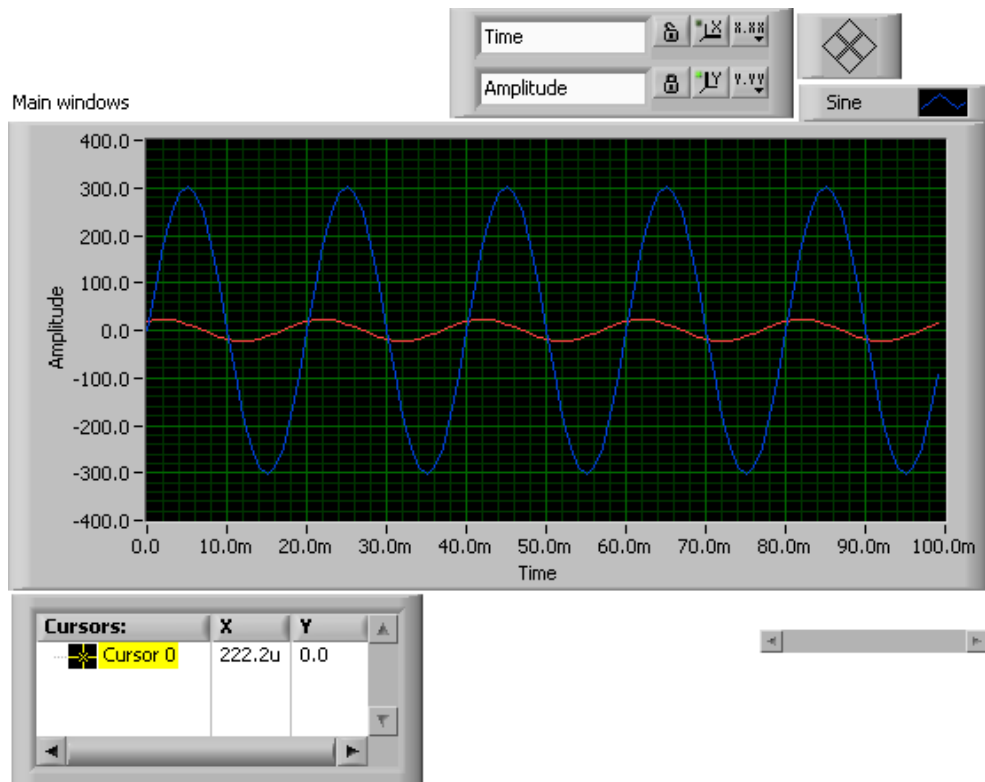
$$Q = VI \sin\theta = (215.20)(16.26)(\sin(57.45)) = 2,949.51 \text{ Var} \quad (3.22)$$

คำนวณหาค่า กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)

$$S = VI = (215.20)(16.26) = 3,499 \text{ VA} \quad (3.23)$$

คำนวณหาค่า ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

$$\text{Power factor} = Pf = 0.538 \quad (3.24)$$



รูปที่ 3.24 Front Panel ของแสดงรูปคลื่นแรงดัน กระแส ของโหลดตัวเก็บประจุ

จากรูปที่ 3.24 คือรูปคลื่นไซน์ (Sinusoidal Wave) ของรูปคลื่นแรงดันที่กำหนด หรือจำลองขึ้นเพื่อ ทดสอบการใช้งานโปรแกรม เมื่อกำหนดให้แรงดันมีค่าเท่ากับ 215.20 Volts มุมของแรงดันเท่ากับ 0 องศา จากโปรแกรมที่สร้างขึ้น กำหนดแรงดันให้กับโปรแกรม ขนาด 16.26 Amps มุม 57.44 องศา เพื่อแสดงให้เห็นว่า กระแสที่สร้างขึ้นนำหน้าแรงดัน สำหรับรูปที่ 3.25 คือขนาดของแรงดันและมุม มีหน่วยเป็น RMS รูปที่ 3.26 คือรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ซึ่งรูปคลื่นที่กำหนดสามารถหาค่า สูงสุด ได้จากสูตร

$$V_{max} = \sqrt{2}V_{rms} \quad (3.25)$$

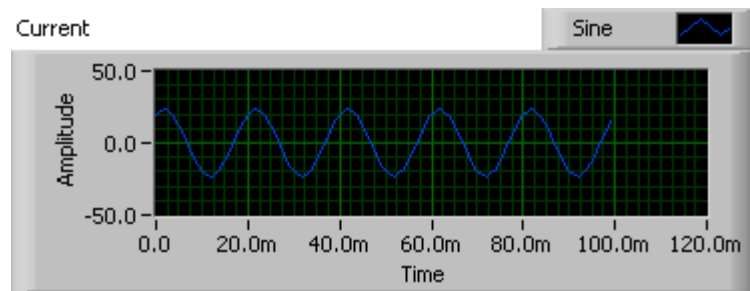
เมื่อ

$$V_{rms} = 215.22 \text{ Volts}$$

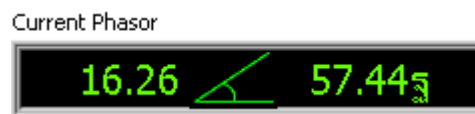
$$V_{max} = \sqrt{2}(215.22) \text{ Volts} = 304.37 \text{ Volts}$$



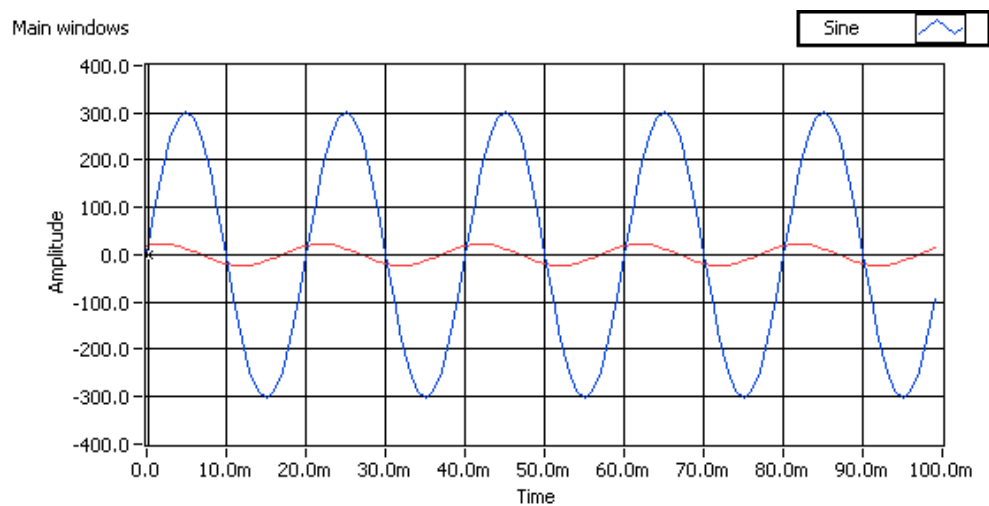
รูปที่ 3.25 ขนาดและมุมของแรงดันที่กำหนดมีหน่วยเป็น RMS



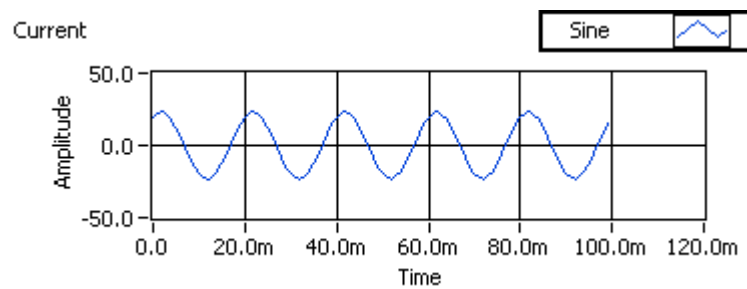
รูปที่ 3.26 รูปคลื่นไซน์ของกระแสที่กำหนด



รูปที่ 3.27 ขนาดและมุมของกระแสที่กำหนดมีหน่วยเป็น RMS



รูปที่ 3.28 รูปคลื่นไซน์แรงดันและกระแสมีหน่วยเป็น V_{peak} , I_{peak}



รูปที่ 3.29 รูปคลื่นไซน์กระแสที่กำหนด

Single phase power system

1883.75	Power (Watts)
3499.83	Apparent Power (VA)
2949.63	Reactive Power (VAR)
0.53823	Power Factor

รูปที่ 3.30 ขนาดกำลังไฟฟ้าทั้งสามแบบและตัวประกอบกำลังของระบบ

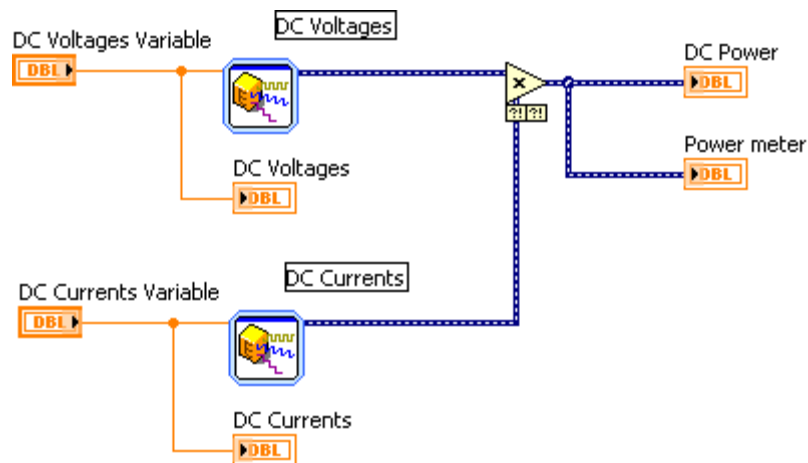
ตารางที่ 3.3 ผลการคำนวณกับค่าที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW ของวงจรไฟฟ้าโหลดตัวเก็บประจุ

	คำนวณ (Calculation)	โปรแกรม LabVIEW
กำลังไฟฟ้าจริง (Real Power)	1,882.54 Watts	1183.75 Watts
กำลังไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Reactive Power)	2,949.51 Var	2949.63 Var
กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power)	3,499 VA	3499.83 VA
ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	0.538	0.538
แรงดันที่กำหนด (Nominal Voltage)	215.20 Volts	215.20 Volts
กระแสที่กำหนด (Nominal Current)	16.26, 57.44 Amps	16.26, 57.44 Amps

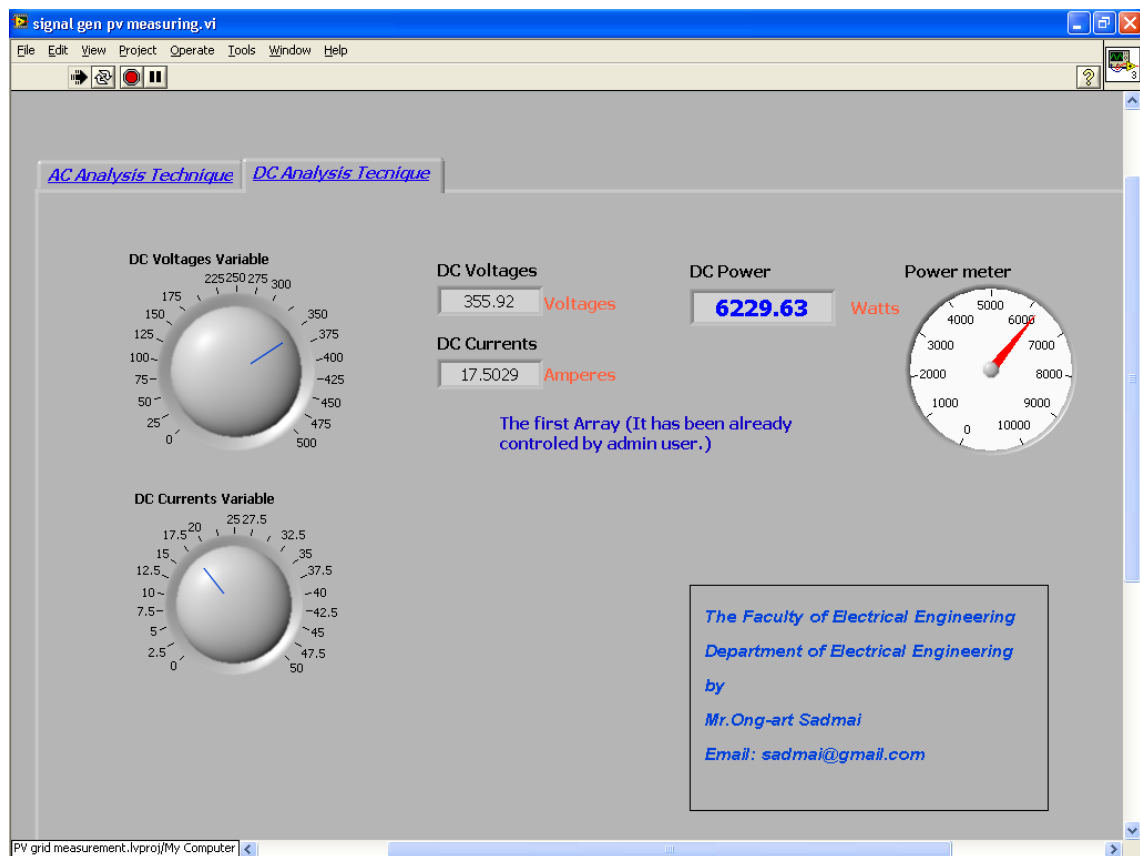
จากการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองสัญญาณทางไฟฟ้า กับโหลดแบบต่างๆ พบว่าค่าที่ได้จากโปรแกรม กับการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกัน และยอมรับผลของการทำงานของโปรแกรมได้ดี ดังแสดงให้เห็นตามตารางที่ 3.1 – 3.3

3.1.2.2 การจำลองระบบ (สร้างสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง)

การโปรแกรม เพื่อคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ ฯ เนื่องจากเป็นแหล่งจ่ายแบบ DC ทำได้ค่อนข้างง่ายไม่สลับ ซับซ้อน ในการทดสอบโปรแกรมได้ทำการจำลอง แหล่งจ่ายแบบ DC โดยมีแหล่งจ่าย 2 แหล่งคือ แหล่งจ่ายแรงดัน และ แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งใช้ Signal Generation สร้างแหล่งจาก DC ออกมา ให้หาคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า ขนาดของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า โดยแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.31 และแสดงค่ากำลังไฟฟ้าแบบตัวเลข และมิเตอร์แบบเข็ม (Gage meter) เพื่อความสวยงาม

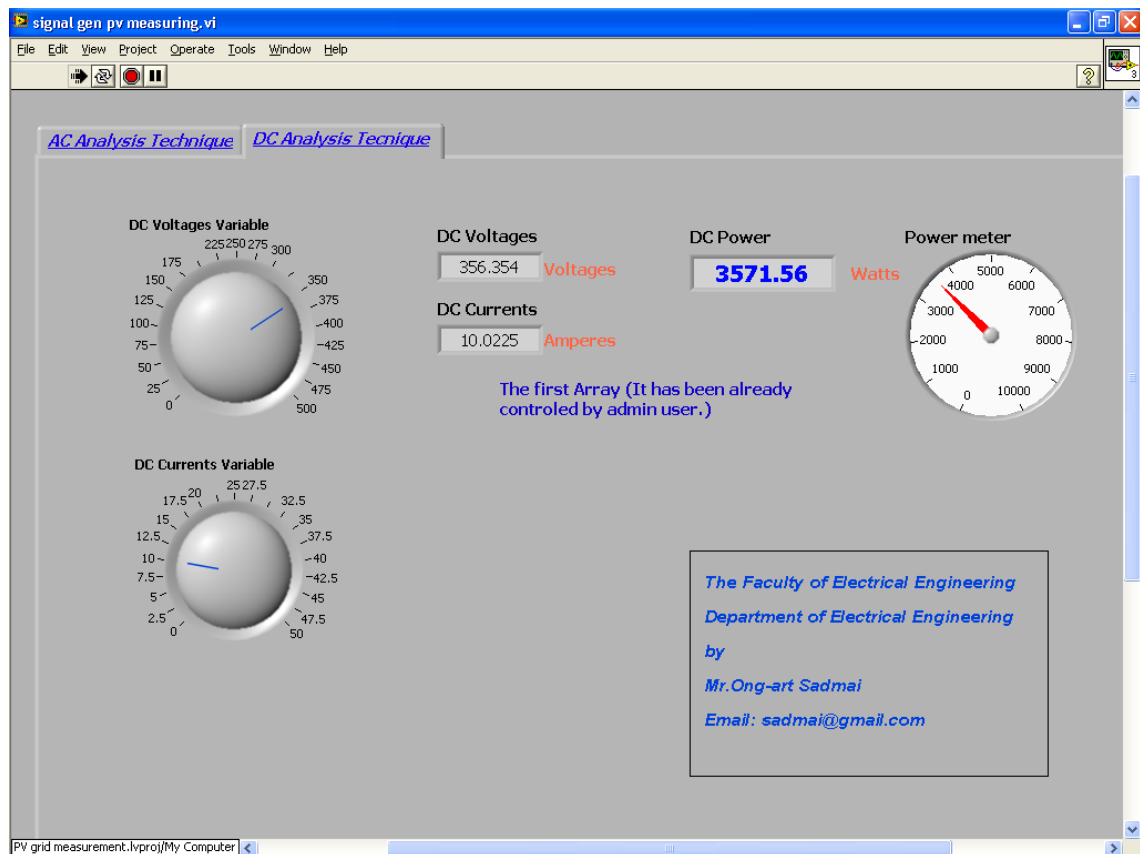


รูปที่ 3.31 Block Diagram การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าทางด้าน DC



รูปที่ 3.32 ผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้ากระแสตรง แบบที่ 1

จากรูปที่ 3.32 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ และมิเตอร์แสดงค่ากำลังไฟฟ้าขณะทำการวัดซึ่งแบบที่ 1 นี้ ขนาดของแรงดันไฟฟ้า 355.92 Volts ขนาดกระแสไฟฟ้า 17.50 Amps กำลังไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ 6,229.63 Watts



รูปที่ 3.33 ผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้ากระแสตรง แบบที่ 2

จากรูปที่ 3.33 แสดงให้เห็นถึงค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ และมิเตอร์แสดงค่ากำลังไฟฟ้าขณะทำการวัดซึ่งแบบที่ 1 นี้ ขนาดของแรงดันไฟฟ้า 356.35 Volts ขนาดกระแสไฟฟ้า 10.02 Amps กำลังไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ 3,571.56 Watts

สรุป

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบระบบติดตามและเฝ้าดูการผลิตพลังงานไฟฟ้า ของระบบโฟโตโวลตาอิก หรือระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. การสำรวจขนาดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ต้องการติดตั้งเครื่องมือวัด ระบบติดตามและเฝ้าดูการผลิตพลังงานไฟฟ้า
2. ออกแบบเครื่องมือวัด การโปรแกรม
3. ทดสอบโดยการจำลองสัญญาณทางไฟฟ้าก่อนการวัดจริง