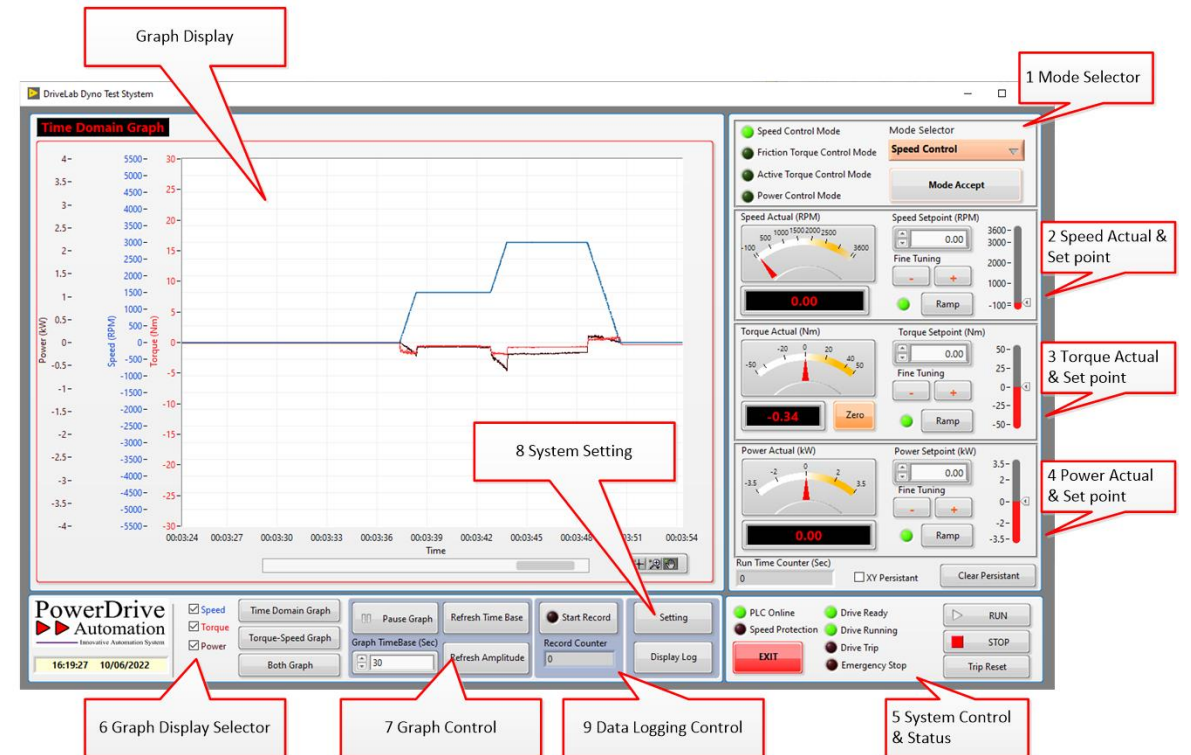
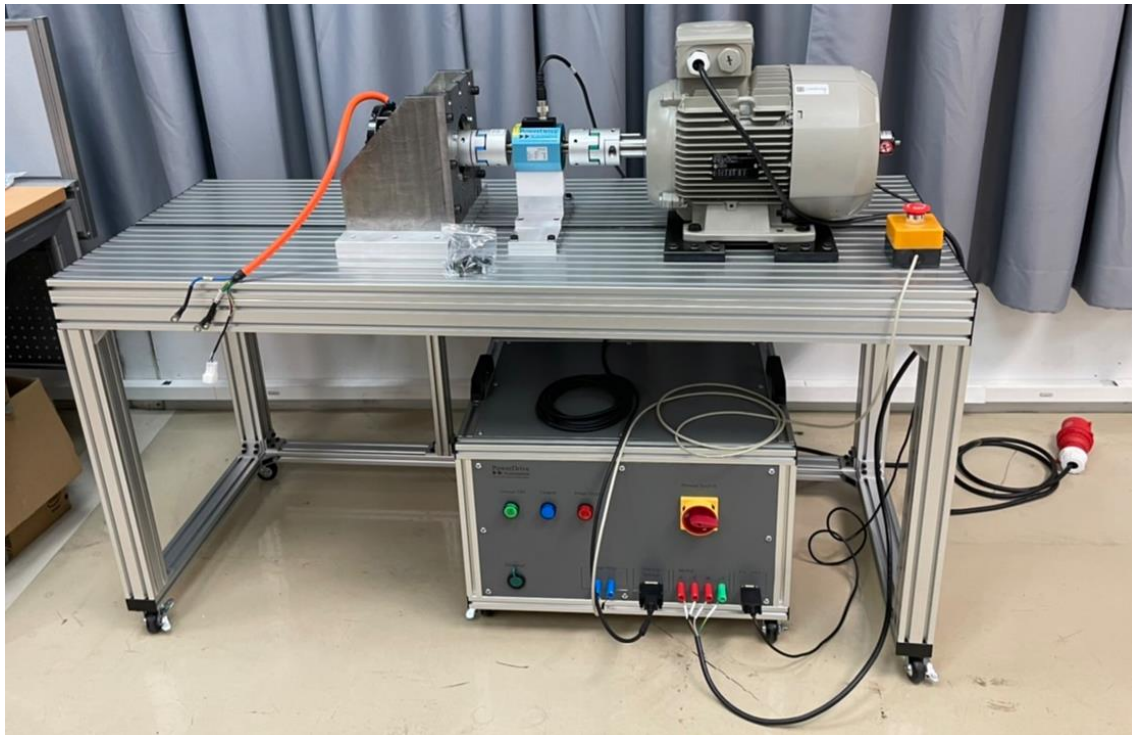
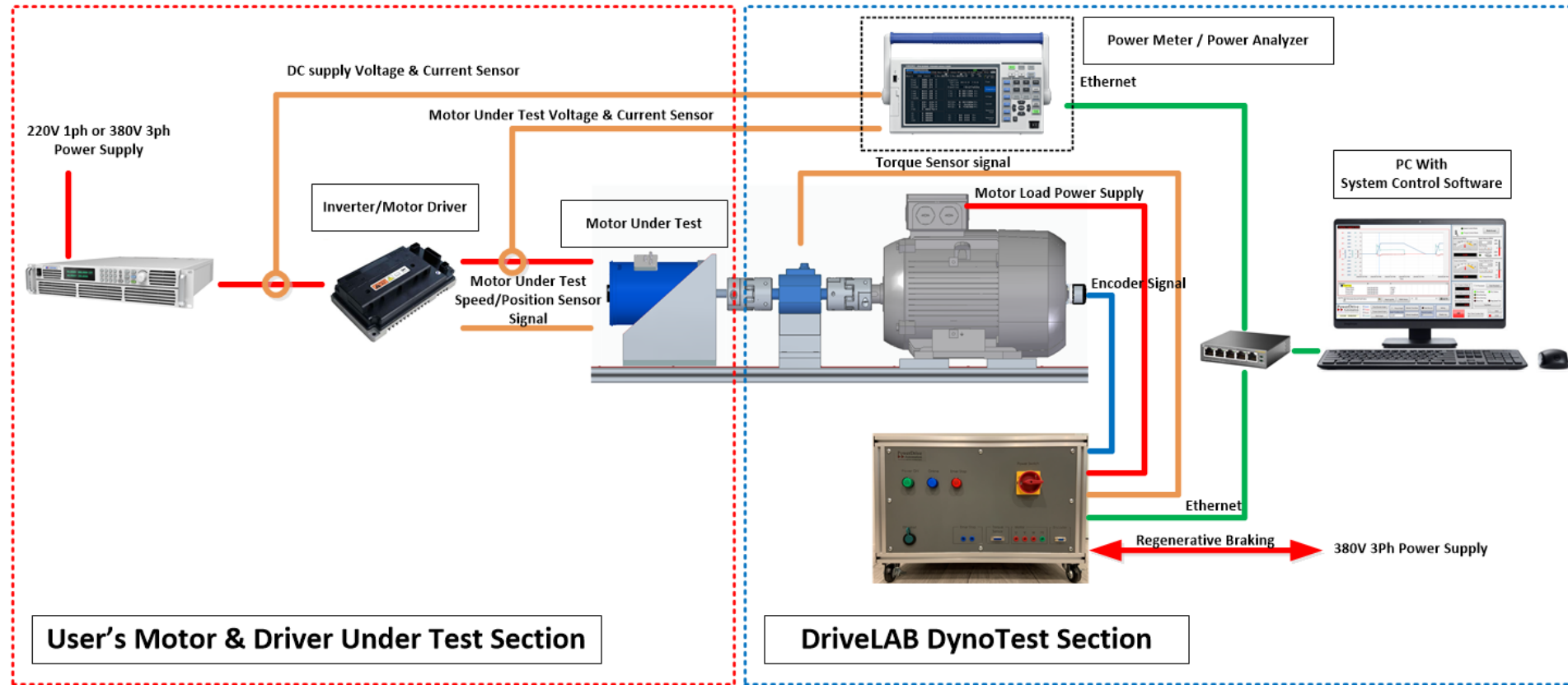


ชุดสร้างโหลดทางกล สำหรับงานวัดและทดสอบ Motor และ Rotating Machine

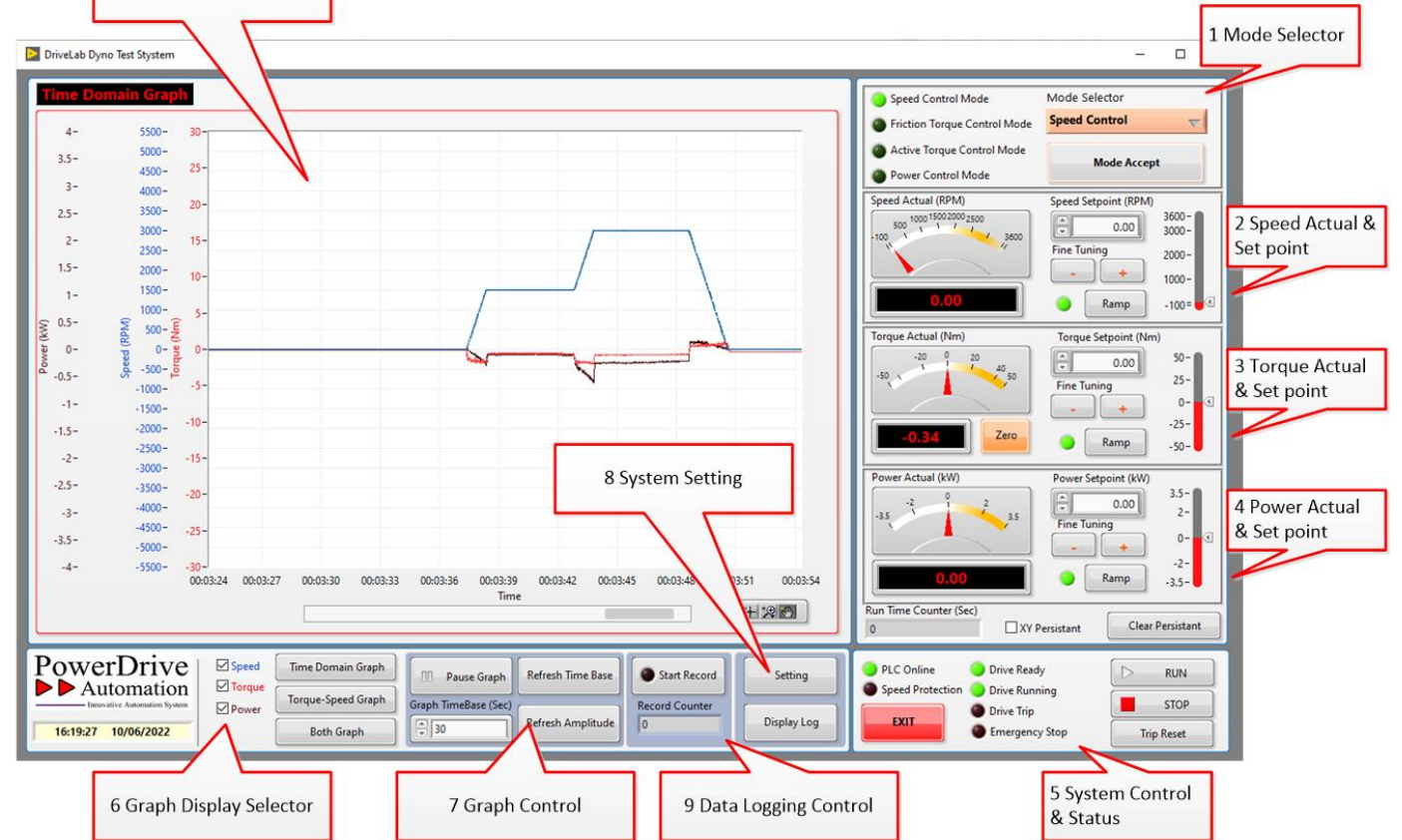
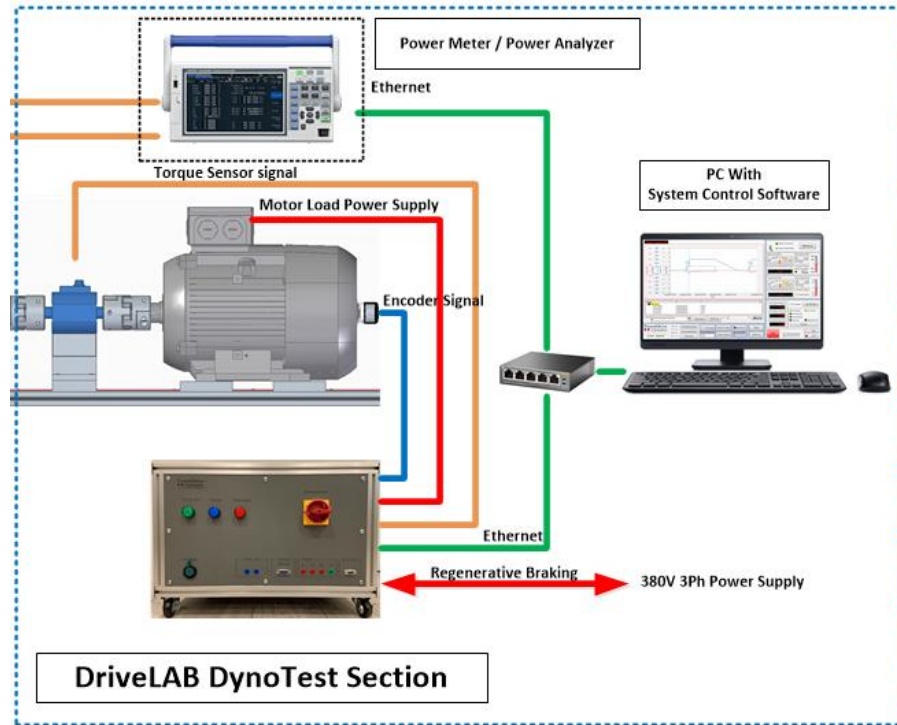


DriveLAB DynoTest : System Overview



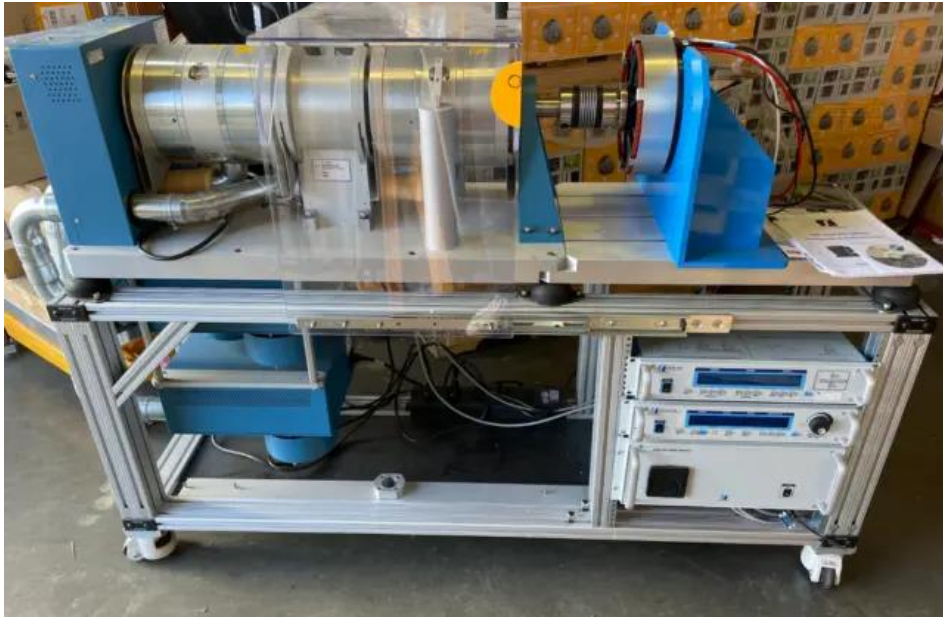
- ในการทดสอบ Motor และระบบขับเคลื่อนของ Motor สิ่งสำคัญคือ Dynamometer สำหรับการสร้างโหลดทางกลของ Motor และระบบการวัดค่า Parameters ทั้งทางกลและทางไฟฟ้า เพื่อหาคุณสมบัติ และประสิทธิภาพของ Motor

DriveLAB DynoTest : System Overview



- DriveLAB DynoTest คือ Dynamometer ที่สามารถทำงานได้แบบ 4 Quadrant และสามารถ Regenerative พลังงานจากการเบรค กลับไปสู่ Power Grid ได้ ควบคุมด้วย Software ที่ใช้งานง่าย ออกแบบมาสำหรับงานทดสอบ Rotating Machine ได้ทุกชนิด โดยมี Function การทำงานหลายรูปแบบ หลาย Mode การทำงาน

Overview : หลักการทำงานพื้นฐานของ Dynamometer



- Dynamometer ในยุคแรกๆ คือเครื่องสร้างโหลดทางกล โดยการสร้างแรงเสียดทานหรือแรงบิดต้าน(Friction Torque) สำหรับใช้ทดสอบ Rotation Machine ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องยนต์ หรือ Motor ชนิดต่างๆ
- Technology ที่ใช้สร้างแรงเสียดทานนี้ เริ่มต้นทำกันแบบง่ายๆ คือใช้ผ้าเบรก หรือ Disc เบรกทางกล ซึ่งจะมีปัญหาเรื่องการสึกหรอ ความร้อน และผงฝุ่น ต่อมาจึงพัฒนามาใช้การเบรกด้วยแม่เหล็กแทน(Hysteresis Brake, Eddy Current Brake) ซึ่งจะไม่มีปัญหาเรื่องการสึกหรอ และผงฝุ่น แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องความร้อน ต้องมีระบบระบายความร้อนที่ดี ถ้าต้องการใช้งานต่อเนื่องนานๆ
- ระบบ Dynamometer แบบนี้ จะมี Power Loss ค่อนข้างสูง เพราะพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเบรก ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ใดๆได้ ต้องระบายออกไปในรูปความร้อนอย่างเดียว เกิดการสูญเสียที่เปล่าประโยชน์

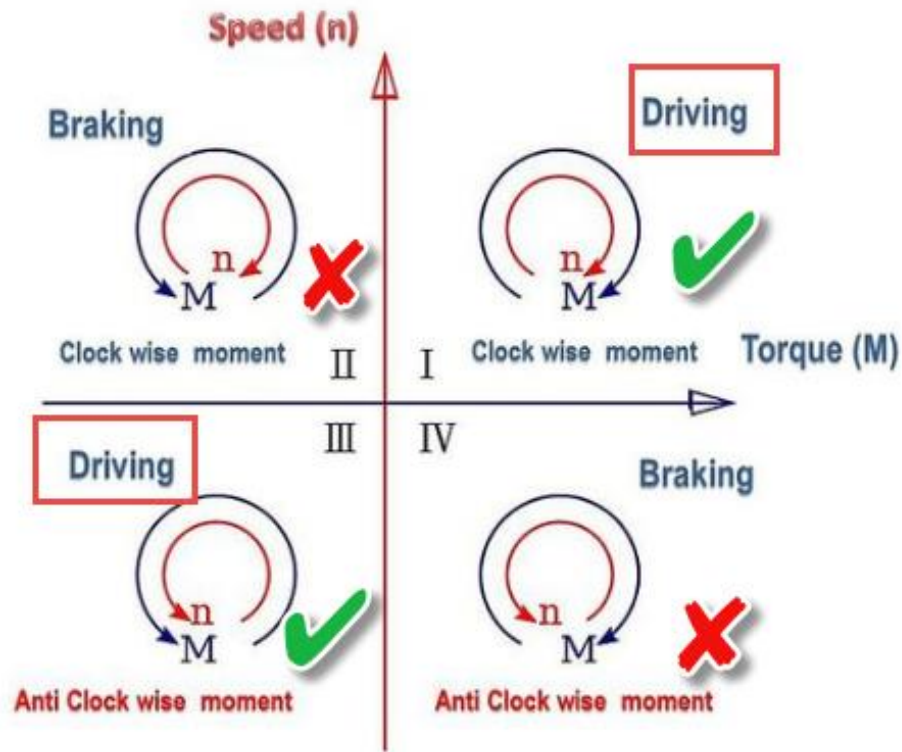
Dynamometer ยุคแรก : การวัด Torque ด้วย Strain Gauge



- Dynamometer ในยุคแรกๆ จะพบว่า มีหลายๆรุ่นที่ไม่ได้วัดแรงบิดโดยตรง ที่เพลาลงของ Dynamometer แต่จะใช้การวัดแรงกดด้วย Strain Gauge แล้วนำมาคำนวณเป็น Torque อีกทีหนึ่ง ซึ่งเป็นการวัดแบบ In-Direct
- สามารถใช้งานได้ แต่ต้องมีการ Calibrate ที่ดี จึงจะวัดได้แม่นยำ
- ต่อมาได้มีการพัฒนา ให้มีการใช้ In-line Torque Sensor ร่วมกับ Dynamometer เพื่อให้ได้การวัดที่แม่นยำขึ้น และเป็นการวัดแบบ Direct on Shaft คือวัดแรงบิดที่เกิดขึ้นจริงๆที่เพลาลง

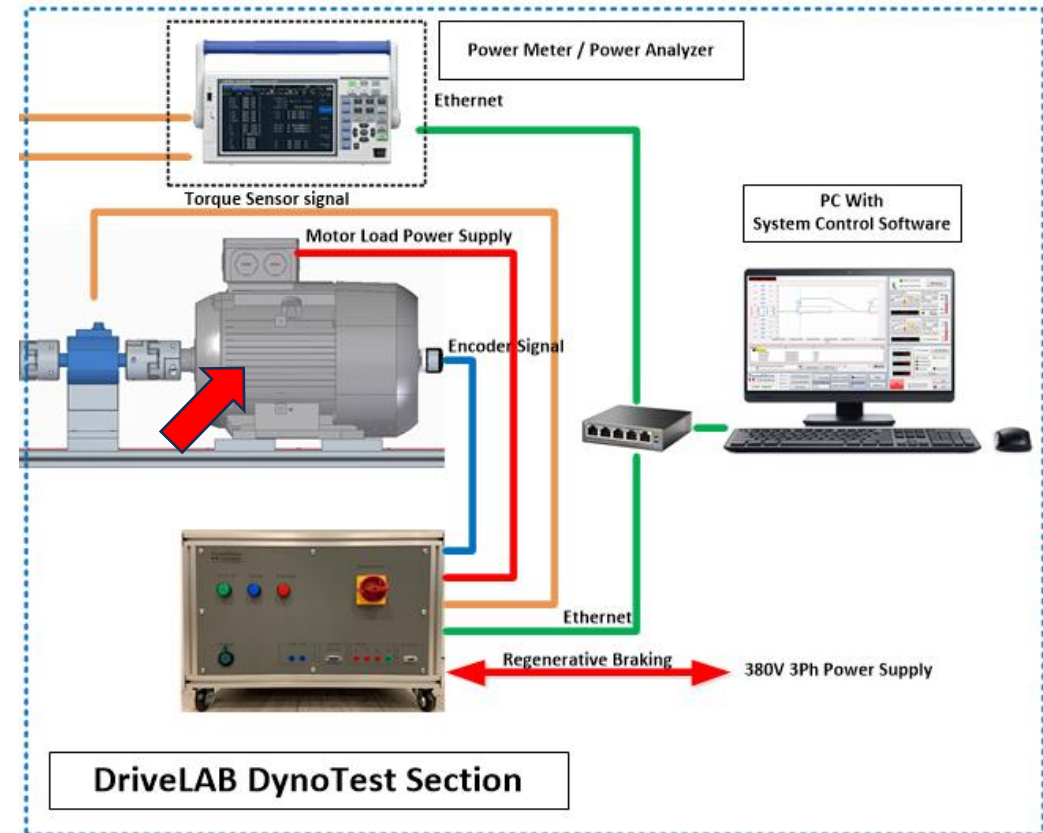
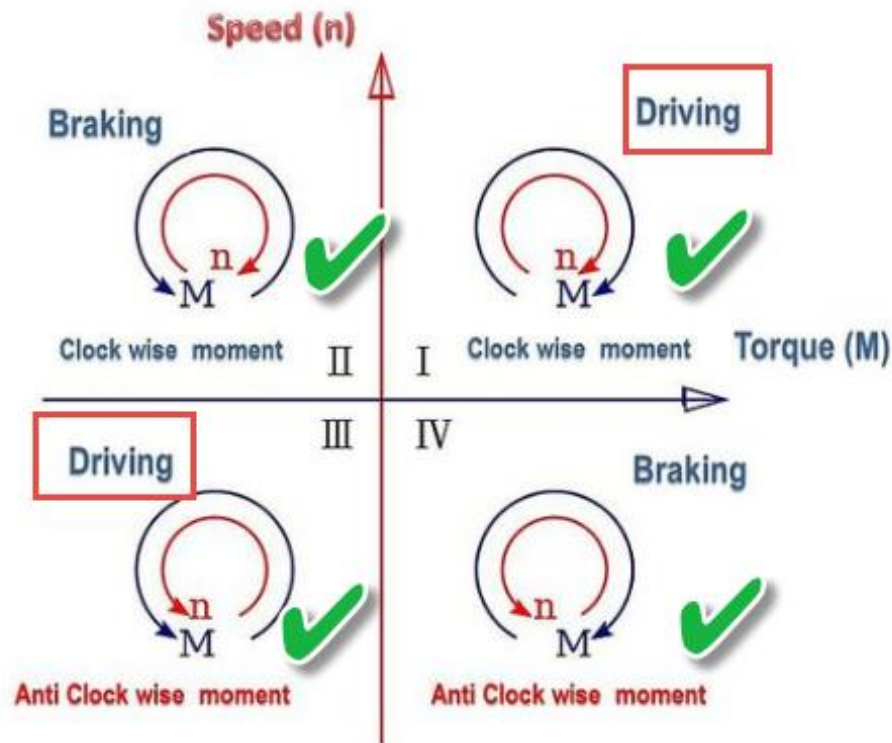


Dynamometer ยุคแรก : ทำงานได้เพียง 2 Quadrant เท่านั้น



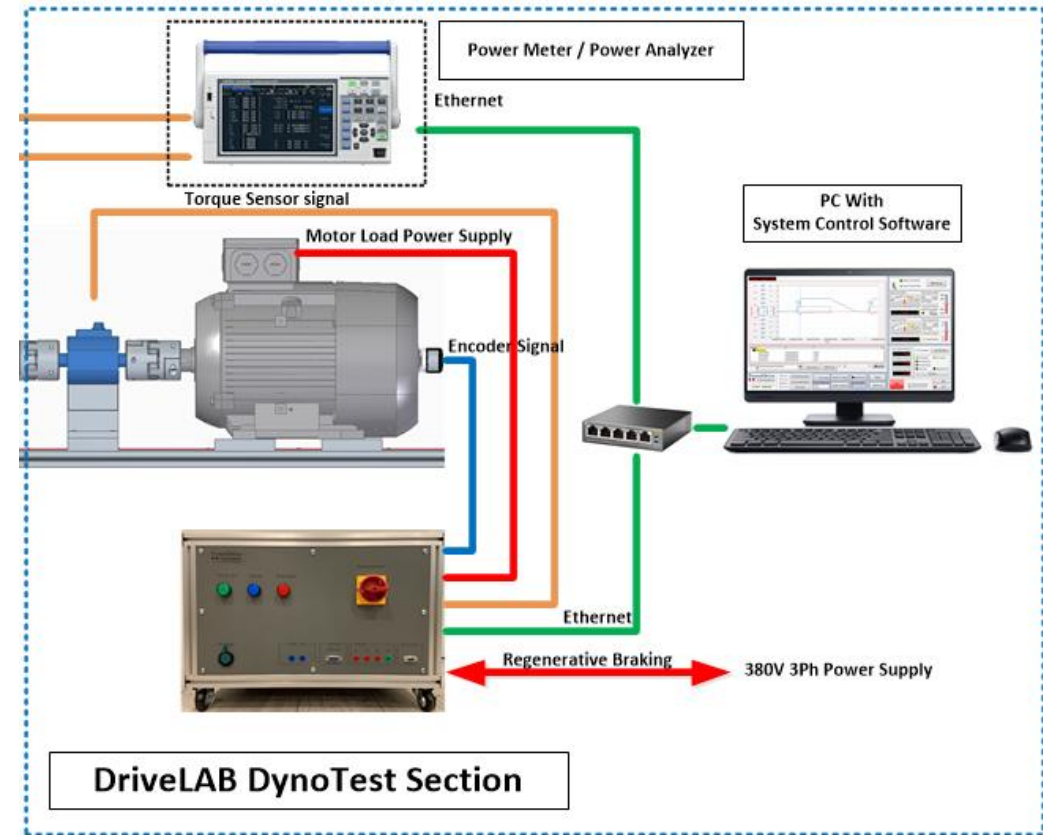
- เนื่องจากการสร้างโหลดทางกลด้วยแรงเสียดทานนั้น จะสามารถทดสอบ Motor ได้ ในลักษณะของ Motor เป็นตัวที่ออกแรงขับเคลื่อน (Driving Mode) จะไม่สามารถสร้างโหลด ในลักษณะที่ Motor เป็นตัวเบรกได้ (Braking Mode) นั่นคือสามารถทำงานได้แบบ 2 Quadrant เท่านั้น
- ในการออกแบบและทดสอบ Motor และ Inverter ของรถ EV จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องทดสอบคุณสมบัติของ Motor เมื่อทำงานใน Braking Mode เพื่อทดสอบการ Charge Battery ขณะเบรก
- ดังนั้น Dynamometer ที่ทำงานได้แค่ 2 Quadrant อาจไม่เพียงพอสำหรับงานทดสอบ EV Motor & Drive

Dynamometer ยุคปัจจุบัน : 4 Quadrant



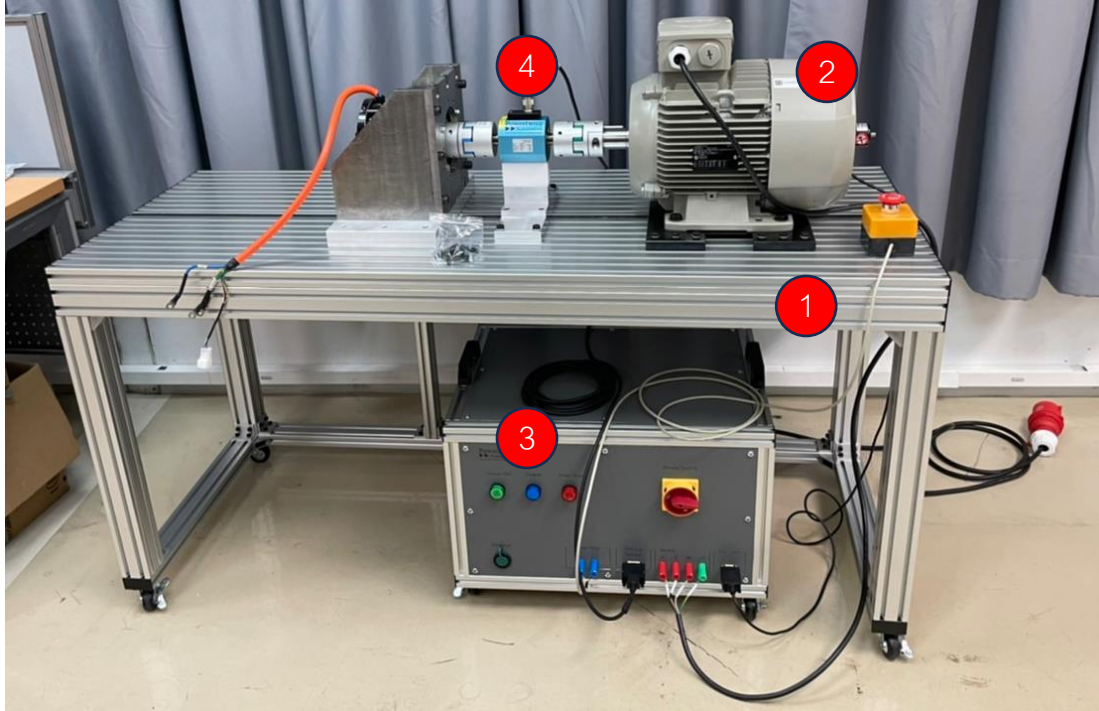
- ในการสร้าง Dynamometer ให้สามารถทำงานได้ 4 Quadrant ตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นโหลดนั้น นอกจากจะต้องสร้างแรงเสียดทานได้แล้ว ยังต้องสามารถสร้างแรงขับ ในทิศทางเดียวกับตัว Motor Undertest ได้อีกด้วย เพื่อให้ Motor Undertest ทำงานใน Braking Mode
- ดังนั้น อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Load จะต้องเป็น Motor ที่สามารถควบคุม Speed และ Torque ได้

DriveLAB DynoTest : Regenerative 4 Quadrant Dynamometer



- DriveLAB DynoTest คือ Dynamometer ที่สามารถทำงานได้แบบ 4 Quadrant และสามารถ Regenerative พลังงานจากการเบรก กลับไปสู่ Power Grid ได้ ควบคุมด้วย Software ที่ใช้งานง่าย ออกแบบมาสำหรับงานทดสอบ Rotating Machine ได้ทุกชนิด โดยมี Function การทำงานหลายรูปแบบ หลาย Mode การทำงาน

DriveLAB DynoTest : รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ



ส่วนประกอบหลัก ของชุดทดสอบ DriveLAB DynoTest มีดังนี้

1. โต๊ะทดสอบ ทำจาก Aluminum Profile มีความแข็งแรงสูง ขนาด 1500x600x750 mm (WxDxH)
2. Motor สำหรับทำหน้าที่เป็น Mechanical Load
3. System Controller ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด
4. Torque Sensor สำหรับวัดแรงบิดโดยตรง แบบ In-Line Shaft
5. PC with System Control Software

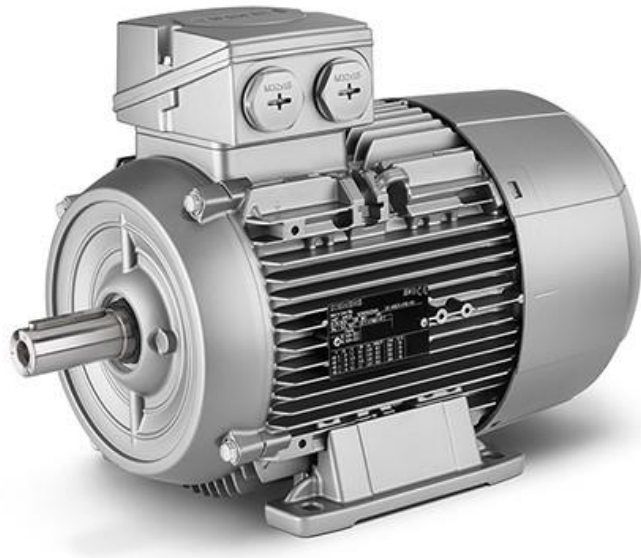
ส่วนประกอบต่างๆของระบบ ใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดี และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน



รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ : โต๊ะทดสอบ



- โต๊ะทดสอบ ทำจาก Aluminum Profile มีความแข็งแรง ขนาด 1500x600x750 mm (WxDxH)
- แผ่น Top ของโต๊ะ ทำจาก Aluminum Profile ที่มีร่อง Slot จำนวน 20 Slot เพื่อใช้ร่วมกับ T-Nut ในการยึด ชิ้นส่วนเพิ่มเติมต่างๆ ได้อย่างสะดวก และแข็งแรง
- มีลูกล้อแบบล็อกได้ 4 ล้อ ทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก และ รับน้ำหนักได้สูงถึง 200 kg
- มีความแข็งแรงทนทาน สามารถใช้งานได้อย่างยาวนาน



- Motor คุณภาพสูงจาก Siemens
- Motor ขนาด 4 kw ความเร็วรอบสูงสุด 5,000 RPM โดย
ใช้กับแรงดันพิกัด 3 phase 400V AC
- ค่าแรงบิดพิกัด(Rated Torque) 13.0 Nm
- ค่าแรงบิดสูงสุด(Breakdown Torque) 4.2 เท่าของค่า
แรงบิดพิกัด = 54.6 Nm
- พร้อมติดตั้ง Encoder เพื่อรองรับการทำงานแบบ Close
Loop Vector Control

รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ : System Controller



- System Controller ที่พัฒนาขึ้นจาก Technology ทางด้าน Vector Control Drives ของ Siemens ร่วมกับ LabVIEW Software ของ NI
- ควบคุมการทำงานของ Motor สำหรับทำหน้าที่เป็น Mechanical Load ให้ทำงานแบบ Close Loop Control (Torque, Speed และ Mechanical Power)
- ในช่วงที่ทำหน้าที่เป็น Braking สามารถคืนกลับพลังงาน ไปสู่ Power Grid ของการไฟฟ้าได้ ช่วยให้เกิดการ ประหยัดพลังงาน และไม่เกิดความร้อนจากการ Brake
- เชื่อมต่อกับ PC Computer ที่ได้ติดตั้ง System Control Software เอาไว้เรียบร้อยแล้ว ด้วย Ethernet Port
- มี Emergency Stop สำหรับหยุดการทำงานฉุกเฉินของ ระบบ

รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ : Torque Sensor



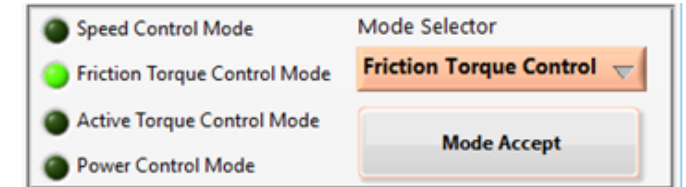
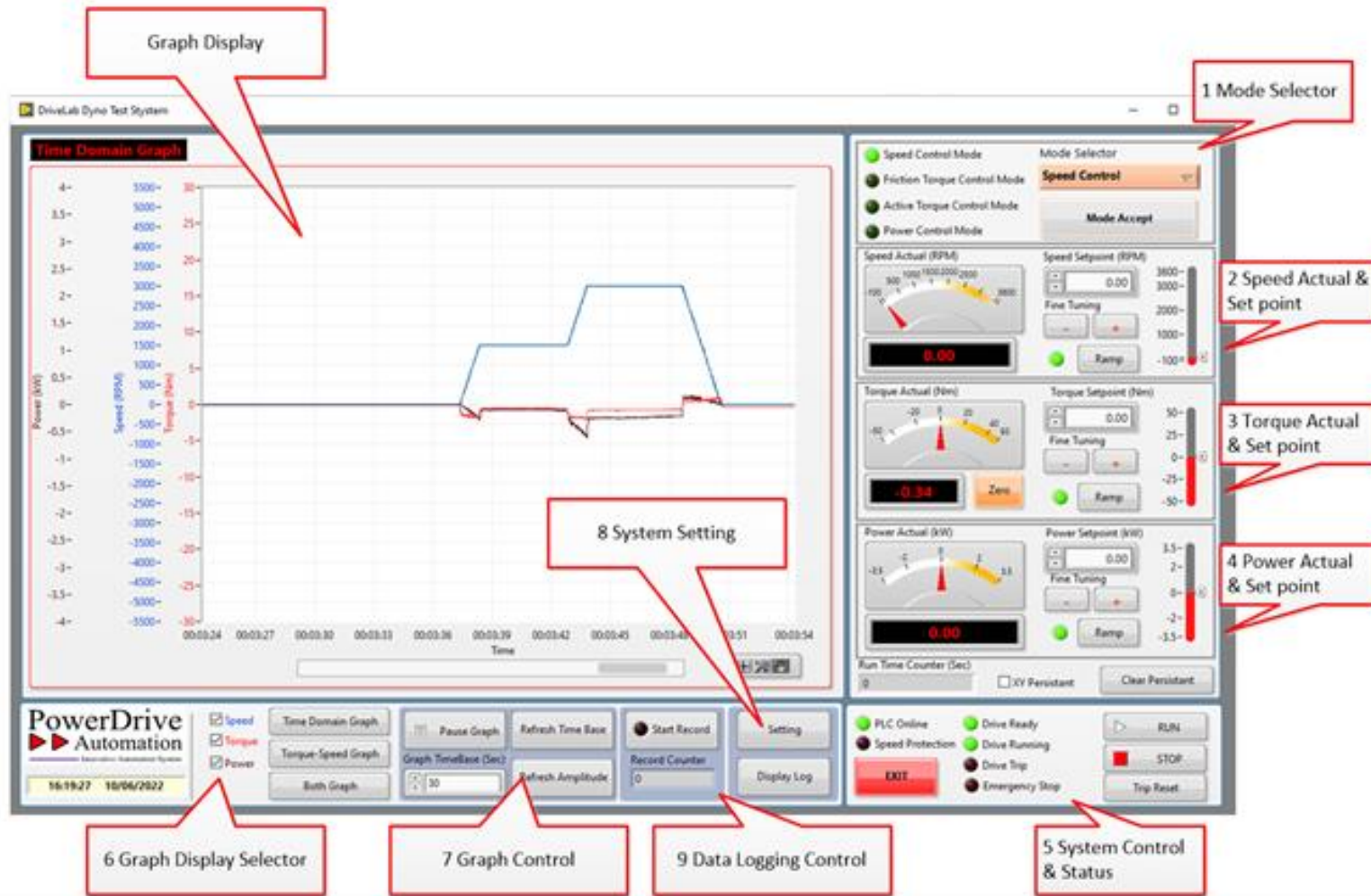
- Torque Sensor คุณภาพสูงจาก Kistler
- เป็น Torque sensor ชนิด Contact free Signal Transmission ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เนื่องจากไม่มีแปรงถ่าน และไม่มีปัญหา Noise ที่เกิดจากหน้า Contact สึกหรอ
- สามารถวัดแรงบิดพิกัดได้ 100 Nm
- สามารถรับแรงบิดสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของแรงบิดพิกัด
- สามารถทำงานได้ที่ความเร็วพิกัด ไม่ต่ำกว่า 8,000 RPM
- Accuracy class = 0.5
- Linearity error < +- 0.5 %FSO
- แรงดัน Output ของการวัด อยู่ในช่วง +- 0-10Vdc

รายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ : PC with System Control Software



- PC Computer ที่มี CPU i5, Ram 8Gb, SSD 256GB หรือดีกว่า
- จอ Monitor ขนาด 23" หรือดีกว่า
- Keyboard & Mouse
- ติดตั้ง System Controller Software พร้อมใช้งานได้ทันที
- System Controller Software พัฒนาขึ้นด้วย LabVIEW สามารถพัฒนา Customable Add-On Module เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัด และอุปกรณ์อื่นๆ ได้ เช่น Power Analyzer, Power Supply, Inverter etc.
- สร้างระบบ System Control Software ได้ตามความต้องการของลูกค้า

Mode การทำงานต่างๆ ของ DriveLAB DynoTest

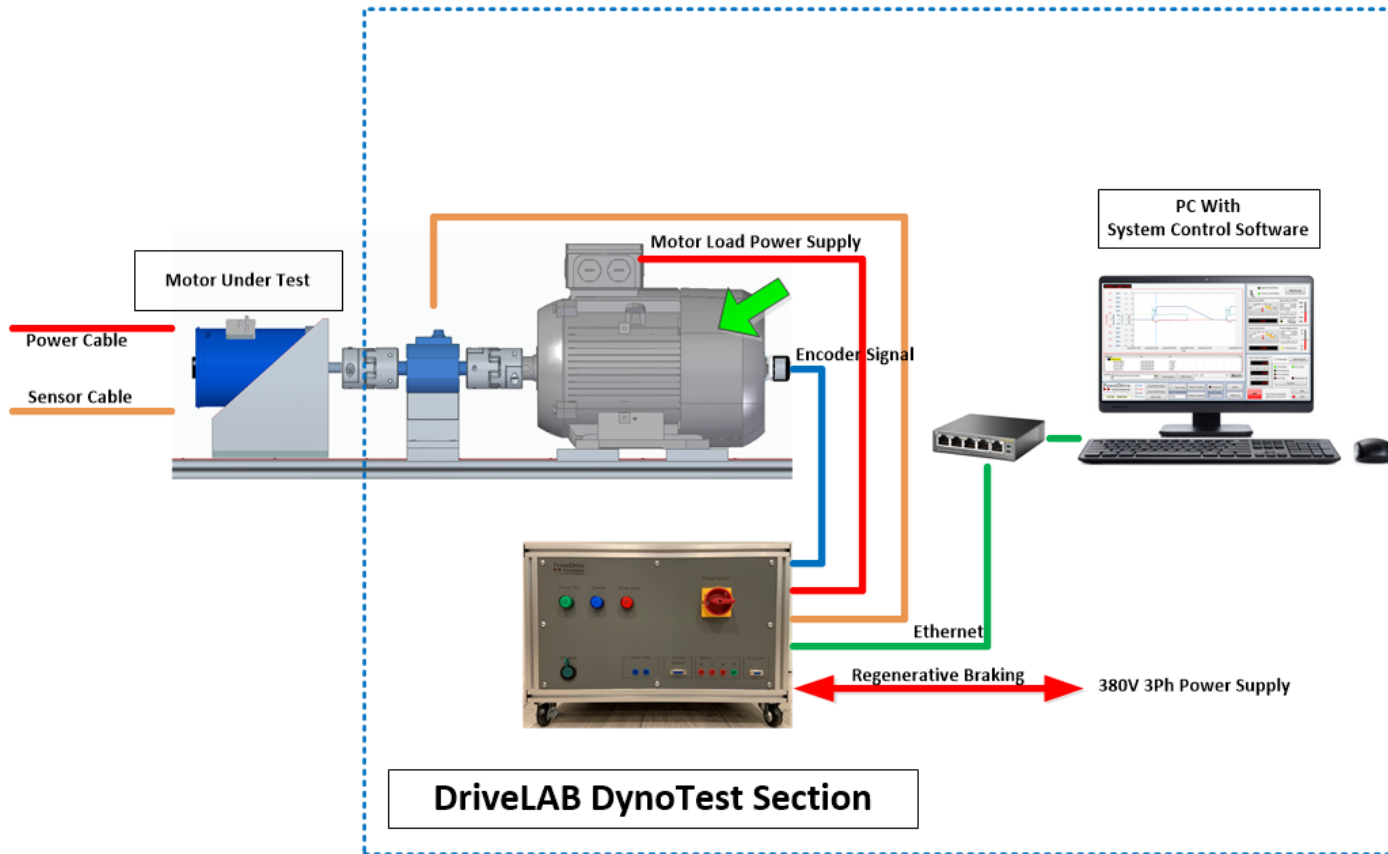


Mode การทำงานหลัก ของเครื่อง DriveLAB DynoTest จะมี 4 Mode

1. Speed Control
2. Friction Torque Control
3. Active Torque Control
4. Mechanical power Control

Speed Control Mode

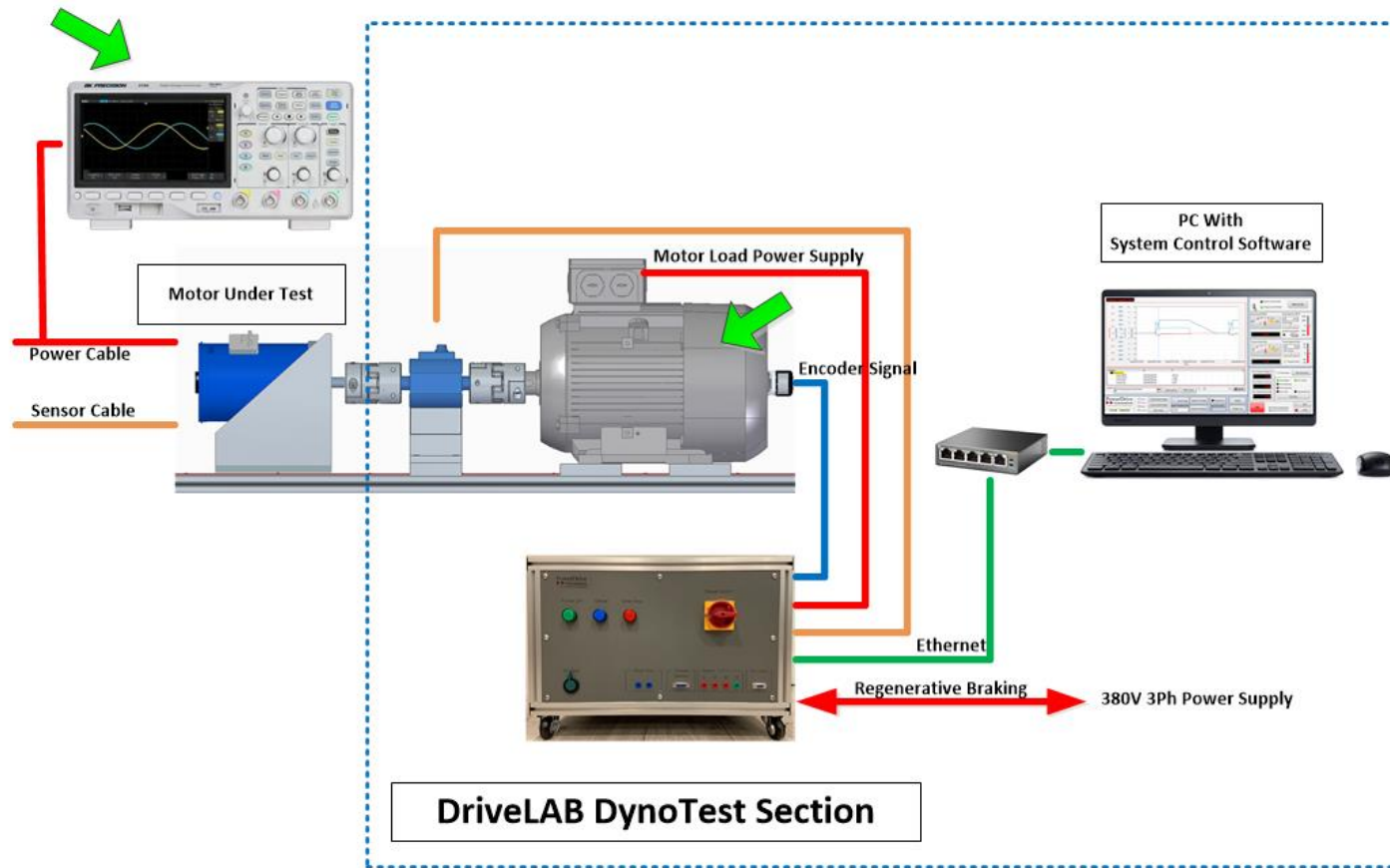
Speed Control Mode : หลักการทำงาน



- ใน Mode นี้ Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด(ลูกศร สีเขียว) จะทำหน้าที่เป็นตัวขับ ควบคุมความเร็วที่เพลาของระบบ ให้ความเร็วคงที่เสมอ โดยใช้ Technology Close Loop Vector Control
- Hysteresis/Eddy Current Brake จะไม่สามารถทำงานในลักษณะนี้ได้
- ตัว Motor Under Test จะถูกบังคับให้มีความเร็วคงที่ เท่ากับความเร็วเพลาของระบบเสมอ
- ทำให้สามารถทดสอบ Motor Under Test ได้ในหลายรูปแบบ ที่เกี่ยวข้องกับ Speed ของ Motor ดังตัวอย่างรูปแบบการทดสอบ ในหน้าถัดไป

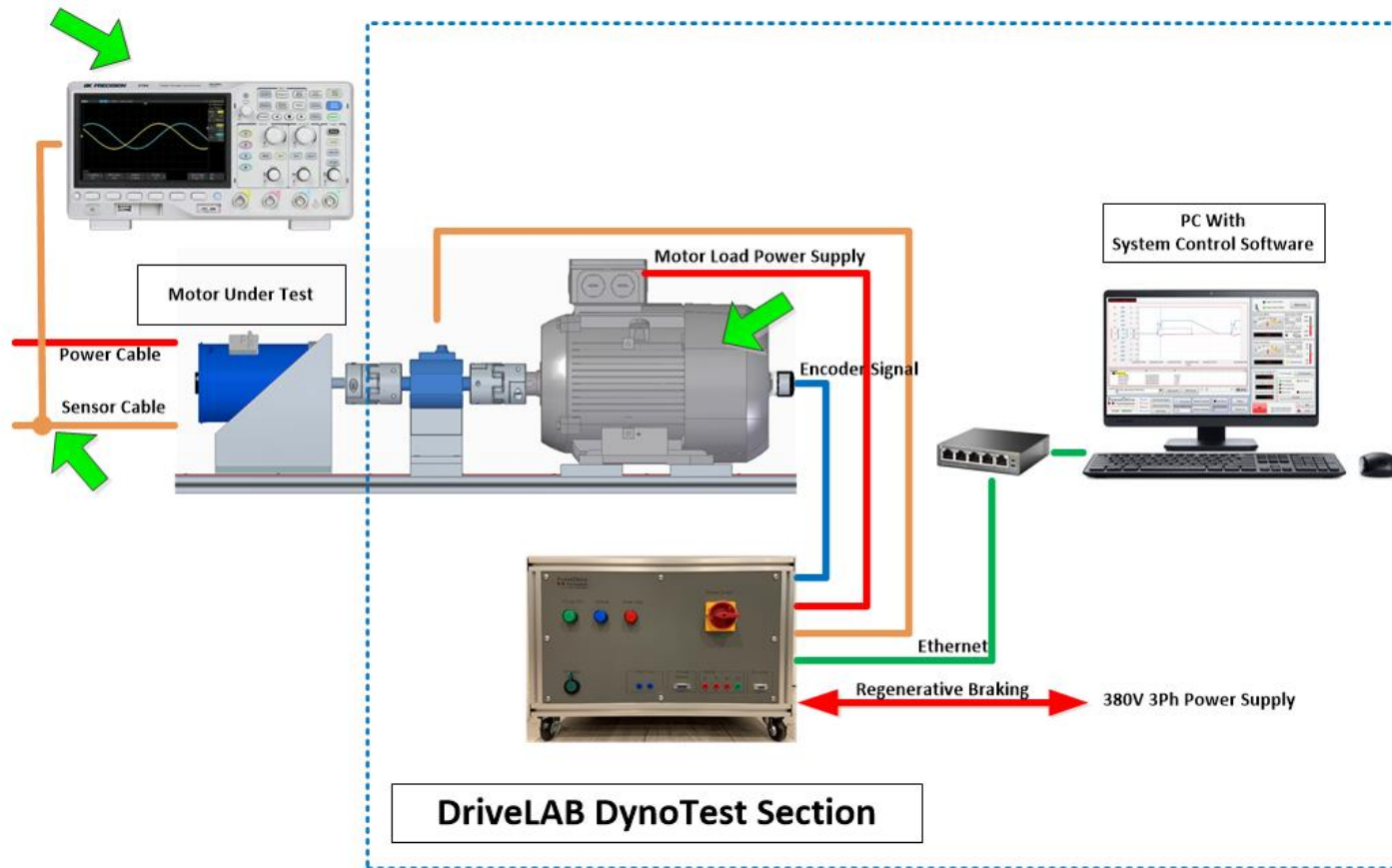
Speed Control Mode : สำหรับการทดสอบ PMSM & BLDC

Speed Control Mode : ทดสอบ PMSM เพื่อหา Motor Pole และรูปแบบการพันขดลวด Stator



- การทดสอบแบบนี้ Motor Under Test ไม่ต้องจ่ายไฟ ให้ทดสอบแบบหมุนตัวเปล่า โดยวัดแรงดันที่ Stator ด้วย Oscilloscope
- Motor under test แบบ PMSM หรือ BLDC จะมีแม่เหล็กถาวรอยู่ภายใน Rotor เมื่อเราสั่งให้เพลามุน ตัว Motor Under Test จะกำเนิดแรงดันออกมาที่ Stator
- ความถี่ของแรงดัน Stator ที่วัดได้ นำมาคำนวณร่วมกับความเร็วรอบ RPM ของเพลาก็จะสามารถคำนวณหา Motor Pole Pairs ได้
- รูปร่าง Waveform ของแรงดันที่ Stator จะสามารถบอกได้ว่าเป็น Motor ชนิดใด เช่น BLDC, PMSM, etc.

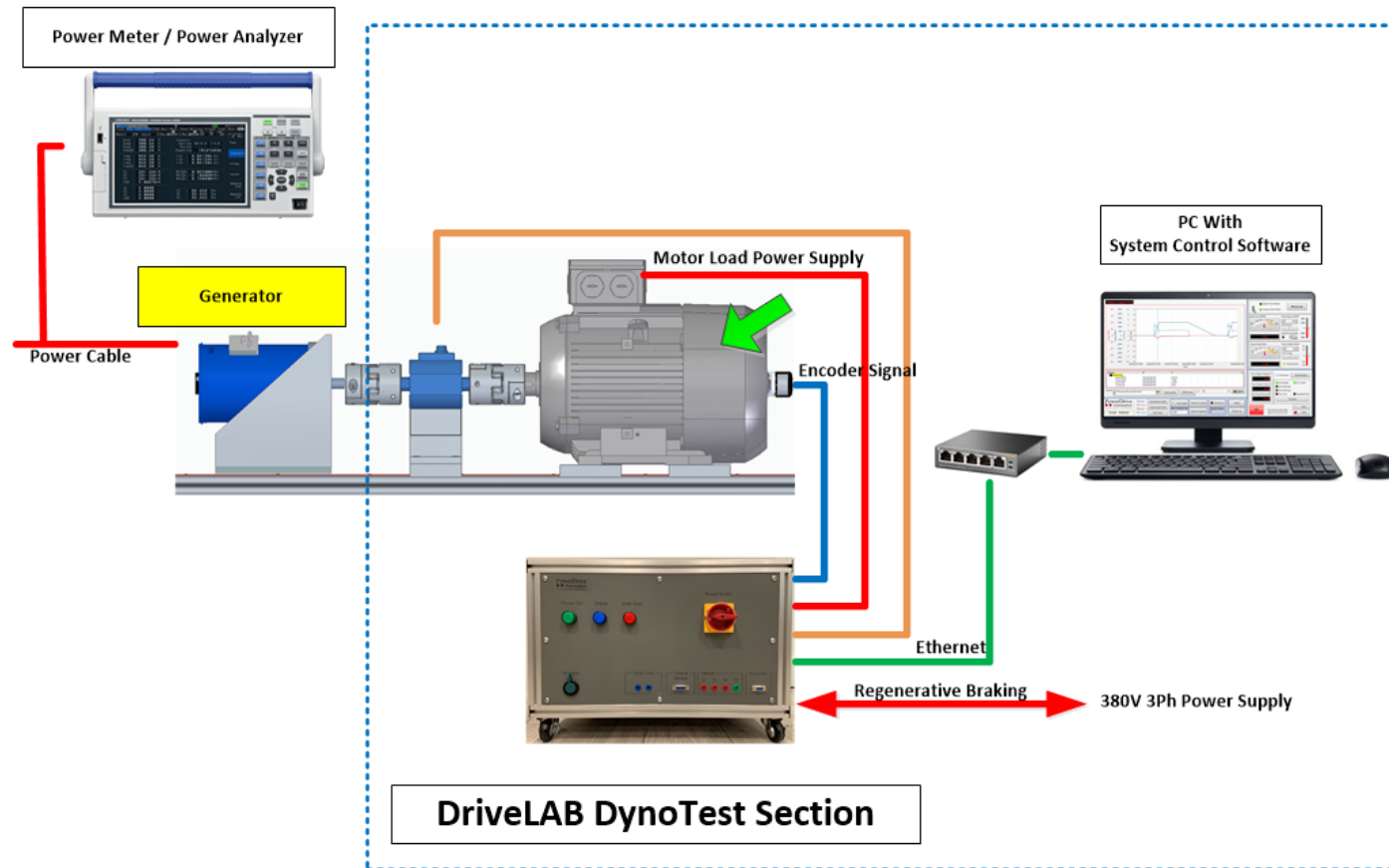
Speed Control Mode : ทดสอบ PMSM เพื่อตรวจสอบ Hall Sensor, Encoder หรือ Resolver



- สามารถสั่งให้เพลาลมุนที่ความเร็วที่ต้องการ เพื่อทดสอบ Position/Speed Sensor ที่ติดมากับตัว Motor ได้ด้วย โดยใช้ Oscilloscope ในการวัดสัญญาณ
- ถ้า Sensor มีความเสียหาย หรือผิดปกติ เราจะทราบได้ทันทีจาก Waveform ที่วัดได้

Speed Control Mode : สำหรับการทดสอบ Generator

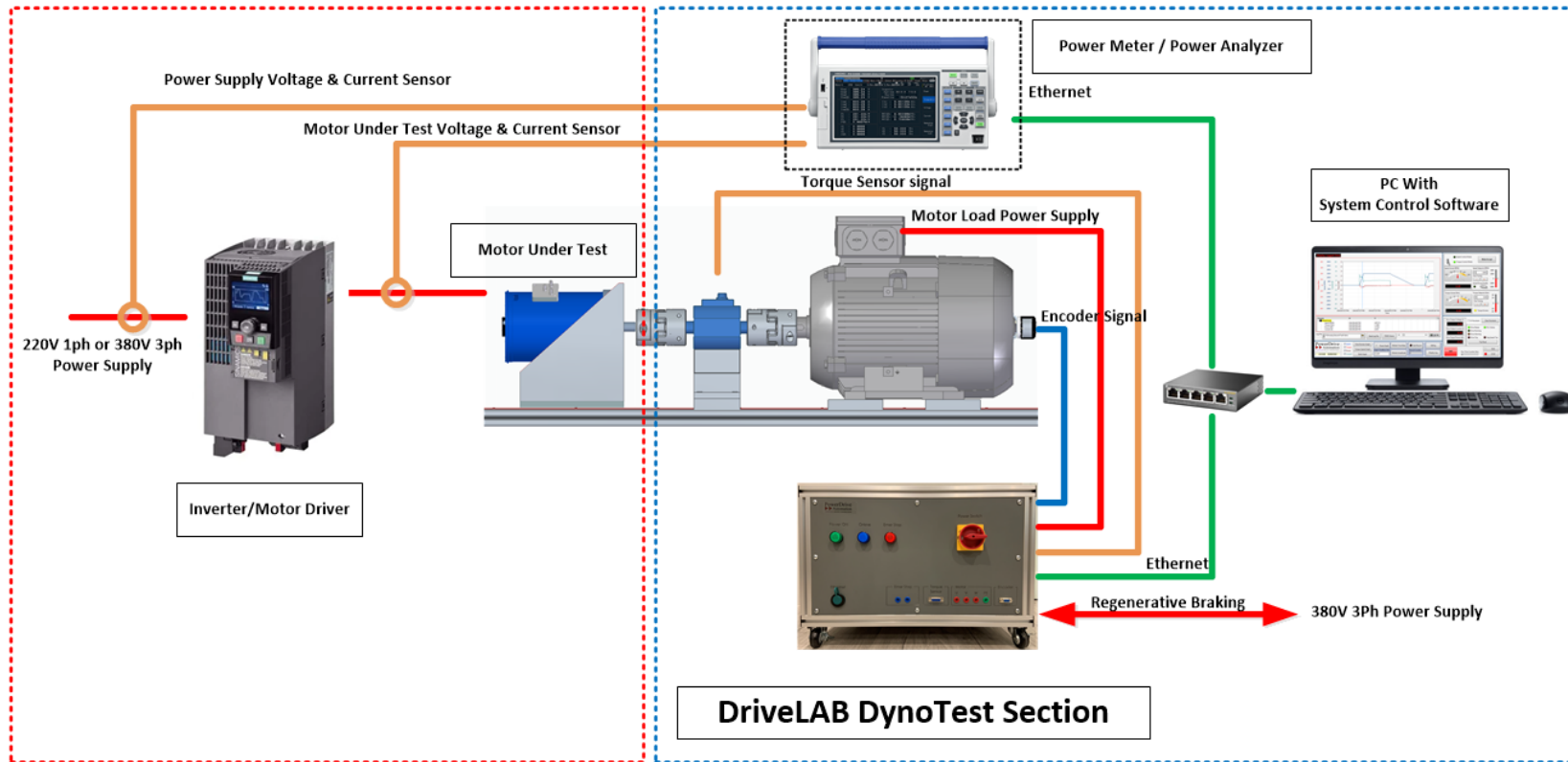
Speed Control Mode : ทำหน้าที่เป็น Prime Mover สำหรับ Generator



- เครื่อง DriveLAB DynoTest สามารถทดสอบ Generator ได้ด้วย โดยใช้ Generator แทน Motor Under Test
- สามารถสั่งให้เพลاهมุนที่ความเร็วที่ต้องการ เพื่อทำหน้าที่เป็น Prime Mover ให้กับ Generator ได้
- เมื่อ Generator จ่ายกำลังให้กับโหลด สามารถใช้ Power Meter เพื่อกำลังทางไฟฟ้า และ นำมาคำนวณร่วมกับกำลังทางกล ที่วัดได้จาก เครื่อง DriveLAB DynoTest เพื่อหา คุณสมบัติต่างๆ ของ Generator ได้

Speed Control Mode : สำหรับการทดสอบ Induction Motor

Speed Control Mode : การหาค่า Motor & Inverter Efficiency



- ในการหาค่า Induction Motor & Inverter Efficiency สามารถทำได้ง่าย โดยตั้งค่า Speed Set Point ของเครื่อง DriveLAB DynoTest = Motor Rated Speed โดยให้ Inverter ที่ควบคุม Induction Motor ทำงานที่ Rated Freq แบบ V/F
- ระบบจะอ่านค่า Motor Output Power(Mechanical), Motor Input Power(=Inverter Output Power) และ Inverter Input Power ได้พร้อมๆกัน เพื่อคำนวณหา Motor & Inverter Efficiency ได้ทันที

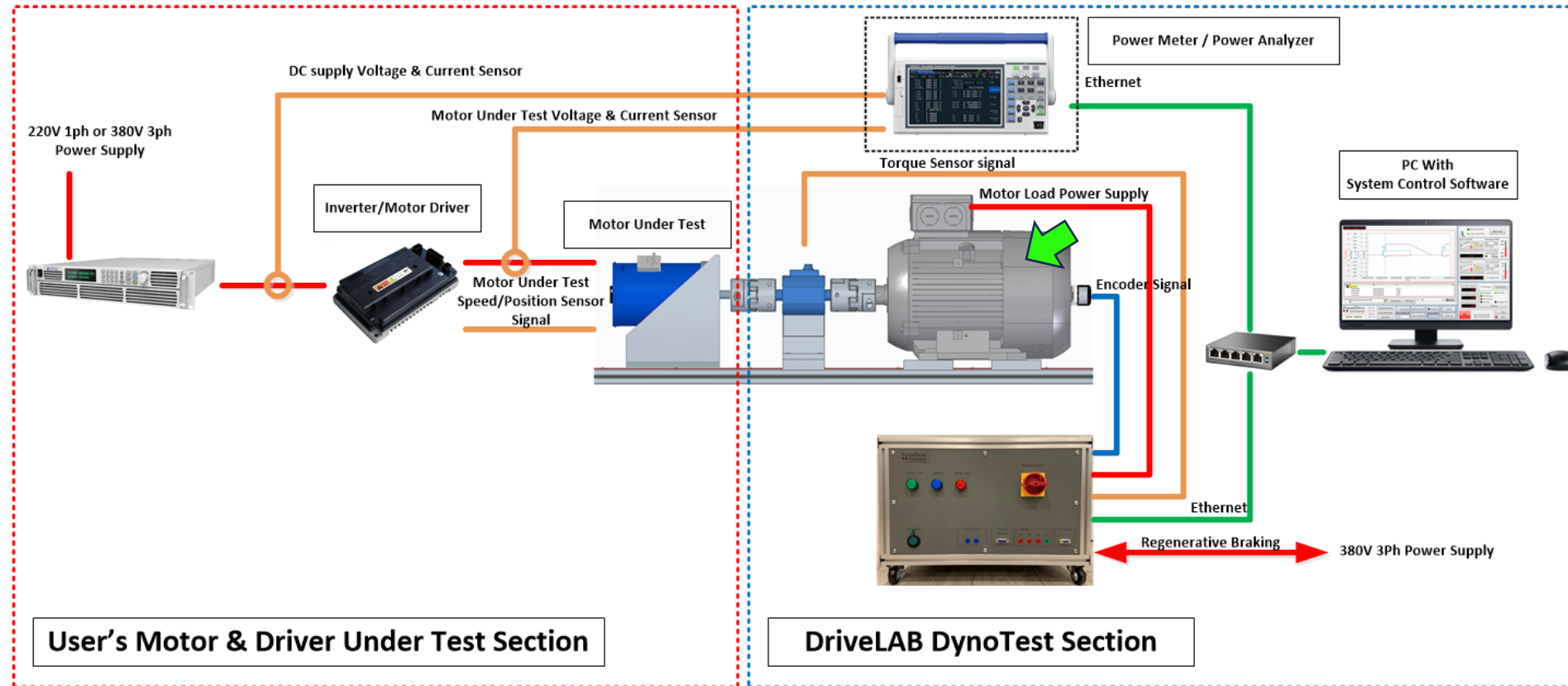
Speed Control Mode : การหาค่า Induction Motor Torque-Speed Curve



- เราสามารถหาค่า Induction Motor Torque-Speed Curve ได้ ในกรณีที่ Motor จ่ายไฟแบบ Direct Online
- Induction Motor จะทำงานที่ Synchronous Speed โดยที่ Motor อยู่ในสถานะ No Load
- จากนั้น สั่งให้เครื่อง DriveLAB DynoTest ทำการ Ramp-Down Speed จาก Synchronous speed to Zero
- ระบบจะวัด Torque ที่สัมพันธ์กับ Speed ออกมา เมื่อนำข้อมูลไป Plot ใน XY Graph ก็จะได้ Torque-Speed Curve

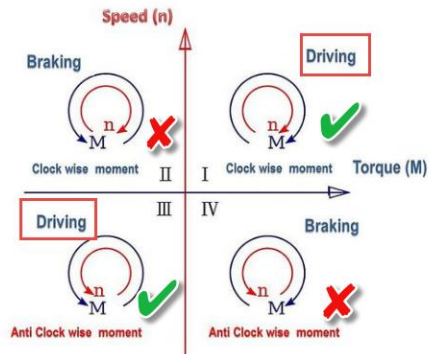
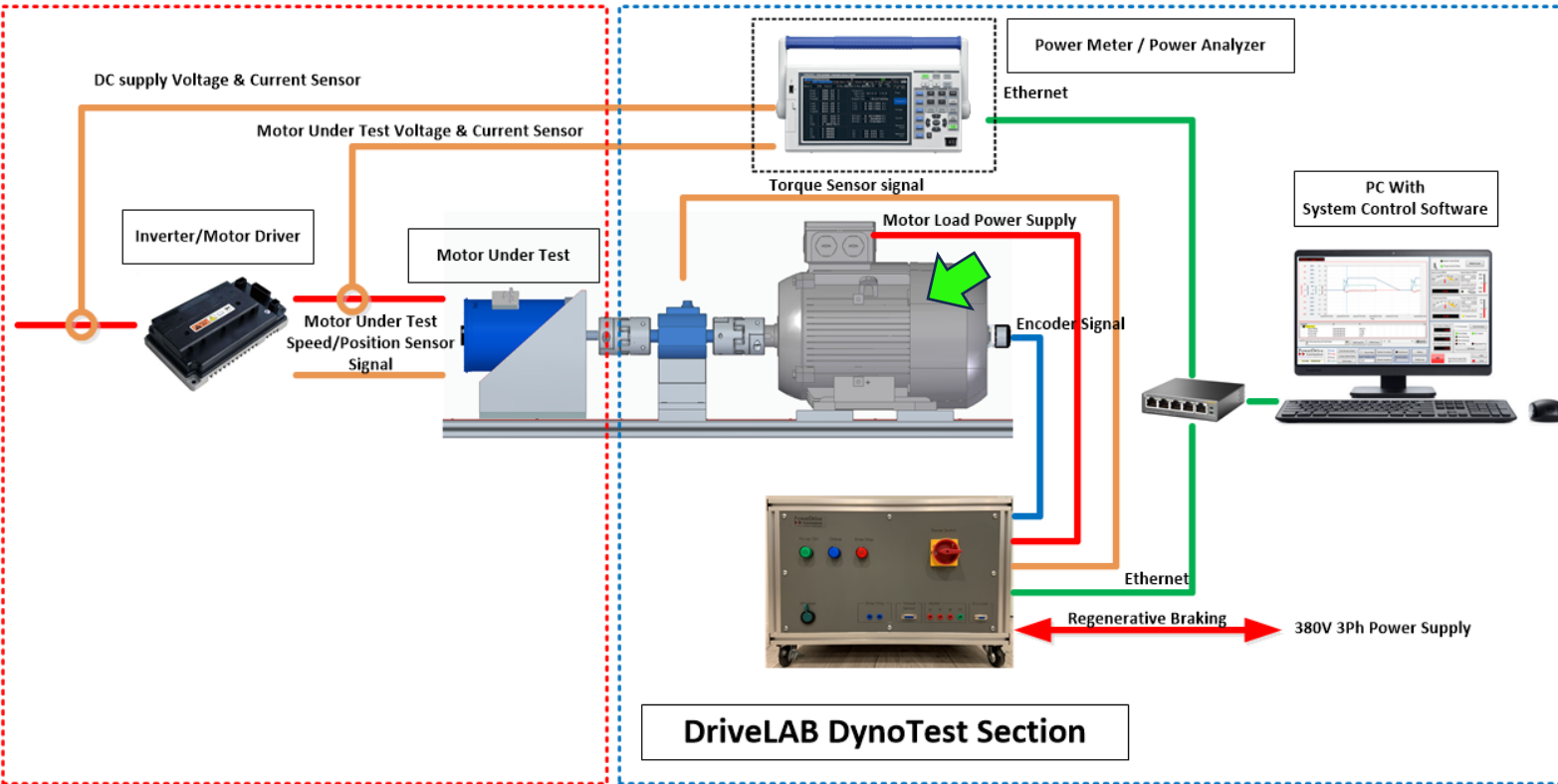
Torque Control Mode

Torque Control Mode : หลักการทำงาน



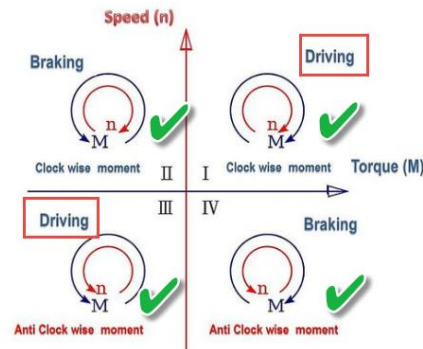
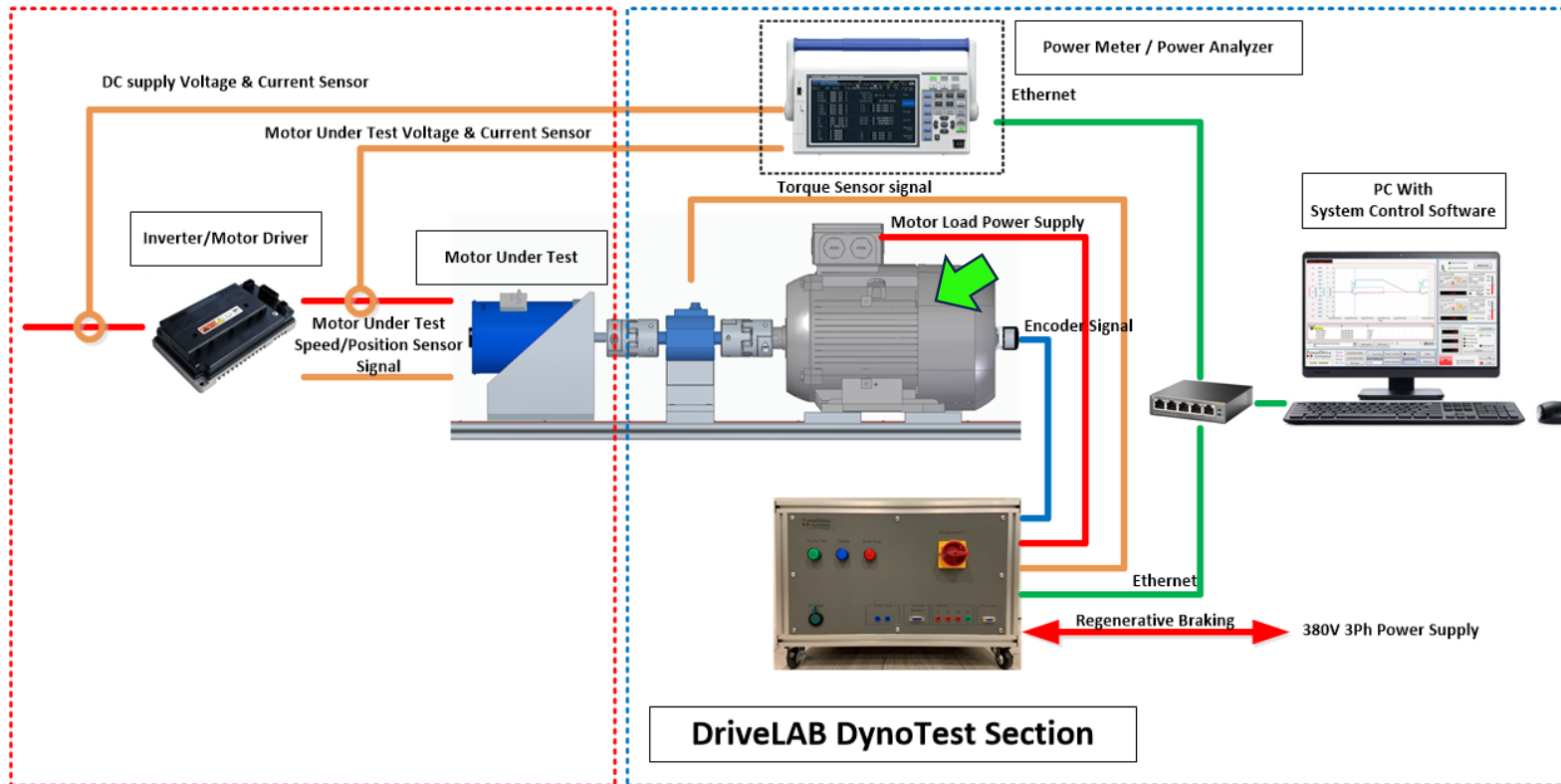
- ใน Mode นี้ Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด(ลูกศรสีเขียว) จะทำงานใน Close Loop Torque Control เพื่อสร้างแรงบิดที่เพลาของระบบตามที่ผู้ใช้ต้องการ เพื่อทำหน้าที่เป็น Load ทางกลให้กับ Motor Under Test
- ใน Mode Torque Control นี้ สามารถสร้างแรงบิดได้ 2 รูปแบบ คือ Friction Torque และ Active Torque Control

Torque Control Mode : Friction Torque Control



- ใน Mode นี้ Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด (ลูกศรสีเขียว) จะสร้างแรงบิดต้าน ในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุน ของ Motor Under Test
- ถ้า Motor Under Test สามารถสร้างแรงบิด ที่เอาชนะแรงบิดต้านนี้ได้ Motor Under Test ก็จะสามารถหมุนได้ โดยมีแรงบิดคงที่ ตามคำสั่งของผู้ใช้งาน
- ถ้า Motor Under Test ไม่สามารถสร้างแรงบิด ที่เอาชนะแรงบิดต้านนี้ได้ Motor Under Test ก็จะไม่สามารถหมุนได้ (Lock Rotor)
- ใน Mode นี้ ถึงแม้ว่าผู้ใช้งาน จะตั้งค่าแรงบิดต้าน สูงกว่าค่าแรงบิดที่ Motor Under Test สามารถทำงานได้ ตัว Motor Under Test ก็จะไม่กลับทิศทางการหมุน

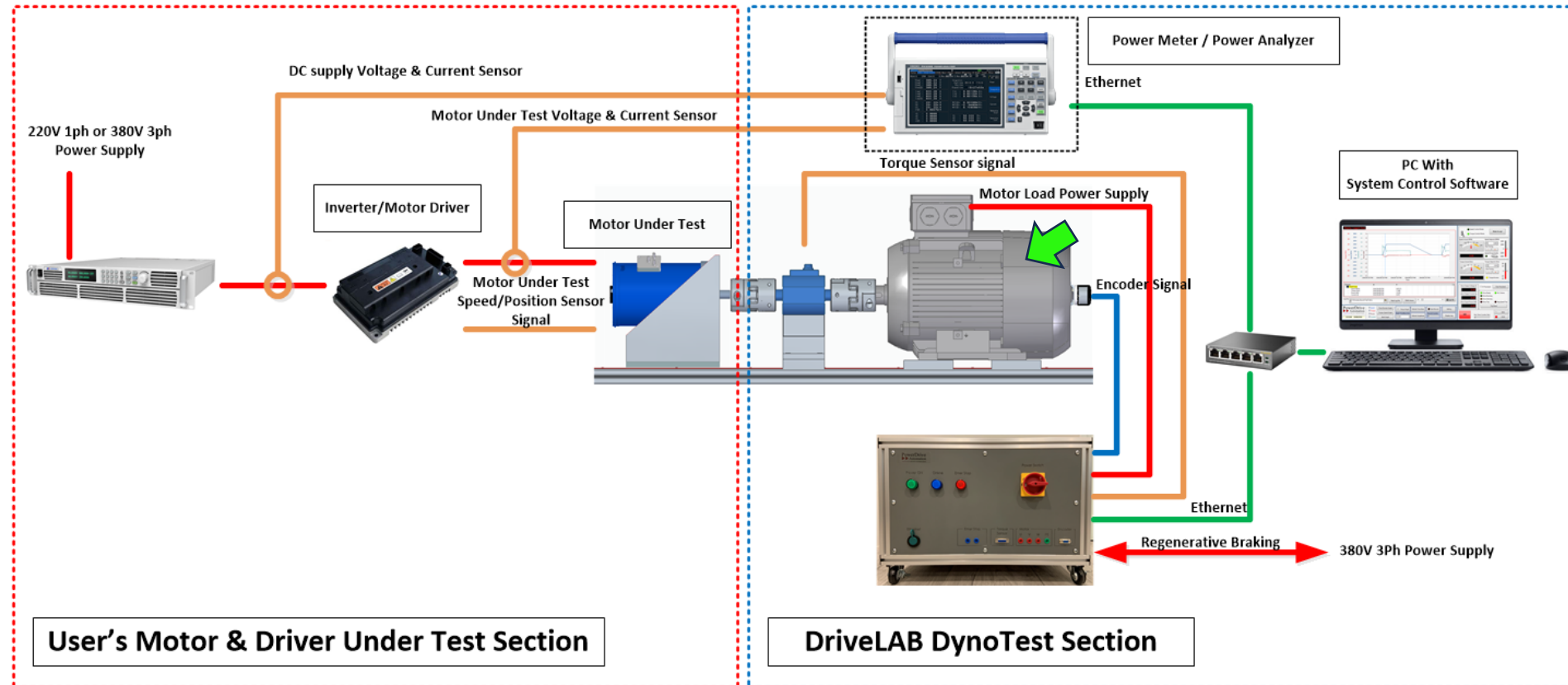
Torque Control Mode : Active Torque Control



- ใน Mode นี้ Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด (ลูกศรสีเขียว) จะสามารถสร้างแรงบิดได้ทั้งในทิศทางเดียวกัน และทิศทางตรงกันข้าม กับการทดสอบหมุนของ Motor Under Test
- ในกรณีที่ ตัว Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด สร้างแรงบิดในทิศทางเดียวกัน กับการหมุนของ Motor Under Test ตัว Motor Under Test จะทำงานใน Braking Mode จะคืนพลังงานกลับไปสู่ Inverter
- ในกรณีที่ ตัว Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด สร้างแรงบิดต้านกับทิศทาง การหมุนของ Motor Under Test ตัว Motor Under Test จะทำงานใน Driving Mode
- ใน Mode นี้ ถ้าผู้ใช้งาน ตั้งค่าแรงบิดต้านสูงกว่าค่าแรงบิดที่ Motor Under Test สามารถทำงานได้ ตัว Motor Under Test ก็จะกลับทิศทางหมุน

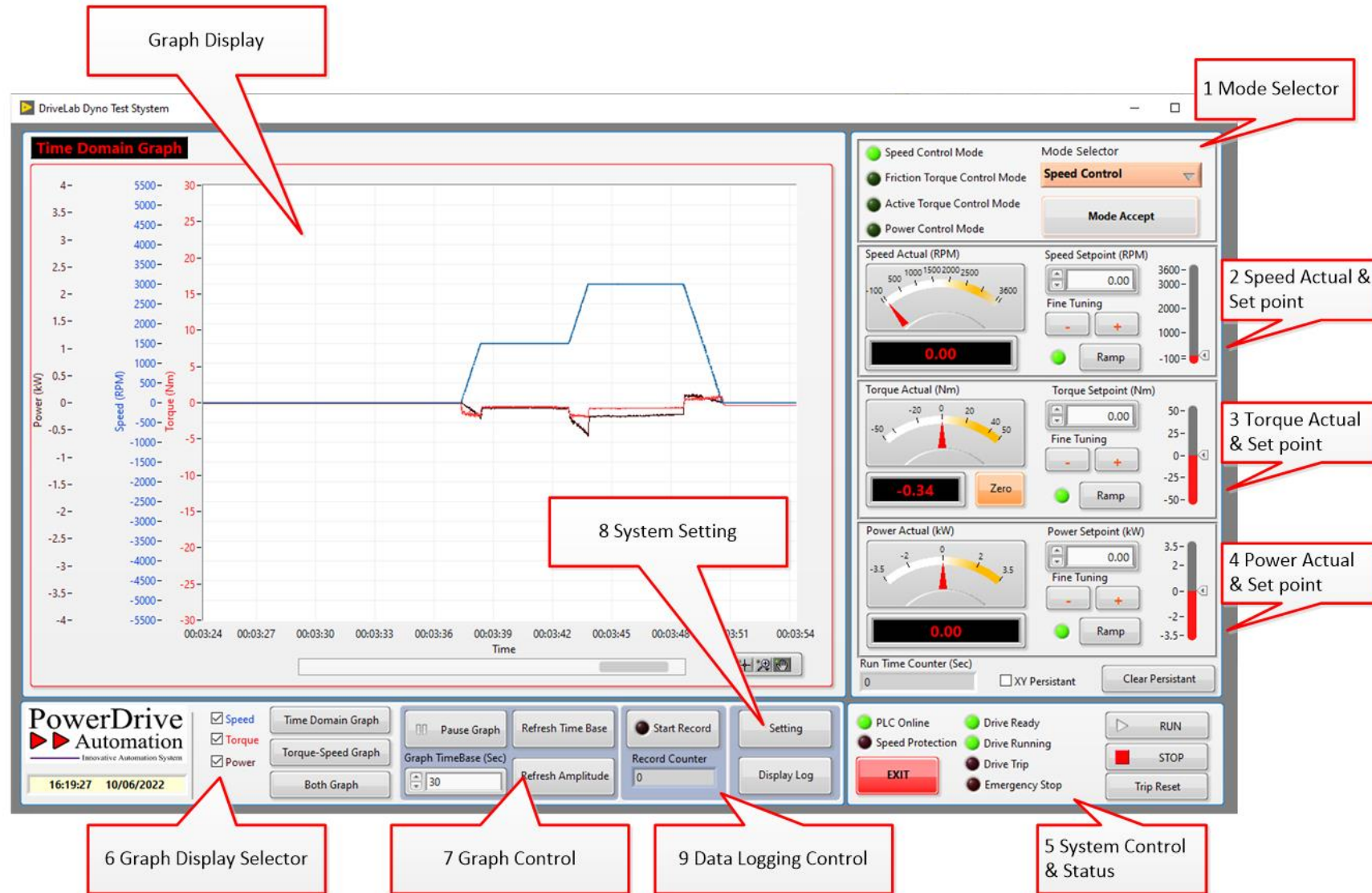
Power Control Mode

Power Control Mode : หลักการทำงาน



- ใน Mode นี้ Motor ที่ทำหน้าที่เป็นโหลด(ลูกศรสีเขียว) จะทำงานใน Close Loop Power Control เพื่อสร้างแรงบิดต้านที่เพลารองระบบ เพื่อให้เกิด Mechanical Power ตามที่ผู้ใช้ต้องการ

System Control Software



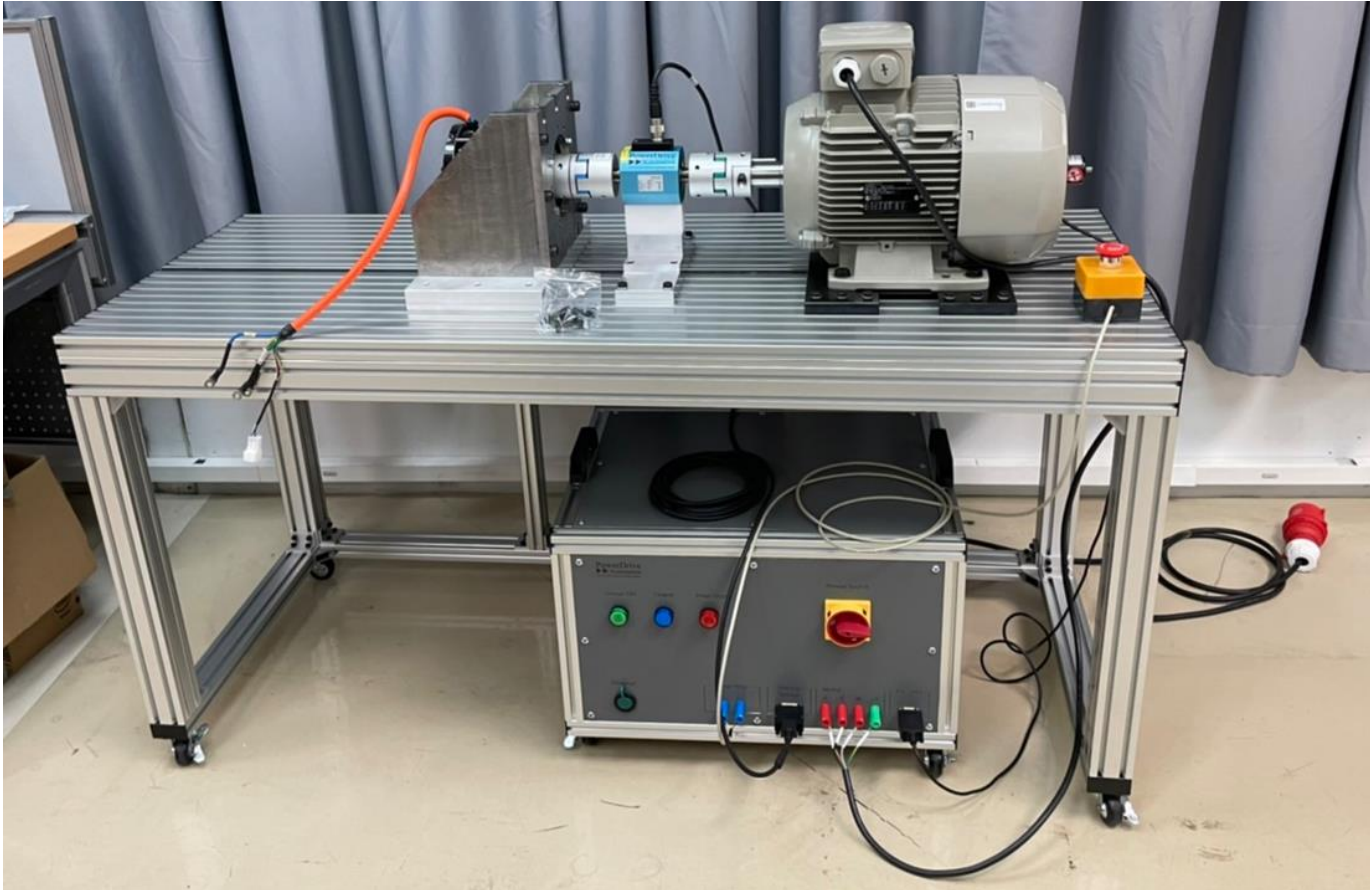
- System Control Software ออกแบบ GUI ให้ใช้งานง่าย เพื่อควบคุมการทำงานใน Mode ต่างๆ และมี Graph แสดงผลที่สวยงาม
- บันทึกข้อมูลการทดสอบ ในรูปของ TDMS File ซึ่งสามารถเปิดได้ด้วย Excel
- สามารถตั้งค่า Limit สำหรับป้องกันการใส่ค่า Set Point ที่สูงเกินกำหนดได้
- สามารถตั้งค่า Set Point Ramp Rate ได้



- สามารถ Plot ค่าแบบ XY Graph เพื่อแสดง Torque-Speed Curve ได้
- Software พัฒนาด้วย LabVIEW สามารถพัฒนา Add On Module ในการ Interface กับเครื่องมือวัด และ Instruments ต่างๆ ได้อย่างไม่มีขีดจำกัด
- สามารถพัฒนาขีดความสามารถของเครื่องทดสอบ ได้ตามความต้องการเฉพาะของลูกค้า (Customable Function)

DriveLAB DynoTest

PowerDrive
▶▶ Automation



สนใจติดต่อเพื่อสอบถามราคา และรายละเอียด
เพิ่มเติมได้ที่
บริษัท เพาเวอร์ไดรฟ์ ออโตเมชั่น จำกัด

02-9212205, 081-4967697, 089-7079080

 PowerDrive Automation

Thank you.