

บทที่ 2

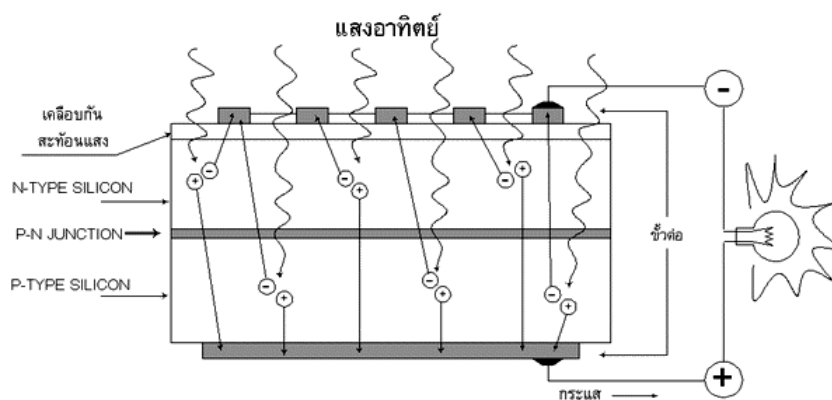
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนำ

บทที่ 2 จะกล่าวถึงเรื่องทฤษฎีที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจะกล่าวถึงทฤษฎีของเซลล์แสงอาทิตย์ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย และเทคนิคการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ การวัดกระแสแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระแสสลับ กำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการใช้งาน Application ที่สนับสนุน รองรับการใช้งานต่างๆของ Software LabVIEW ระบบสื่อสารข้อมูลทางด้านอินเทอร์เน็ต โดยผู้ที่ได้ศึกษาจะมีความรู้ความเข้าใจ การวัดค่าต่างๆของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นเครื่องมือวัดในการศึกษา ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้

2.1 การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

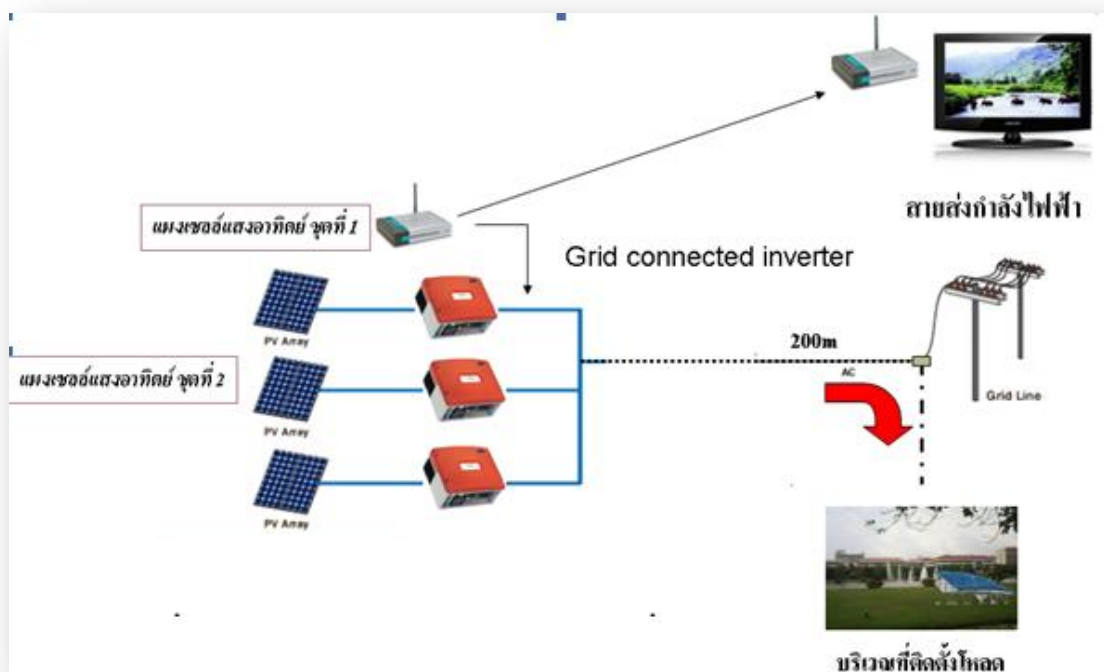
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้า ผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและทำการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า เข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าโดยตรง เรียกว่าวิธีการต่อแบบนี้ว่า ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อการไฟฟ้า หรือเรียกว่า PV Grid Connected System ซึ่งสามารถเลือกการเชื่อมต่อได้ทั้งแบบระบบไฟฟ้าแรงต่ำหรือต่อแบบระบบไฟฟ้าแรงสูงโดยผ่าน หม้อแปลงกำลังไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าต่อไป



รูปที่ 2.1 หลักการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ [2]

หลักการทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถกล่าวได้ว่าทำงานได้ 2 ช่วงเวลาคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์จะได้รับแสงอาทิตย์ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้

โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Grid connected Inverter) พลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือจะถูกจ่ายเข้าระบบแรงต่ำของการไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง สำหรับมิเตอร์ต่ออยู่กับไฟฟ้าของการไฟฟ้า ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ เนื่องจากกริดอินเวอร์เตอร์จะทำการปิดระบบ หรือปิดตัวเองเพื่อหยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบออกไป เพื่อป้องกันการตัวอินเวอร์เตอร์ชำรุดอันเนื่องมาจาก กริดอินเวอร์เตอร์จะถูกทำให้เป็นโหลด ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบได้ ซึ่งในสถานะนี้ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำที่ได้จากการไฟฟ้าจะจ่ายกระแสไฟฟ้าโหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (kilo Watts Hour meter) จะหมุนปกติ ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้าแรงต่ำของการไฟฟ้า จะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบไปด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอินเวอร์เตอร์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อเชื่อมโดยตรงกับ ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้มีสองระบบคือระบบแรงดันต่ำ 220V หรือระบบไฟฟ้าสามเฟส ซึ่งมีการต่ออินเวอร์เตอร์ สามตัวต่อแบบ สตาร์ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าส่งออกเป็นสามเฟส 380V จ่ายให้กับโหลด [3]

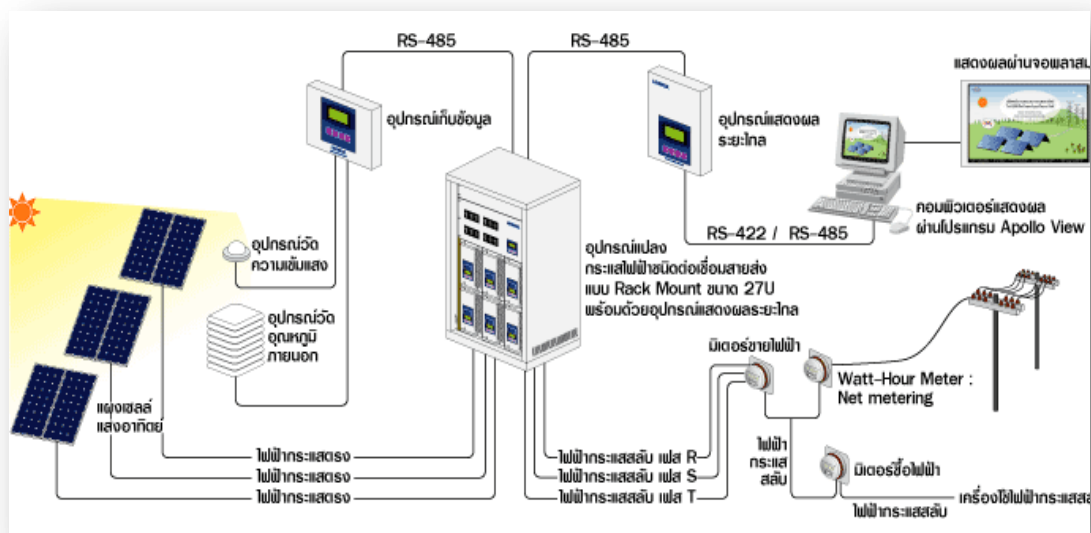


รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของระบบโฟโตโวลตาอิกชนิดเชื่อมต่อกับระบบแรงต่ำของการไฟฟ้า [3]

2.2 ระบบวัดบันทึกและแสดงผล

ระบบวัดบันทึกและแสดงผล ติดตามหรือเฝ้าดูทำงานของระบบการผลิต พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ เทคโนโลยีของเครื่องมือวัดที่ใช้ในโครงการนั้นๆ ซึ่งมักจะแตกต่างกันทั้งทางด้านราคา ประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน ในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นส่วนมากจะตรวจสอบการทำงานเพื่อประเมินสมรรถนะของระบบโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบแบบต่างๆ ประกอบกับซอฟต์แวร์ ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับระบบติดตามหรือเฝ้าดู (Monitoring System) ทำงานของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบันจะตรวจวัดและเก็บข้อมูลในรูปแบบข้อมูล Analog หรือเชิงตัวเลข ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าต่างๆ ได้แต่เนื่องจากระบบ Monitoring System ก็ใช้กำลังไฟฟ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์เช่นกัน ดังนั้นระบบ Monitoring System ก็ไม่ควรมีการใช้กำลังไฟฟ้ามากนัก เพื่อลดภาระการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า เนื่องจากระบบ Monitoring System จะเป็นโหนดที่มีภาระการทำงานหนักเกินความจำเป็นและจะกลายเป็นว่าพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเสียไปกับระบบ Monitoring System เสียเอง

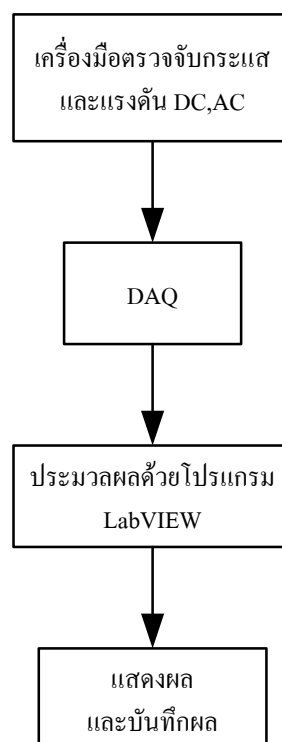
ระบบ Monitoring System จึงเป็นระบบที่มีความจำเป็นในการวัดวิเคราะห์การใช้ การผลิต พลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้รับรู้ หรือทราบการผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลานั้นๆ ได้เป็นอย่างดี สำหรับ Software ที่ใช้ในการวิเคราะห์ จัดเก็บค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท National Instrument (NI) หรือ LabVIEW



รูปที่ 2.3 ระบบวัดบันทึกและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ของผลิตภัณฑ์ยี่ห้อหนึ่งในโครงการของ LEONICS [5]

ระบบ Monitoring System ต้องใช้อุปกรณ์รับรู้ (Sensor) ต่างๆในการวัดและส่งข้อมูลสัญญาณทางไฟฟ้ามาให้กับ อุปกรณ์รับค่าทางไฟฟ้าเพื่อทำการแปลค่า และวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าต่างๆ ออกมาคำนวณแสดงผลทางหน้าจอ

ระบบ Monitoring System ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวิจัยด้านพลังงานที่ต้องนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน ระบบจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญดังรูปที่ 2.4 ซึ่งการออกแบบจะทำการออกแบบเครื่องมือวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าของระบบเสียก่อน แนวทางก็เพื่อให้เหมาะกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลทางไฟฟ้า (DAQ) ซึ่งส่วนใหญ่ input ที่ต้องการจะมีข้อจำกัดในเรื่องของ ขนาดแรงดัน ขนาดกระแส ที่ต้องการมากที่สุด การประมวลผลด้วยโปรแกรม ต้องอาศัยความรู้ความสามารถในการเขียนโปรแกรม ซึ่งต้องการความถนัดความชำนาญในการจัดการ จัดเก็บข้อมูล และการสร้างรายงาน แต่ด้วยศักยภาพของเทคโนโลยีทางด้านการจัดการด้านสัญญาณรูปคลื่นไฟฟ้า ทำให้การเลือกใช้โปรแกรมสำหรับการคำนวณเป็นข้อหนึ่งในการพิจารณาเลือกใช้



รูปที่ 2.4 ไคอะแกรมของระบบ Monitoring System ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์

2.3 มาตรฐานคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าอีกกับระบบจำหน่าย

การต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้า อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อกับระบบได้ ประเทศผู้นำทางเทคโนโลยีนี้ได้ทำมาตรฐานเพื่อแนะนำเรื่องการเชื่อมต่อกับระบบโซลาร์เซลล์กับระบบไฟฟ้า และคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อกับระบบโฟโตโวลตาอิกกับระบบไฟฟ้าในประเทศของตนไว้เช่น

1. IEEE Std. 929-2000; IEEE Recommended Practice for Unity Interface of Photovoltaic System [7] เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้น ได้ให้ข้อกำหนดคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อกับระบบดังนี้

- ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ PCC ควรอยู่ในช่วง 88-100% ของแรงดันระบบจำหน่ายไฟฟ้า

- แรงดันไฟฟ้ากระพริบ (Voltage Flicker) เป็นผลของการรบกวนทางไฟฟ้าที่มีสาเหตุจากการกระพริบของแรงดันระบบโฟโตโวลตาอิก เวลาที่ควรตัดแรงดันไฟฟ้าออกจากระบบขึ้นกับระดับแรงดันไฟฟ้าที่ PCC แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 การตอบสนองแรงดันผิดปกติ (Response to Abnormal Voltages)

แรงดัน (ที่ PCC)	เวลาที่มากที่สุดในการตัดออกจากระบบ
$V < 50\%$	6 Cycles
$50\% \leq V < 88\%$	120 Cycles
$88\% \leq V \leq 110\%$	การทำงานปกติ
$110\% < V < 137\%$	120 Cycle
$V \geq 137\%$	2 Cycles

- ความถี่ไฟฟ้า ต้องรักษาระดับความถี่ไฟฟ้าในระดับ $50 \pm 0.42 \text{ Hz}$ หากไม่สามารถรักษาระดับความถี่นี้ได้จะต้องมีอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติตัดการจ่ายไฟฟ้า ออกจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าภายใน 6 Cycles

- รูปคลื่นผิดเพี้ยน การขนานระบบโฟโตโวลตาอิกจะต้องไม่ทำให้รูปคลื่นแรงดันและกระแสในระบบจำหน่ายไฟฟ้าผิดเพี้ยนมากเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดใน IEEE Std 519-1992: IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems เป็นมาตรฐานที่แนะนำเรื่องการจัดการและควบคุมฮาร์มอนิกส์ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า แนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากฮาร์มอนิกส์ และมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่องค่าขีดจำกัด (Emission

Limit) ซึ่งค่าขีดจำกัดที่แสดงในมาตรฐานควรใช้กับระบบที่มีการทำงานในสภาวะปกติ (นานกว่า 1- ชั่วโมง) แต่ถ้าการทำงานที่มีคาบเวลาการทำงานน้อยกว่านี้ ขีดจำกัดสามารถเพิ่มมากขึ้นจากเดิมอีก 50%

- ค่าตัวประกอบกำลัง ระบบโฟโตโวลตาอิก ควรทำงานที่ PF มากกว่า 0.85 (Lagging or Leading) เมื่อเอาต์พุตมากกว่า 10% ของอัตราการผลิตไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์

2. JEAG 9701-1993; The Guideline for Grid Connected Dispersed Power Generators [16] เป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่น ได้ให้ **ข้อกำหนดคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่จุดเชื่อมระบบ** ดังนี้

- แรงดันกระพ้อม ต้องอยู่ภายในช่วงมาตรฐานของแหล่งจ่ายแรงดันดังนี้ ระบบ 100 V แรงดันอยู่ในช่วง 95 V ถึง 107 V ส่วนระบบ 200 V แรงดันอยู่ในช่วง 182 V ถึง 222 V
- ค่าตัวประกอบกำลัง มากกว่า 0.85 (Lagging or Leading) ที่จุด PCC
- ฮาร์โมนิกส์กระแส น้อยกว่า 5% ของค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกส์รวมของกระแส (THD_i) และไม่เกิน 3% ของฮาร์โมนิกส์แต่ละอันดับ
- สัญญาณรบกวนความถี่สูง ที่เกิดจากการแผ่รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ต้องน้อยกว่า 36.5 dB ที่จุดห่างจากระบบโฟโตโวลตาอิก 10 เมตร

2.4 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)

ในงานวิจัยจะต้องทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ทั้งกระแสสลับและกระแสตรง ปัญหาที่ คือ แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัดมีปริมาณสูงทำให้การวัดต้องมีการลดระดับแรงดันลง เพื่อให้สามารถทำการวัดและวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องมือ อุปกรณ์ขนาดเล็ก ซึ่งมีอยู่ในเครื่องมือวัดทั่วไป การลดขนาดของกระแสไฟฟ้าลงให้เหมาะสมกับเครื่องมือวัด โดยการใช้หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (VT) และหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (CT)

2.4.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Voltage Transformer; V.T.)

หม้อแปลงไฟฟ้ามีหลักการทำงานเหมือนกับหม้อแปลงกำลังไฟฟ้า (Power Transformer) หน้าที่ทั่วไป ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้า 220Volts ที่ต่อคร่อมกับขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลง (Step down Transformer) เช่น 6Volts เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จาก หม้อแปลงไฟฟ้า สมการพื้นฐานที่แสดงค่าอัตราส่วนของ P.T. แสดงดังนี้

$$a_1 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (2.1)$$

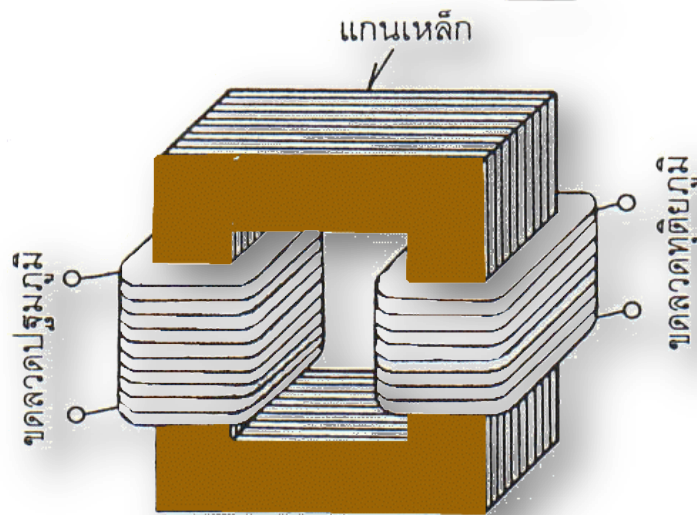
เมื่อ a_i = อัตราส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformation Ratio)

V_1 = แรงดันไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิ

V_2 = แรงดันไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ

N_1 = จำนวนรอบในขดลวดปฐมภูมิ

N_2 = จำนวนรอบในขดลวดทุติยภูมิ



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า []

2.4.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer)

หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่ลดกระแสไฟฟ้าใช้งานให้ต่ำลง เช่น 50/1A เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของกระแสใช้งานของเครื่องมือวัดต่างๆหรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล DAQ หลักการทำงานของหม้อแปลงคือ เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าจ่ายให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้าน ปฐมภูมิ (Primary) จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้ามีผลทำให้ มีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำหรือขดลวดของหม้อแปลงนั้น โดยสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะไปเหนี่ยวนำ กับขดลวดชุดที่สอง (Secondary) โดยมีขนาดแรงดัน และกระแสตามอัตราส่วนหม้อแปลง (Turn Ratio) ดังสมการที่ 2.3

$$a_i = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad (2.2)$$

เมื่อ I_1 = กระแสไฟฟ้าในขดลวดปฐมภูมิ

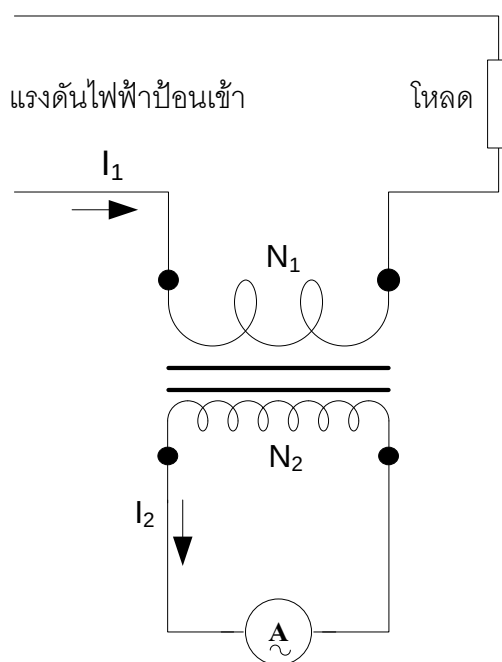
I_2 = กระแสไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ

N_1 = จำนวนรอบของขดลวดในขดลวดปฐมภูมิ

N_2 = จำนวนรอบของขดลวดในขดลวดทุติยภูมิ

a_t = อัตราส่วนของหม้อแปลงกระแส

การวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับ เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด จะมีขนาดของกระแสไฟฟ้า ค่อนข้างมาก ทำให้การวัดกระแสไฟฟ้าโดยผ่าน เครื่องมือวัดอื่นๆจะทำให้ขนาดของตัวนำของ เครื่องมือวัดอื่นๆ มีขนาดตัวนำค่อนข้างใหญ่ ดังนั้น การใช้หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีขนาดเล็กลง โดยมีตัวอย่างขนาดของ หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (CT) เช่น 30/5 A, 50/5 A, 300/5 A ซึ่งหมายความว่า ถ้ามีขนาดกระแสที่ใช้งาน 300A จะทำให้ขนาดกระแสที่วัดได้ของหม้อแปลงกระแสคือ 5 A โดยการต่อจะทำการลัดวงจร ด้านออก ไว้ตลอดเพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจาก แรงดันไฟฟ้าของ หม้อแปลงกระแสมากเกินไปทำให้ หม้อแปลงกระแสทำงานได้ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของหม้อแปลงกระแส

รูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นโครงสร้างของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (CT) ซึ่งทำหน้าที่ในการลดขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานให้มีขนาดที่เล็กลง เหมาะสมกับเครื่องมือวัด หรือเครื่องจัดเก็บข้อมูล

2.4.3 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider)

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider) ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดไม่เท่ากัน วงจรแบ่ง

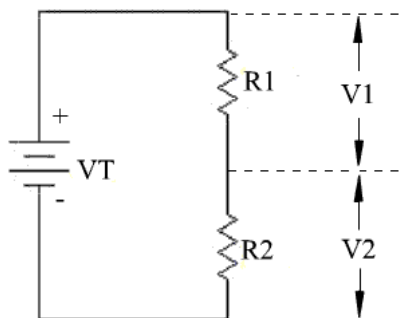
แรงดันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage divider) และวงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

2.4.3.1 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (Unloaded voltage divider)

วงจรการแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (Unloaded voltage divider) ก็คือ วงจรแบบอนุกรม อาศัยการวิเคราะห์โดยพารามิเตอร์สองตัวคือ แรงดัน กับความต้านทาน ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.6 โดยแสดงให้เห็นดังสมการต่อไปนี้

$$V_{R1} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} V_T \quad (2.1)$$

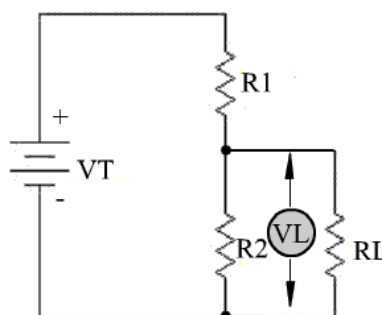
$$V_{R2} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} V_T \quad (2.2)$$



รูปที่ 2.7 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)

2.4.3.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

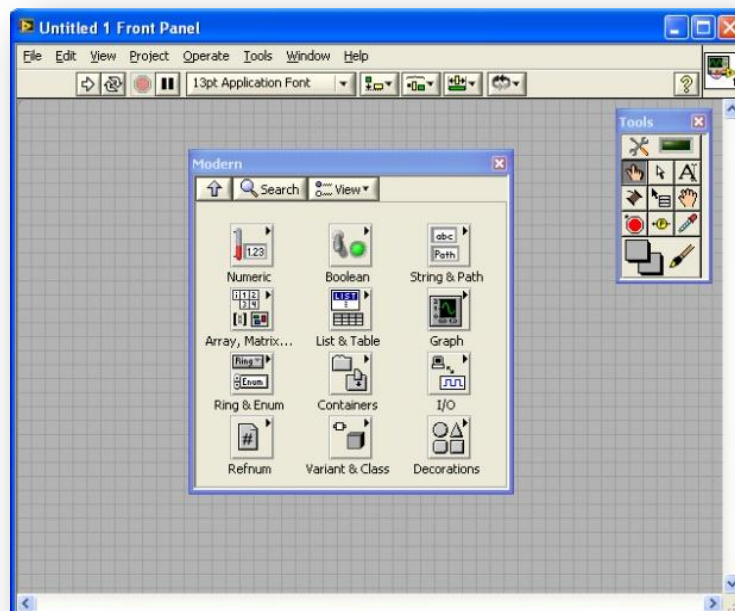
ในวงจรอนุกรมที่คำนวณค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานต่างๆ เมื่อนำเอาโหลด (R_L) มาต่อคร่อมตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งก็จะได้วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด



รูปที่ 2.8 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

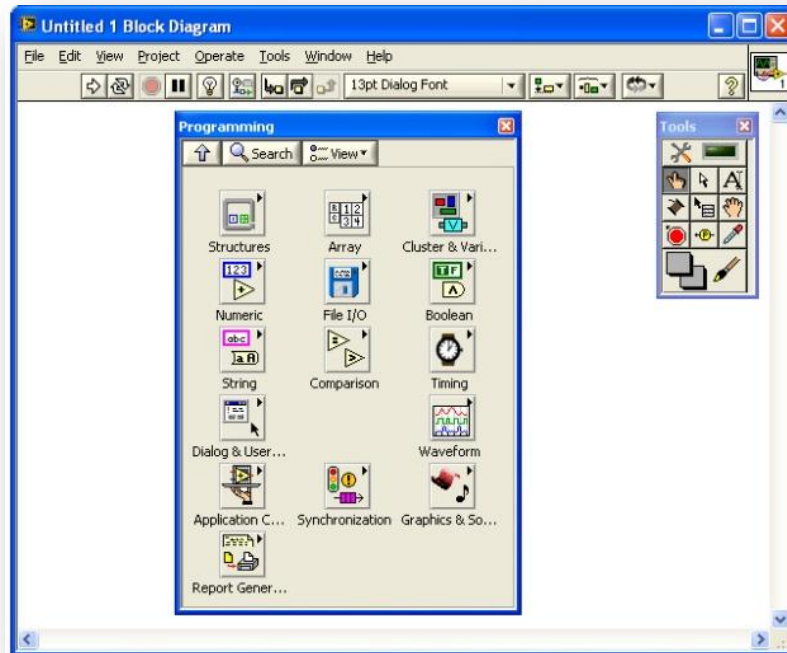
2.5 โปรแกรม LabVIEW

โปรแกรม LabVIEW [9] เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อการโปรแกรม สำหรับการเก็บข้อมูล การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดและการควบคุมระบบ LabVIEW จะใช้ภาษารูปภาพ (Graphical Language) ในการเขียนโปรแกรม โปรแกรม LabVIEW มีฟังก์ชันมากมาย เพื่อให้ นักพัฒนาสามารถนำมาใช้ให้เหมาะกับงานแต่ละงาน ได้อย่างดี รูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นหน้าตาของ โปรแกรมซึ่ง Front Panel จะมีไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบโปรแกรมได้เข้าไปสร้างรูปภาพหน้าตาของ โปรแกรมเพื่อใช้งาน เช่น การสร้างมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิห้อง การสร้างมิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าของระบบ



รูปที่ 2.9 Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW

จากรูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงส่วนของการโปรแกรม ซึ่งจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน กับส่วนของ Front Panel ซึ่งในที่นี้อาจจะเรียกว่าหน้าแรกของโปรแกรมก็ได้ เนื่องจากจะต้องให้ผู้ใช้หรือ User เข้ามาทำการจัดการค่าพารามิเตอร์ ปรับแต่ง เรียกใช้โปรแกรมจากส่วนนี้ได้



รูปที่ 2.10 Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW

2.5.1 เครื่องมือ (Tools)

ตัวช่วยที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม LabVIEW ซึ่งสามารถเรียกใช้งานทุกที่ แล้วแต่การใช้งาน



สำหรับป้อนค่าหรือเลือกเงื่อนไข



สำหรับเลือกและจัดวางตำแหน่งของตัวฟังก์ชันหรือปุ่มต่างๆ



สำหรับแก้ไขหรือเพิ่มคำอธิบายที่เป็นตัวหนังสือ



สำหรับเชื่อมต่อฟังก์ชันที่ใช้ใน Block Diagram

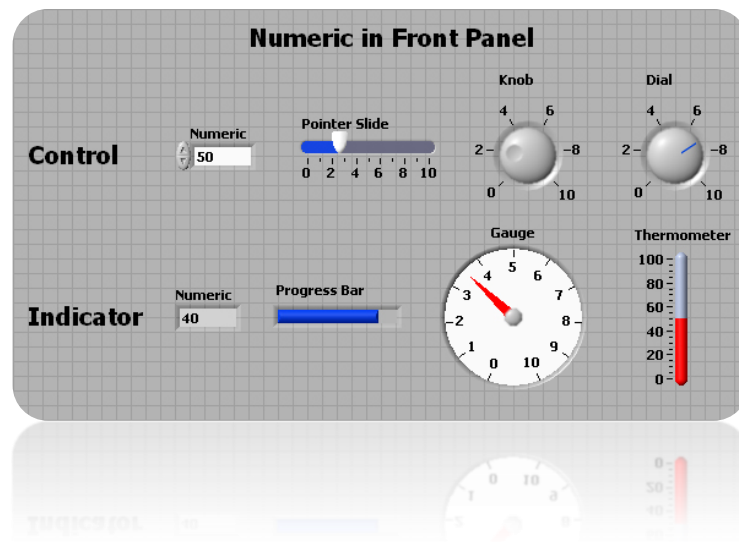
2.5.2 หน้าแรก (Front Panel)

ส่วนที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน สำหรับใส่ค่าและแสดงผลของตัวโปรแกรมที่สร้างขึ้นมา โดยส่วนของการใส่ค่าจะเรียกว่า (Control) ส่วนการแสดงผลจะเรียกว่า (Indicator) ที่ถูกนำมาใช้ใน Front Panel ซึ่งจะมีจุดต่อเชื่อมปรากฏอยู่ที่ Block Diagram ด้วย เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน ตัว Control ที่ Front Panel จะทำการส่งข้อมูลผ่านไปยัง Block Diagram และตัวแสดงผลจะส่งค่าจาก

Block Diagram กลับมาแสดงผลที่ Front Panel ผ่านตัว Indicator ที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ใช้ในตัว Control และ Indicator มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบดังนี้

2.5.2.1 Numeric

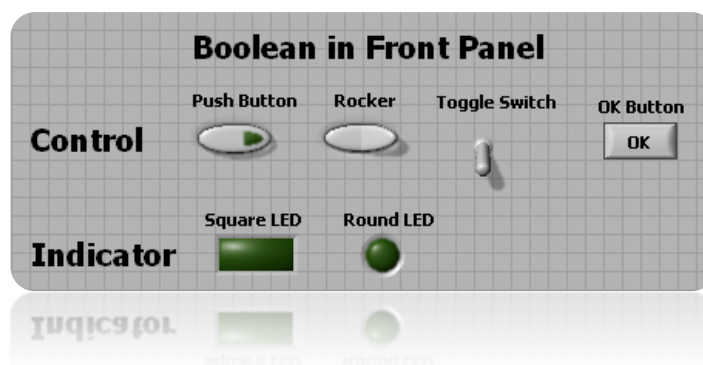
มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น ตัวเลขดิจิทัล, แถบเลื่อน, ปุ่มหมุน, เกจ หรือสเกลในรูปแบบต่างๆ



รูปที่ 2.11 ฟังก์ชัน Control และ Indicator แบบ Numeric ใน Front Panel

2.5.2.2 Boolean

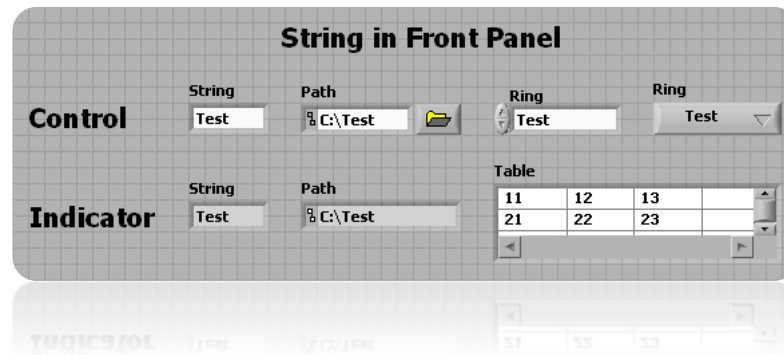
เงื่อนไข มี 2 สถานะคือ On/Off หรือ True/False รูปแบบของ Boolean จะเป็น ปุ่มสี่, ปุ่มกดหยุดหรือปุ่มเลื่อนเปิด/ปิด



รูปที่ 2.12 ฟังก์ชัน Control และ Indicator แบบ Boolean ใน Front Panel

2.5.2.3 String

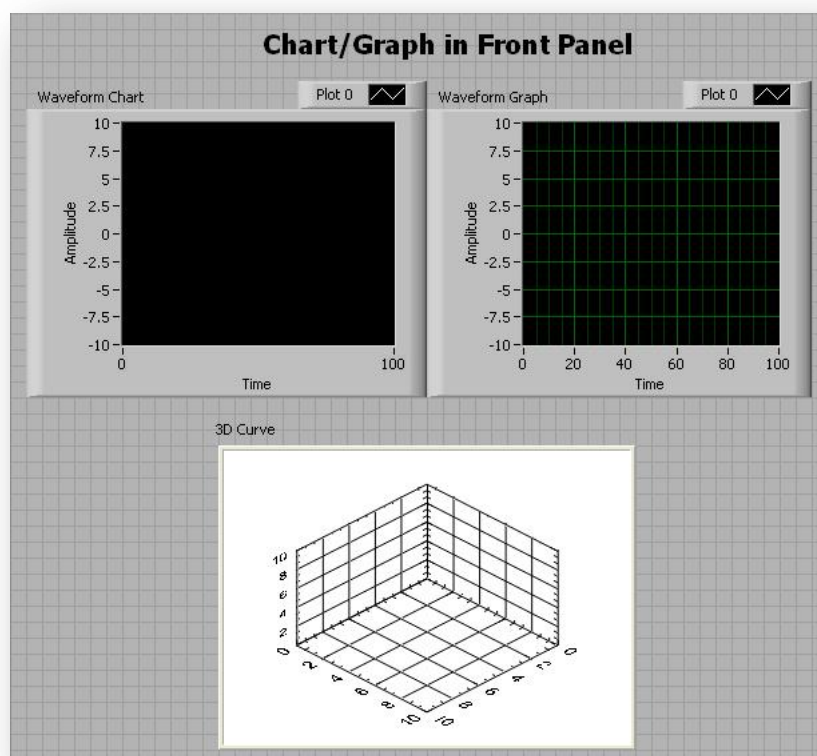
ตัวอักษรที่ใช้สำหรับป้อนค่า, แสดงผลหรือจัดเก็บข้อมูลไว้ในรูปของไฟล์



รูปที่ 2.13 ฟังก์ชัน Control และ Indicator แบบ String ใน Front Panel

2.5.2.4 Chart/Graph

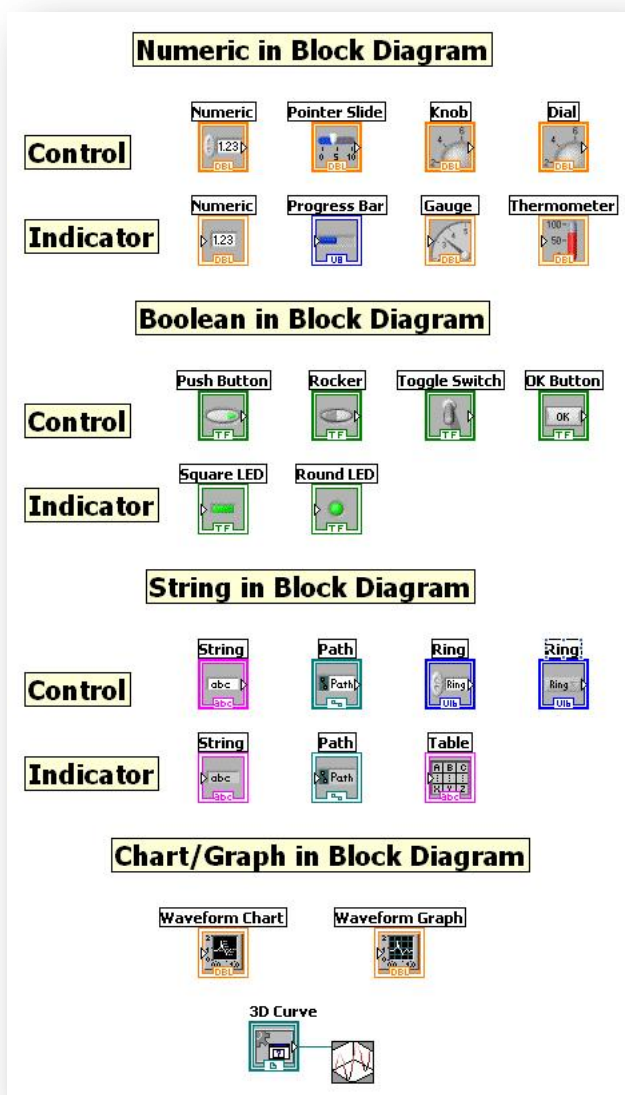
เป็น Indicator ที่ใช้แสดงข้อมูลเทียบกับเวลา ซึ่งมีทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ



รูปที่ 2.14 ฟังก์ชัน Indicator แบบ Chart/Graph ใน Front Panel

2.5.2.5 Block Diagram

ส่วนที่เก็บ Source code ของโปรแกรม LabVIEW ซึ่งตัวโปรแกรม LabVIEW จะเรียกว่า “VI” ตัว Code ในโปรแกรม LabVIEW เป็นรูปภาพที่เรียกกันว่า Graphical Programming หลักการของโปรแกรมจะเชื่อมต่อตัวจุดเชื่อมต่อต่างๆ เข้าด้วยกันแทนที่จะเขียนโดยใช้คำสั่งต่างๆ



รูปที่ 2.15 ฟังก์ชัน Numeric, Boolean, String และ Chart/Graph ใน Block Diagram

2.6 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Acquisition)

Data Acquisition [10] หรือ DAQ คือกระบวนการอ่านค่าสัญญาณทางไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ แล้วนำมาเก็บไว้บนคอมพิวเตอร์เพื่อการวัด วิเคราะห์ จัดเก็บหรือแสดงผลด้วยซอฟต์แวร์ โดย DAQ แบบพื้นฐานจะสามารถทำหน้าที่ได้หลายหน้าที่พร้อมกัน โดยมีหน้าที่หลักคือ

2.6.1 Analog Input สำหรับรับสัญญาณอนาล็อก ใช้วัดค่าสัญญาณแรงดันจากเซนเซอร์ต่างๆ

2.6.2 Analog Output สำหรับสร้างสัญญาณอนาล็อกทั้งแบบ DC และ AC ที่เป็น Waveform

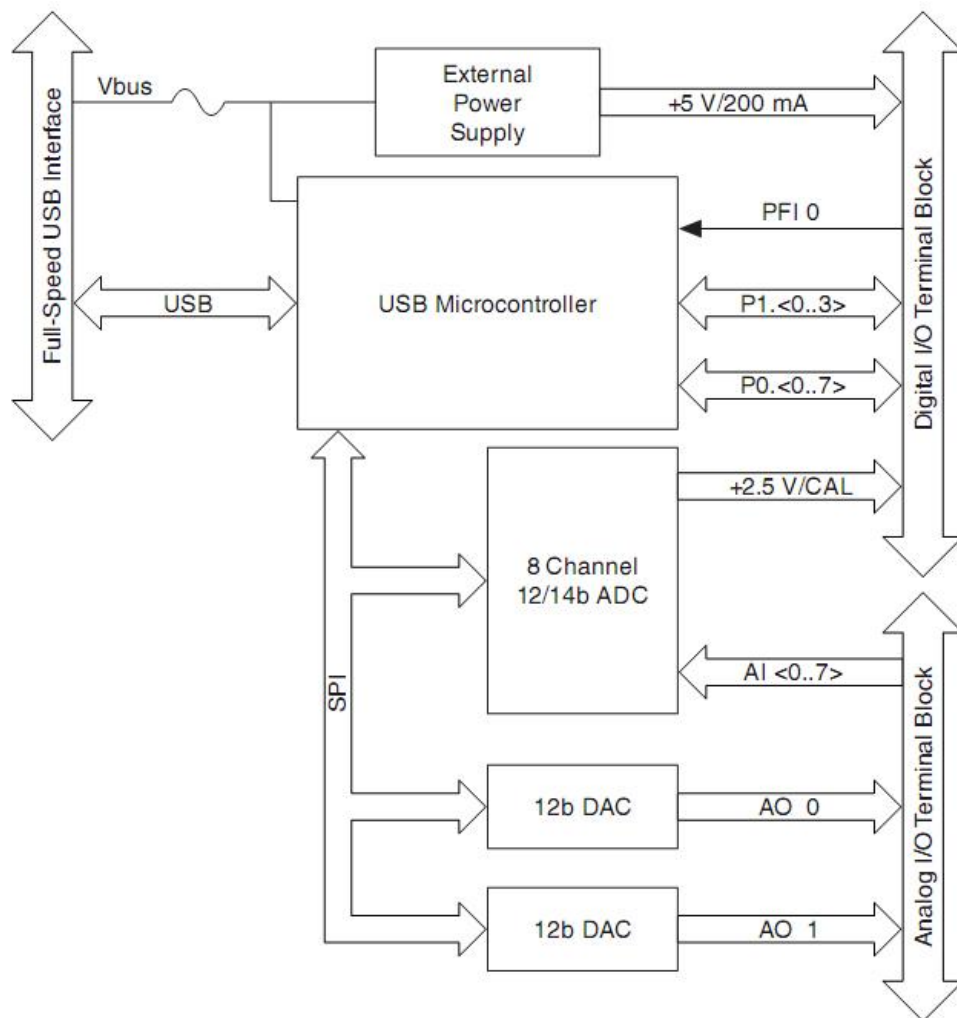
2.6.3 Digital I/O ใช้ในการรับหรือสร้างสัญญาณดิจิทัล เพื่อทำงานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก

2.6.4 Counter I/O ทำหน้าที่วัดสัญญาณจาก Encoder หรือสร้างสัญญาณ Pulse

ในการใช้งาน Data Acquisition นั้น โครงการนี้จะใช้ NI USB-6008 ในการอ่านค่าสัญญาณ ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะและไดอะแกรมการทำงานดังนี้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลจำเพาะของ NI USB-6008 (Specification of USB NI-6008) [10]

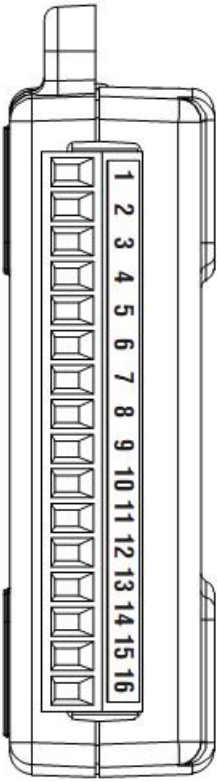
<i>Analog Input</i>			<i>Digital I/O</i>	
Channels	Single-Ended	8 Channels	Bidirectional Channels	12 Channels
	Differential	4 Channels	Current Drive Single	8.5 mA
Resolution		12 bits	Current Drive All	102 mA
Sample Rate		10 kS/s	Maximum Input Range	0 - 5 V
Maximum Voltage Range		± 10 V		
<i>Analog Output</i>			<i>Counter/Timers</i>	
Channels		2 Channels	Counters	1
Resolution		12 bits	Maximum Range	0 - 5 V
Maximum Voltage Range		0 - 5 V	Max Source Frequency	5 MHz _r
Update Rate		150 S/s	Minimum Input Pulse Width	100 ns
Current Drive Single		5 mA	Resolution	32 bits
Current Drive All		10 mA	Time base Stability	50 ppm



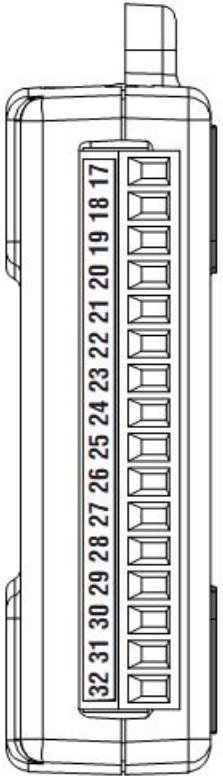
รูปที่ 2.16 ไคอะแกรมการทำงานของ NI USB-6008 [10]

ในการใช้งาน NI-USB 6008 นั้นจะมีการต่อสายที่แตกต่างกันไปตามการใช้งาน ซึ่งสามารถจำแนกช่องสัญญาณแต่ละจุดต่อแต่ละฝั่งได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ช่องสัญญาณของจุดต่อฝั่งนาฬิกา

ลักษณะช่องสัญญาณ	จุดต่อ	สัญญาณแบบ	สัญญาณแบบ
		Single-Ended	Differential
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

ตารางที่ 2.4 ช่องสัญญาณของจุดต่อฝั่งดิจิทัล

ลักษณะช่องสัญญาณ	จุดต่อ	สัญญาณ
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดของช่องสัญญาณ

สัญญาณ	จุดอ้างอิง	ทิศทางข้อมูล	รายละเอียด
GND	-	-	เป็นจุดอ้างอิงการต่อแบบ Single-Ended และเป็นจุดไบอัสกระแสกลับในการต่อแบบ Differential, Analog Output, Digital I/O, +5VDC Supply และ +2.5 VDC
AI <0..7>	ไม่แน่นอน	รับข้อมูล	เป็นจุดรับข้อมูลของการต่อแบบ Single-Ended และแบบ Differential
AO 0	GND	ส่งข้อมูล	เป็นจุดส่งข้อมูลของ AO 0
AO 1	GND	ส่งข้อมูล	เป็นจุดส่งข้อมูลของ AO 1
PI.<0..3> PO.<0..7>	GND	รับ/ส่งข้อมูล	สามารถเลือกให้รับ/ส่งข้อมูลได้
+2.5 V	GND	ส่งข้อมูล	เป็นจุดอ้างอิงของการ Wrap-back testing
+5 V	GND	ส่งข้อมูล	เป็นแหล่งจ่าย +5 V/200 mA
PFI 0	GND	รับข้อมูล	ใช้สำหรับตรึงสัญญาณดิจิทัลหรือการนับ

สรุป

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะประกอบไปด้วย ความรู้ต่างๆที่ต้องทราบ เพื่อให้การศึกษได้พัฒนาความรู้ได้อย่างต่อเนื่อง เช่น

1. ความรู้เรื่อง Grid Connected Inverter
2. Voltage Divider and Current Transformer
3. LabVIEW Basic Programming
4. Data Acquisition (DAQ)