

ครุภัณฑ์ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการ 1 ศูนย์

ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. ชุดปฏิบัติการทดลองอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่พร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
2. ชุดปฏิบัติการทดลองไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรมขั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
3. ชุดปฏิบัติการทดลองโปรแกรมควบคุมและนิวแมติกส์ขั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
4. ชุดทดลองโปรแกรมควบคุมพร้อมอุปกรณ์จำลองระบบงานจริงในงานอุตสาหกรรม จำนวน 4 ชุด
5. ชุดอุปกรณ์ทดลองนิวแมติกส์ไฟฟ้าจำลองการหยิบชิ้นงาน (Handling Module Device) จำนวน 1 ชุด

แต่ละรายการมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดปฏิบัติการทดลองอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่พร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย

1.1 รายละเอียดทั่วไป

- 1.1.1 ชุดปฏิบัติการทดลองอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่พร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและขับเคลื่อนเป็นชุดที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะ สามารถเรียนรู้ และฝึกทดลอง รวมถึงการประยุกต์การใช้งานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้งานในภาคอุตสาหกรรม
- 1.1.2 วาล์วควบคุมที่ใช้กับชุดปฏิบัติการทดลองอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ มีขนาด Size 6 ขึ้นไป เป็นรุ่นที่ใช้ในงานจริง ในอุตสาหกรรม และมีจำหน่ายในตลาดอุตสาหกรรมทั่วไป เพื่อให้ผู้รับบริการฝึกได้ทดลอง และเรียนรู้การใช้อุปกรณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรม
- 1.1.3 ผู้เสนอราคาต้องแนบแค็ตตาล็อกซึ่งมีรายละเอียดทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 1.2.1 โต๊ะฝึกไฮดรอลิกส์ (Work Stations) ประกอบด้วย

- 1.2.1.1 โต๊ะฝึกไฮดรอลิกส์ขนาดมาตรฐาน ทำจากวัสดุอะลูมิเนียมโพรไฟล์ มีล้อแต่ละล้อสามารถล็อกเพื่อความมั่นคงและมีเสถียรภาพ มีแผงยึดอุปกรณ์ฝึกทดลองชนิดตะแกรงสองด้าน และช่องเสียบชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวนด้านละ 2 แถว ผลิตจากโครงสร้างวัสดุอะลูมิเนียมโพรไฟล์หรือเหล็กพ่นสีกันสนิม มีที่เก็บสายไฮดรอลิกส์ แขนวนได้ไม่น้อยกว่า 50 เส้น ประกอบกับชุดฝึกทดลองได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด

- 1.2.1.2 ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 220-230 VAC, 50 Hz มีปั๊มไฮดรอลิกส์แบบคู่สามารถสร้างแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 50 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 LPM โดยมี Load Sensing Pressure Relief Valve เป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยปลดความดันระบายน้ำมันกลับสู่ถัง กรณีที่ความดันในระบบสูงมากเกินไปเกินกว่า 70 bar, ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์สามารถบรรจุน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 40 Liter มีถาดรองรับ (Oil Drip Tray) เพื่อป้องกันน้ำมันหยดลงพื้น สามารถประกอบเข้ากับโต๊ะฝึกทดลองได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด
- 1.2.1.3 ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ (Switch Box) สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าของปั๊มไฮดรอลิก โดยมี Input Voltage 220-230 VAC, Output Voltage 220-230 VAC ไม่น้อยกว่า 2 Socket, ปุ่ม Emergency Stop อย่างน้อย 2 ปุ่ม สำหรับติดตั้งทั้งสองด้านของแผงทดสอบ ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับรองรับกระแสไฟฟ้าได้ 16 Amp จำนวน 1 ชุด
- 1.2.1.4 ชุดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply Unit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้า 220-230 VAC มาเป็น 24 VDC สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 4 Amp มีสวิทช์เปิด/ปิด ติดตั้งกับโต๊ะฝึกได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด
- 1.2.1.5 ชุดจ่ายน้ำมัน (Hydraulic Oil Distributor) เป็นวาล์วใช้ควบคุมการจ่ายน้ำมันจากปั๊มไปสู่วงจรไฮดรอลิกส์ และสามารถ Bypass น้ำมันกลับสู่ถังโดยตรง (Unload วงจร) ได้ จำนวน 2 ชุด
- 1.2.1.6 ชุดการวัดน้ำมัน (Measuring Glass) ความจุ 2.5 Liter มีสเกลบอกปริมาณน้ำมัน เป็นแบบกระบอกใส มีการป้องกันการไหลเกินหรือน้ำมันล้น โดยมีระบบท่อนำน้ำมันกลับเข้าสู่ถัง จำนวน 2 ชุด
- 1.2.1.7 โหลดเทียม (Vertical Load Simulator) โครงสร้างเป็นแท่นอลูมิเนียมประกอบด้วย ก้อนน้ำหนักขนาดไม่น้อยกว่า 60 Kg และมีสปริงป้องกันการกระแทก มีกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm. ก้านสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 mm. ระยะชักไม่น้อยกว่า 200 mm. จำนวน 1 ตัวและสายต่อไฮดรอลิกส์พร้อมจุดต่อเกจวัดความดันจำนวน 2 เส้น จำนวน 1 ชุด
- 1.2.2 อุปกรณ์ทำงาน (Actuators) ประกอบด้วย
- 1.2.2.1 กระบอกสูบชนิดหนึ่งก้านสูบทำงานสองทาง (Single Rod-Double Acting Cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm. เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบไม่น้อยกว่า 16 mm. ระยะชักไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 mm. ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 70 bar สามารถนำชุดพอร์คซิมิตีส์วิตช์แบบเหนียวนำมาติดตั้งได้ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.2.2 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบหมุนทำงานได้ 2 ทิศทาง (ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา) โครงสร้างเป็นชนิดเกียร์มอเตอร์ สามารถมองเห็นทิศทางการหมุนได้ชัดเจน มีช่องระบายน้ำมัน (Leak) เพื่อต่อกลับเข้าสู่ถัง ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 100 bar ความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 900 rpm/min จำนวน 1 ตัว

- 1.2.2.3 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบหมุนทำงานได้ 2 ทิศทาง (ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา) โครงสร้างเป็นชนิดลูกสูบแนวแกนสามารถมองเห็นทิศทางการหมุนได้ชัดเจน มีช่องระบายน้ำมัน (Leak) เพื่อต่อกลับเข้าสู่ถัง ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 100 bar ความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 9,000 rpm/min จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3 อุปกรณ์ควบคุม (Valves) ประกอบด้วย
- 1.2.3.1 วาล์วปิด/เปิดแบบบอลวาล์ว (Ball Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.2 วาล์วกันกลับ (Check Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 LPM Cracking Pressure อยู่ในช่วง 0.5-2 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.3 วาล์วกันกลับ (Check Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 LPM Cracking Pressure เท่ากับ อยู่ในช่วง 2-4 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.4 วาล์วกันกลับควบคุมด้วยสัญญาณความดัน (Check Valve, Pilot-controlled) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 12 LPM Cracking Pressure อยู่ในช่วง 1-2 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.5 ชุดวาล์วระบายความดัน ปรับค่าด้วยมือหมุน (Pressure Relief Valve, Direct Operated) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 2 ตัว
- 1.2.3.6 ชุดวาล์วลดความดัน ปรับค่าด้วยมือหมุน (Pressure Reducing Valve, Direct Operated) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.7 ชุดวาล์วระบายความดัน กระตุ้นผ่านช่องทางไหล (Pressure Relief Valve, Pilot Operated) ปรับค่าด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.8 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Throttle Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ควบคุมย่านอัตราการไหลได้ในช่วง 0-12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.9 วาล์วควบคุมอัตราการไหลประกอบพร้อมลิ้นกันกลับ (Throttle Check Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ควบคุมย่านอัตราการไหลได้ในช่วง 0-12 LPM Cracking Pressure ของวาล์วกันกลับ อยู่ในช่วง 0.5-1 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.10 ชุดวาล์วควบคุมอัตราไหล (Flow Control Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน สามารถลือคตำแหน่งมือหมุนได้ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar, Cracking Pressure ของวาล์วกันกลับ อยู่ในช่วง 0.5-1 bar จำนวน 1 ตัว

- 1.2.3.11 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/2 (4/2 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งเริ่มต้นเป็นแบบ P ต่อ A และ B ต่อ T ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 2 ตัว
- 1.2.3.12 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P ต่อ T และ A, B ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.13 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยกและล็อกตำแหน่งของวาล์วได้ ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P, A, B และ T ปิดหมด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.14 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/2 (4/2 Directional Valve, Electrical Operation) สั่งงานด้วยโซลินอยด์ด้านเดียว เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งเริ่มต้นเป็นแบบ P ต่อ A และ B ต่อ T ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 2 ตัว
- 1.2.3.15 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P ต่อ T และ A, B ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.16 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P, A, B และ T ปิดหมด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 1 ตัว
- 1.2.3.17 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ A ต่อ B ต่อ T และ P ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 1 ตัว
- 1.2.4 อุปกรณ์ประกอบการทำงาน (Accessories) ประกอบด้วย
- 1.2.4.1 ชุดต่อจ่ายน้ำมัน (Distributor) มีจุดต่อจำนวน 4 จุด จำนวน 3 ตัว
- 1.2.4.2 ชุดสายสำหรับต่อวงจรถอยโรติกส์ (Flexible Hose Line) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 1.2.4.2.1 สายต่อไฮดรอลิกส์ความยาว 600 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 9 เส้น

- 1.2.4.2.2 สายต่อไฮดรอลิกส์ความยาว 1000 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 5 เส้น
- 1.2.4.2.3 สายต่อไฮดรอลิกส์ความยาว 1000 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar พร้อมจุดต่อที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความดัน จำนวน 4 เส้น
- 1.2.4.2.4 สายต่อไฮดรอลิกส์ความยาว 1500 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 5 เส้น
- 1.2.4.3 เกจวัดความดัน พร้อมสายต่อ (Pressure Gauge with Measuring Tube) สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์เพื่อทำการวัดค่าความดันได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าปัทม์ไม่น้อยกว่า 63 mm.อ่านค่าความดันได้ในช่วง 0-100 bar โดย Scale มีความละเอียด อ่านได้ช่องละ 5 bar หรือดีกว่า จำนวน 4 ตัว
- 1.2.4.4 ชุดตรวจสอบและเติมน้ำมันสำหรับอุปกรณ์สะสมความดันไฮดรอลิกส์แอกคิวิมูเลเตอร์ (Filling and Testing Device for Hydraulic Accumulator) ประกอบด้วยมาตรวัดความดันและอุปกรณ์พร้อมต่อเข้ากับแอกคิวิมูเลเตอร์ ทำงานได้ในช่วงความดัน 0-200 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.4.5 ชุดตรวจวัดความเร็วรอบ (Tachometer) ทำงานด้วยแสง และด้วยการสัมผัสทางกล จอหน้าปัทม์แสดงด้วยตัวเลขอย่างน้อย 4 หลักดิจิทัล จำนวน 1 ตัว
- 1.2.4.6 อุปกรณ์สะสมความดันไฮดรอลิกส์แอกคิวิมูเลเตอร์ (Diaphragm-type Accumulator) แบบไดอะแฟรมปลดภาระความดันด้วยมือ ประกอบกับวาล์วระบายความดัน มีแท่นยึดติดกับแผงแบบสะตวกยึด พร้อมทั้งมีมาตรวัดความดันประกอบในตัวสามารถถอดซ่อมได้ ปริมาตรบรรจุไม่น้อยกว่า 0.75 Liter รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.4.7 อุปกรณ์ระบายความดัน (Pressure unloading sleeve) สำหรับใช้ในการระบายความดันของน้ำมันที่ขังตัวอยู่ในวาล์วโดยที่ไม่ต้องถอดประกอบตัววาล์ว จำนวน 1 ตัว
- 1.2.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับการควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ (Electrical Control for Hydraulic System)
 - 1.2.5.1 แผงโมดูลปลั๊กหัวต่อไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Distributor) มีจำนวนจุดต่ออย่างน้อย 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจุดต่ออย่างน้อย 14 จุดต่อ สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 แผง
 - 1.2.5.2 แผงโมดูลสวิตช์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Switch) ประกอบด้วยสวิตช์แบบปุ่มกด 4 ตัว และแบบหมุน 2 ตัว ซึ่งแต่ละสวิตช์ แยกลักษณะเป็นแบบปกติปิด 1 ตัวและลักษณะเป็นแบบปกติเปิด 1 ตัว ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC รองรับกระแสได้อย่างน้อย 4 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 แผง

- 1.2.5.3 แผงโมดูลวงจรแสดงค่าสัญญาณเอาต์พุต (Signal Output) ประกอบด้วยหลอดไฟ 2 จุด แสดงสัญญาณสีแดงและเขียว มีสัญญาณเสียง 1 ตัว ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC จำนวน 1 แผง
- 1.2.5.4 แผงโมดูลวงจรรีเลย์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Relay) ประกอบด้วยอย่างน้อย 3 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic Coil ควบคุมอย่างน้อย 4 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและแบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 2 แผง
- 1.2.5.5 แผงโมดูลวงจรปรับหน่วงเวลาแบบเสียบต่อวงจรไฟฟ้า (Electrical Time Relay) ประกอบด้วยอย่างน้อย 1 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic Coil ควบคุมอย่างน้อย 2 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและแบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้อย่างน้อย 1 Amp ค่าการปรับหน่วงเวลา อยู่ที่ 0-10 วินาที ติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้จำนวน 1 แผง
- 1.2.5.6 พรอกซ์ิมิตีส์วิตช์แบบเหนี่ยวนำ (Proximity Switch, Inductive) ช่วงระยะการจับสัญญาณที่ 8 mm.สามารถติดตั้งกับชุดกระบอกสูบได้ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.5.7 ชุดสายไฟสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 1.2.5.7.1 ขนาดความยาว 250 mm.จำนวนไม่น้อยกว่า 15 เส้น
 - 1.2.5.7.2 ขนาดความยาว 500 mm.จำนวนไม่น้อยกว่า 10 เส้น
- 1.2.5.8 สวิตช์ความดัน (Electronic Pressure Switch) ทนความดันใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 100 bar สามารถปรับย่านความดันใช้งานในช่วง 5-100 bar ได้ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.6 โมบายไฮดรอลิกส์ (Mobile Hydraulic)
- 1.2.6.1 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3 ตำแหน่ง จำนวน 3 ตัว ประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน วาล์วตัวที่ 1 กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก 1 ก้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง วาล์วตัวที่ 2 และตัวที่ 3 กระตุ้นการทำงานด้วยความดันจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง วาล์วทั้ง 3 ตัว ติดตั้งอยู่บนฐานโลหะซึ่งสามารถประกอบกับโต๊ะฝึกทดลองได้ ทนความดันใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 1.2.6.2 วาล์วควบคุมทิศทาง กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก 2 ก้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ประกอบอยู่ในชุดเดียวกัน ภายในประกอบด้วยวาล์วควบคุมแรงดันจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 30 bar ชุดวาล์วติดตั้งอยู่บนฐานโลหะซึ่งสามารถประกอบกับโต๊ะฝึกทดลองได้ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.6.3 ชุดวาล์วปรับลำดับความดัน ปรับค่าด้วยมือหมุน (Pressure sequence Valve, Direct Operated) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 1 ตัว

- 1.2.7 สื่อแสดงการประยุกต์ใช้งานของระบบไฮดรอลิกส์แบบภาพเคลื่อนไหวสามมิติ
- 1.2.7.1 สื่อการเรียนการสอน 3 ดี บันทึกไว้ในรูปแบบของวีดีโอ DVD ที่แสดงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์การใช้เทคโนโลยี ในภาคอุตสาหกรรมการผลิต อย่างน้อย 15 เรื่อง โดยจะต้องมีเนื้อหาอย่างน้อยครอบคลุมหัวข้อดังนี้ Printing Machine, Paper Mill, Woodworking, Extrusion Press, Power Metal Press, Proportional Valve, Servo Valve, Food and Packaging, Injection Molding Machine, Wind Energy
- 1.2.8 สื่อช่วยสอนวิชาพื้นฐาน ฟิสิกส์, ไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วย พจนานุกรม, แบบฝึกหัด, มีภาพเคลื่อนไหวของวงจรไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ส่วนประกอบไฮดรอลิกส์
- 1.2.9 หนังสือคู่มือการทำงานการทดลองสำหรับผู้สอนและผู้รับการฝึกหัด มีเนื้อหาครอบคลุมตามมาตรฐานชุดฝึกทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 1.2.10 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบควบคุมแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 เครื่อง
- 1.2.10.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core-i5 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.5 GHz
- 1.2.10.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 1.2.10.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (HARD DISK) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB
- 1.2.10.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 1.2.10.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ 100/1000 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 1.2.10.6 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 1.2.10.7 มีจอภาพแบบ LCD ความละเอียด 1,280 x 768 pixel ขนาด 20 นิ้ว หรือดีกว่า
- 1.2.10.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ เมาส์ และจอภาพ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 1.2.10.9 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งประจำเครื่อง
- 1.2.11 โต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.11.1 เป็นโต๊ะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ มีชั้นสไลด์วางคีย์บอร์ด ประกอบสำเร็จรูป
- 1.2.11.2 ทำจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทนทาน
- 1.2.11.3 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 80 x 75 ซม.
- 1.2.12 เก้าอี้สำหรับผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.12.1 มีพนักพิงและเบาะนั่ง บุด้วยฟองน้ำ หุ้มด้วยหนังเทียมหรือพีวีซี

2. ชุดปฏิบัติการทดลองไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรมขั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย

2.1 รายละเอียดทั่วไป

- 2.1.1 ชุดปฏิบัติการทดลองไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรมชั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อนเป็นชุดที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะ สามารถเรียนรู้ และฝึกทดลอง รวมถึงการประยุกต์การใช้งานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรมชั้นสูง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้งานในภาคอุตสาหกรรม
- 2.1.2 วาล์วควบคุมที่ใช้กับชุดปฏิบัติการทดลองอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ มีขนาด Size 6 ขึ้นไป เป็นรุ่นที่ใช้งานจริง ในอุตสาหกรรม และมีจำหน่ายในตลาดอุตสาหกรรมทั่วไป เพื่อให้ผู้รับการฝึกได้ทดลอง และเรียนรู้การใช้อุปกรณ์ที่มีความคล้ายคลึงกับการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรม
- 2.1.3 ผู้เสนอราคาต้องแนบแค็ตตาล็อกซึ่งมีรายละเอียดทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 2.2.1 โต๊ะฝึกไฮดรอลิกส์ (Work Stations) ประกอบด้วย
 - 2.2.1.1 โต๊ะฝึกไฮดรอลิกส์ขนาดมาตรฐาน ทำจากวัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์ มีล้อแต่ละล้อสามารถล็อกเพื่อความมั่นคงและมีเสถียรภาพ มีแผงยึดอุปกรณ์ฝึกทดลองชนิดตะแกรงสองด้าน และช่องเสียบชุดอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวนด้านละ 2 แถว ผลิตจากโครงสร้างวัสดุอลูมิเนียมโปรไฟล์หรือเหล็กพ่นสีกันสนิม มีที่เก็บสายไฮดรอลิกส์ แขนงได้ไม่น้อยกว่า 50 เส้น ประกอบกับชุดฝึกทดลองได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.1.2 ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 220-230 VAC, 50 Hz มีปั๊มไฮดรอลิกส์แบบคู่สามารถสร้างแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 50 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 LPM โดยมี Load Sensing Pressure Relief Valve เป็นส่วนประกอบ เพื่อช่วยปลดความดันระบายน้ำมันกลับสู่ถัง กรณีที่ความดันในระบบสูงมากเกินไปเกินกว่า 70 bar, ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์สามารถบรรจุน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 40 Liter มีถาดรองรับ (Oil Drip Tray) เพื่อป้องกันน้ำมันหยดลงพื้น สามารถประกอบเข้ากับโต๊ะฝึกทดลองได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.1.3 ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับ (Switch Box) สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าของปั๊มไฮดรอลิก โดยมี Input Voltage 220-230 VAC, Output Voltage 220-230 VAC ไม่น้อยกว่า 2 Socket, ปุ่ม Emergency Stop อย่างน้อย 2 ปุ่ม สำหรับติดตั้งทั้งสองด้านของแผงทดสอบ ตู้ไฟฟ้ากระแสสลับรองรับกระแสไฟฟ้าได้ 16 Amp จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.1.4 ชุดแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply Unit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้า 220-230 VAC มาเป็น 24 VDC สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 4 Amp มีสวิตช์เปิด/ปิด ติดตั้งกับโต๊ะฝึกได้อย่างเหมาะสม จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.1.5 ชุดจ่ายน้ำมัน (Hydraulic Oil Distributor) เป็นวาล์วใช้ควบคุมการจ่ายน้ำมันจากปั๊มไปสู่วงจรไฮดรอลิกส์ และสามารถ Bypass น้ำมันกลับสู่ถังโดยตรง (Unload วงจร) ได้ จำนวน 2 ชุด

- 2.2.1.6 ชุดการวัดน้ำมัน (Measuring Glass) ความจุ 2.5 Liter มีสเกลบอกปริมาณน้ำมัน เป็นแบบกระบอกใส มีการป้องกันการไหลเกินหรือน้ำมันล้น โดยมีระบบท่อนำน้ำมันกลับเข้าสู่ถัง จำนวน 2 ชุด
- 2.2.1.7 โหลดเทียมแบบหมุนได้ (Swivel-mounted Load Simulator) แท่นอลูมิเนียมแขวน น้ำหนักประกอบข้างโต๊ะปฏิบัติการ มีกอนน้ำหนักขนาดไม่น้อยกว่า 15 Kg.สามารถหมุนได้ พร้อมทั้งมีกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm.ก้านสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 mm.ระยะชักไม่น้อยกว่า 200 mm.จำนวน 1 ตัวและสายต่อไฮดรอลิกส์ 2 เส้น ยาวไม่น้อยกว่า 1.8 m. จำนวน 1 ชุด
- 2.2.2 อุปกรณ์ทำงาน (Actuators) ประกอบด้วย
- 2.2.2.1 กระบอกสูบชนิดหนึ่งก้านสูบทำงานสองทาง (Single Rod-Double Acting Cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm.เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบไม่น้อยกว่า 16 mm.ระยะชักไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 mm.ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 70 bar สามารถนำชุดพวอกซีมีตี้สวิตช์แบบเหนียวนำมาติดตั้งได้ จำนวน 1 ตัว
- 2.2.2.2 กระบอกสูบชนิดหนึ่งก้านสูบทำงานสองทาง (Single Rod-Double Acting Cylinder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm.เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบไม่น้อยกว่า 16 mm.ระยะชักไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 400 mm.ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 70 bar สามารถนำชุดพวอกซีมีตี้สวิตช์แบบเหนียวนำมาติดตั้งได้ จำนวน 2 ตัว
- 2.2.2.3 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบหมุนทำงานได้ 2 ทิศทาง (ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา) โครงสร้างเป็นชนิดเกียร์มอเตอร์ สามารถมองเห็นทิศทางการหมุนได้ชัดเจน มีช่องระบายน้ำมัน (Leak) เพื่อต่อกลับเข้าสู่ถัง ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 100 bar ความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 900 rpm/min จำนวน 1 ตัว
- 2.2.2.4 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์แบบหมุนทำงานได้ 2 ทิศทาง (ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา) โครงสร้างเป็นชนิดกระบอกสูบ สามารถมองเห็นทิศทางการหมุนได้ชัดเจน มีช่องระบายน้ำมัน (Leak) เพื่อต่อกลับเข้าสู่ถัง ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 100 bar ความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 9,000 rpm/min จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3 อุปกรณ์ควบคุม (Valves) ประกอบด้วย
- 2.2.3.1 วาล์วปิด/เปิดแบบบอลวาล์ว (Ball Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.2 วาล์วกันกลับ (Check Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 LPM Cracking Pressure อยู่ในช่วง 0.5-2 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.3 วาล์วกันกลับ (Check Valve) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 LPM Cracking Pressure เท่ากับ อยู่ในช่วง 2-4 bar จำนวน 1 ตัว

- 2.2.3.4 วาล์วกันกลับควบคุมด้วยสัญญาณความดัน (Check Valve, Pilot-controlled) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 12 LPM Cracking Pressure อยู่ในช่วง 1-2 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.5 ชุดวาล์วระบายความดัน ปรับค่าด้วยมือหมุน (Pressure Relief Valve, Direct Operated) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 2 ตัว
- 2.2.3.6 ชุดวาล์วลดความดัน ปรับค่าด้วยมือหมุน (Pressure Reducing Valve, Direct Operated) ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.7 ชุดวาล์วระบายความดัน กระตุ้นผ่านช่องทางไพลอต (Pressure Relief Valve, Pilot Operated) ปรับค่าด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.8 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Throttle Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ควบคุมย่านอัตราการไหลได้ในช่วง 0-12 LPM จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.9 วาล์วควบคุมอัตราการไหลประกอบพร้อมลิ้นกันกลับ (Throttle Check Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ควบคุมย่านอัตราการไหลได้ในช่วง 0-12 LPM Cracking Pressure ของวาล์วกันกลับ อยู่ในช่วง 0.5-1 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.10 ชุดวาล์วควบคุมอัตราไหล (Flow Control Valve) ปรับอัตราการไหลได้ด้วยมือหมุน สามารถล็อกตำแหน่งมือหมุนได้ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar, Cracking Pressure ของวาล์วกันกลับ อยู่ในช่วง 0.5-1 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.11 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/2 (4/2 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งเริ่มต้นเป็นแบบ P ต่อ A และ B ต่อ T ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 2 ตัว
- 2.2.3.12 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยก เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P ต่อ T และ A, B ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.13 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Manual Operation) กระตุ้นการทำงานด้วยมือก้านโยกและล็อกตำแหน่งของวาล์วได้ ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P, A, B และ T ปิดหมด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแท่นโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว

- 2.2.3.14 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/2 (4/2 Directional Valve, Electrical Operation) ทำงานด้วยโซลินอยด์ด้านเดียวเลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งเริ่มต้นเป็นแบบ P ต่อ A และ B ต่อ T ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 2 ตัว
- 2.2.3.15 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) ทำงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริง ตำแหน่งกลางเป็นแบบ P ต่อ T และ A, B ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.16 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) ทำงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริงตำแหน่งกลางเป็นแบบ P, A, B และ T ปิดหมด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24 VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35 W จำนวน 1 ตัว
- 2.2.3.17 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 4/3 (4/3 Directional Valve, Electrical Operation) ทำงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน เลื่อนตัวกลับด้วยสปริงตำแหน่งกลางเป็นแบบ A ต่อ B ต่อ T และ P ปิด ประกอบอุปกรณ์อยู่ในชุดแทนโลหะ ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar ความต่างศักย์ 24VDC ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 35W จำนวน 1 ตัว
- 2.2.4 อุปกรณ์ประกอบการทำงาน (Accessories) ประกอบด้วย
- 2.2.4.1 ชุดต่อจ่ายน้ำมัน (Distributor) มีจุดต่อจำนวน 4 จุด จำนวน 3 ตัว
- 2.2.4.2 ชุดสายสำหรับต่อวงจรถักไฮดรอลิกส์ (Flexible Hose Line) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 2.2.4.2.1 สายต่อไฮดรอลิกส์มีความยาว 600 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 9 เส้น
- 2.2.4.2.2 สายต่อไฮดรอลิกส์มีความยาว 1,000 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 5 เส้น
- 2.2.4.2.3 สายต่อไฮดรอลิกส์มีความยาว 1,000 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar พร้อมจุดต่อที่ใช้ในการตรวจวัดค่าความดัน จำนวน 4 เส้น
- 2.2.4.2.4 สายต่อไฮดรอลิกส์มีความยาว 1,500 mm.รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 5 เส้น
- 2.2.4.3 เกจวัดความดัน พร้อมสายต่อ (Pressure Gauge with Measuring Tube) สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์เพื่อทำการวัดค่าความดันได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าปัดไม่น้อยกว่า 63 mm.อ่านค่าความดันได้ในช่วง 0-100 bar โดย Scale มีความละเอียด อ่านได้ช่องละ 5 bar หรือดีกว่า จำนวน 4 ตัว
- 2.2.4.4 ชุดตรวจสอบและเติมน้ำมันสำหรับอุปกรณ์สะสมความดันไฮดรอลิกส์แอกคิวมูเลเตอร์ (Filling and Testing Device for Hydraulic Accumulator) ประกอบด้วยมาตรวัดความ

- ดันและอุปกรณ์พร้อมต่อเข้ากับแอคคิวมูเลเตอร์ ทำงานได้ในช่วงความดัน 0-200 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.4.5 ชุดตรวจวัดความเร็วรอบ (Tachometer) ทำงานด้วยแสง และด้วยการสัมผัสทางกล จอหน้าปัทม์แสดงด้วยตัวเลขอย่างน้อย 4 หลักดิจิทัล จำนวน 1 ตัว
- 2.2.4.6 อุปกรณ์สะสมความดันไฮดรอลิกส์แอคคิวมูเลเตอร์ (Diaphragm-type Accumulator) แบบไดอะแฟรมปลดภาระความดันด้วยมือ ประกอบกับวาล์วระบายความดัน มีแท่นยึดติดกับแผงแบบสะตวกยึด พร้อมทั้งมีมาตรวัดความดันประกอบในตัวสามารถถอดซ่อมได้ ปริมาตรบรรจุไม่น้อยกว่า 0.75 Liter รับความดันได้ไม่น้อยกว่า 100 bar จำนวน 1 ตัว
- 2.2.4.7 อุปกรณ์ระบายความดัน (Pressure unloading sleeve) สำหรับใช้ในการระบายความดันของน้ำมันที่ขังตัวอยู่ในวาล์วโดยไม่ต้องถอดประกอบตัววาล์ว จำนวน 1 ตัว
- 2.2.5 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับการควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ (Electrical Control for Hydraulic System) ประกอบด้วย
- 2.2.5.1 แผงโมดูลปลั๊กหัวต่อไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Distributor) มีจำนวนจุดต่ออย่างน้อย 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจุดต่ออย่างน้อย 14 จุดต่อ สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 แผง
- 2.2.5.2 แผงโมดูลสวิตช์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Switch) ประกอบด้วยสวิตช์แบบปุ่มกด 4 ตัว และแบบหมุน 2 ตัว ซึ่งแต่ละสวิตช์ แยกลักษณะเป็นแบบปกติปิด 1 ตัว และลักษณะเป็นแบบปกติเปิด 1 ตัว ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC รองรับกระแสได้อย่างน้อย 4 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 แผง
- 2.2.5.3 แผงโมดูลวงจรแสดงค่าสัญญาณเอาต์พุต (Signal Output) ประกอบด้วยหลอดไฟ 2 จุด แสดงสัญญาณสีแดงและเขียว มีสัญญาณเสียง 1 ตัว ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC จำนวน 1 แผง
- 2.2.5.4 แผงโมดูลวงจรรีเลย์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Relay) ประกอบด้วยอย่างน้อย 3 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic Coil ควบคุมอย่างน้อย 4 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและแบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 2 แผง
- 2.2.5.5 แผงโมดูลวงจรปรับหน่วงเวลาแบบเสียบต่อวงจรไฟฟ้า (Electrical Time Relay) ประกอบด้วยอย่างน้อย 1 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic Coil ควบคุมอย่างน้อย 2 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและแบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้อย่างน้อย 1 Amp ค่าการปรับหน่วงเวลา อยู่ที่ 0-10 วินาที สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 แผง

- 2.2.5.6 พรอกซีมิตี้สวิตช์แบบเหนี่ยวนำ (Proximity Switch, Inductive) ช่วงระยะการจับสัญญาณที่ 8 mm.สามารถติดตั้งกับชุดกระบอกลูกสูบ จำนวน 2 ตัว
- 2.2.5.7 ชุดสายไฟสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
 - 2.2.5.7.1 ขนาดความยาว 250mm.จำนวนไม่น้อยกว่า 15 เส้น
 - 2.2.5.7.2 ขนาดความยาว 500mm.จำนวนไม่น้อยกว่า 10 เส้น
- 2.2.5.8 สวิทช์ความดัน (Electronic Pressure Switch) ทนความดันใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 100 bar สามารถปรับย่านความดันใช้งานในช่วง 5-100 bar ได้ จำนวน 1 ตัว
- 2.2.6 ชุดวาล์วแบบพร็อพอร์ชันแนล (Proportional valves) ประกอบด้วย
 - 2.2.6.1 วาล์ว 4/3 ปรับทิศทางแบบพร็อพอร์ชันแนลสร้างประกอบสำเร็จกับวาล์วจำลอง พฤติกรรมภาระกระทำ กระตุ้นการทำงานด้วยแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นวาล์วพร็อพอร์ชันแนลที่ต่อปรับสูงพร้อมมีการให้ค่าตอบกลับได้ รับความดันได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 bar เกจ ค่าต่างศักย์ความดันเท่ากับ 10bar เกจ ควบคุมด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง +/- 10 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
 - 2.2.6.2 วาล์วระบายความดันแบบพร็อพอร์ชันแนลสร้างประกอบสำเร็จกับวาล์ว รับความดันได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 bar เกจ จำนวน 1 ตัว
 - 2.2.6.3 แผงสำหรับกำหนดค่าเซตพอยต์เป็นโมดูลเท่ากับค่า 4 ค่าคอมแมนด์และ 5 แรมพ์ จำนวน 1 แผง
 - 2.2.6.4 แผงอุปกรณ์สำหรับหัวต่อเชื่อมโยงได้กับอินทิเกรตอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 แผง
 - 2.2.6.5 แผงอุปกรณ์สำหรับต่อโวลต์มิเตอร์ แสดงผลของค่าคอมมานด์และแอกชวลได้ ประกอบด้วย 2 หน่วย จอวัดค่าโวลต์มิเตอร์ขนาดความโตตัวเลขประมาณ 13 มม. ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC ค่าการวัดแรงดันในวงจรแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 20 VDC จำนวน 1 แผง
 - 2.2.6.6 แผงอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่เป็นโพเทนชิโอมิเตอร์แสดงผลของค่าคอมมานด์ในรูปแบบโปริซันได้ประกอบด้วย 2 จุดเซนจ์โอเวอร์คอนแทคแบบปรับหมุน จำนวน 1 แผง
- 2.2.7 โปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฮดรอลิกส์ (Simulation Software) ประกอบด้วย
 - โปรแกรมจำลองการทำงานของกระบอกลูกสูบที่ควบคุมด้วยวาล์ว ในรูปแบบของ Open Loop และ Closed Loop Control ในการ Simulation จะต้องสามารถระบุข้อมูล และวิเคราะห์ ในหมวดอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้
 - 2.2.7.1 วาล์ว จะต้องสามารถระบุและปรับเปลี่ยนค่า Natural Frequency, Damping Ratio, แรงดันไฟฟ้า, อัตราการไหล, ความดันใช้งาน, และ เปอร์เซนต์ Overlap ของวาล์ว ในการวิเคราะห์ได้

- 2.2.7.2 กระบอกลูกสูบ จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนให้ทำงานได้ทั้งในแบบ Single Rod และ Double Rod รวมถึงต้องสามารถปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกลูกสูบ, ก้านสูบ, และ น้ำหนักของ Load ได้
- 2.2.7.3 ในการ Simulation จะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ถึงผลการเปลี่ยนแปลงของ Internal Leakage, External Leakage, Viscous Friction, และ Coulomb's Friction ของ กระบอกลูกสูบ
- 2.2.7.4 ในการ Simulation ระบบท่อไฮดรอลิกส์จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนค่าความยาว, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ, และค่าความหนืดการไหล ในการวิเคราะห์ได้
- 2.2.7.5 Controller จะต้องสามารถ Simulation ได้ในรูปแบบ Open Loop Control, Position Control, Force Control, Velocity Control
- 2.2.7.6 Controller จะต้องสามารถ Simulation ได้ในรูปแบบ Analog Signal และ Digital Signal โดยที่ในรูปแบบของ Digital Signal จะต้องสามารถระบุ Sampling Rate ของ Controller ได้
- 2.2.7.7 Controller จะต้องสามารถควบคุมระบบได้ในรูปแบบของ P, PI, PID Control
- 2.2.7.8 โปรแกรมจะต้องสามารถวิเคราะห์ผลได้ในทั้ง Time Domain และ Frequency Domain
- 2.2.7.9 การวิเคราะห์ใน Time Domain จะต้องแสดงผลการตอบสนอง (Time Response) ของ พารามิเตอร์ อันประกอบไปด้วย
 - 2.2.7.9.1 ตำแหน่ง, ความเร็ว, ความเร่ง ของลูกสูบ
 - 2.2.7.9.2 ความดันด้าน A และ B ของกระบอกลูกสูบ
 - 2.2.7.9.3 อัตราการไหลด้าน A และ B ของกระบอกลูกสูบ
 - 2.2.7.9.4 ตำแหน่งของสปูลวาล์วเป็นอย่างน้อย
- 2.2.8 สื่อแสดงการประยุกต์ใช้งานของระบบไฮดรอลิกส์แบบภาพเคลื่อนไหวสามมิติ เป็นสื่อการเรียน การสอน 3 ดีมensional ในรูปแบบของวิดีโอ DVD ที่แสดงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี ในอุตสาหกรรมการผลิต อย่างน้อย 15 เรื่อง โดยจะต้องมีเนื้อหาลักษณะครอบคลุม หัวข้อดังนี้ Printing machine, Paper mill, Woodworking, Extrusion Press, Power Metal Press, Proportional valve, Servo Valve, Food and Packaging, Injection molding machine, Wind Energy
- 2.2.9 สื่อโปรแกรมช่วยสอนวิชาพื้นฐาน ฟิสิกส์, ไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วย พจนานุกรม, แบบฝึกหัด, มี ภาพเคลื่อนไหวของวงจรไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ส่วนประกอบไฮดรอลิกส์
- 2.2.10 หนังสือคู่มือการทำงานหนังสือคู่มือการทดลองสำหรับผู้สอนและผู้รับการฝึกหัด มีเนื้อหา ครอบคลุมตามมาตรฐานชุดฝึกทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 2.2.11 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบควบคุมแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 เครื่อง
 - 2.2.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core-i5 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.5 GHz

- 2.2.11.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 2.2.11.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (HARD DISK) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB
- 2.2.11.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 2.2.11.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ 100/1000 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.2.11.6 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 2.2.11.7 มีจอภาพแบบ LCD ความละเอียด 1,280 x 768 pixel ขนาด 20 นิ้ว หรือดีกว่า
- 2.2.11.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ เมาส์ และจอภาพ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 2.2.11.9 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งประจำเครื่อง
- 2.2.12 โต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 ตัว
 - 2.2.12.1 เป็นโต๊ะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ มีชั้นสไลด์วางศิษย์บอร์ด ประกอบสำเร็จรูป
 - 2.2.12.2 ทำจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทนทาน
 - 2.2.12.3 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 80 x 75 ซม.
- 2.2.13 เก้าอี้สำหรับผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว
 - 2.2.13.1 มีพนักพิงและเบาะนั่ง บุด้วยฟองน้ำ หุ้มด้วยหนังเทียมหรือพีวีซี

3. ชุดปฏิบัติการทดลองโปรแกรมควบคุมและนิวแมติกส์ขั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย

3.1 รายละเอียดทั่วไป

- 3.1.1 ชุดปฏิบัติการทดลองโปรแกรมควบคุมและนิวแมติกส์ขั้นสูงพร้อมสื่อเทคโนโลยีการควบคุมและการขับเคลื่อนเป็นชุดที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนโดยเฉพาะ สามารถเรียนรู้ และฝึกทดลองการใช้งานของอุปกรณ์นิวแมติกส์แต่ละแบบ รวมถึงการควบคุมอุปกรณ์ด้วยโปรแกรม และยังสามารถฝึกการโปรแกรมควบคุมระบบจำลองในภาคอุตสาหกรรมรูปแบบต่างๆ ได้
- 3.1.2 ผู้เสนอราคาต้องแนบแค็ตตาล็อกซึ่งมีรายละเอียดทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต

3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.2.1 ชุดโต๊ะปฏิบัติการนิวแมติกส์ ประกอบด้วย

- 3.2.1.1 ชุดโต๊ะปฏิบัติการนิวแมติกส์มีขนาดแผงทดลองไม่ต่ำกว่า 550 x 900 มม. สามารถทดลองได้สองด้าน โครงสร้างทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ ชุดโต๊ะสามารถเคลื่อนย้ายได้โดยใช้ล้อชนิดปรับทิศทาง 4 ล้อ และสามารถล็อกได้อย่างน้อย 2 ล้อ พื้นโต๊ะทำด้วยโลหะพ่นกันสนิม หรือปาทีเกิ้ลบอร์ดเคลือบผิวด้วยเมลามีน หรือดีกว่า มีแผงสำหรับติดตั้งโมดูลไฟฟ้าอยู่ด้านบน สามารถติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 10 โมดูล มีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ มีลิ้นชักพร้อมถาดเก็บอุปกรณ์

ไม่น้อยกว่า 3 เส้นชักพร้อมกุญแจล็อก มีชุดแขนสายไฟสามารถแขนสายไฟขนาดมาตรฐาน 4 มม.ได้ไม่น้อยกว่า 40 เส้น จำนวน 1 ชุด

3.2.1.2 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่สามารถทนต่อการลัดวงจรได้และสามารถประกอบเข้าชุดโต๊ะนิวมेटริกส์ได้ มีปริมาณกำลังไฟฟ้า 220-230 V50Hz / 24 V, 4 A หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

3.2.1.3 เครื่องอัดลมแบบเงียบ มีความดังขณะใช้งานไม่เกินกว่า 45 dB สร้างความดันลมสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้ระบบไฟฟ้า 220-230 V 50Hz จำนวน 1 เครื่อง

3.2.2 ชุดฝึกนิวมेटริกส์เบื้องต้น ประกอบด้วย

3.2.2.1 กระบอกลูกสูบชนิดทำงานทางเดียว (Single action cylinder) ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 50 มม. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.2 กระบอกลูกสูบชนิดทำงานสองทาง (Double action cylinder) ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม. สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 3 ตัว

3.2.2.3 วาล์วควบคุมความเร็วทางเดียว (Throttle check valve) ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar เป็นชนิดที่มีตัวปรับอัตราการไหลของลมได้โดยใช้มือสามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว

3.2.2.4 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลมทั้งสองด้าน (5/2-way control valve) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-3 bar ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 barสามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 3 ตัว

3.2.2.5 วาล์ว 3/2 แบบหน่วงเวลา (3/2-way timer valve) ทำงานด้วยแรงดันลม กลับด้วยสปริงชนิดปกติปิด สามารถหน่วงเวลาได้ 1-8 วินาที แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-3 bar ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.6 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง (3/2 way adjustable control valve) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-3 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.7 วาล์ว 3/2 (3/2-way control valve) บังคับทำงานด้วยมือกด กลับด้วยสปริง ปกติปิด ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวลอคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว

- 3.2.2.8 วาล์ว 3/2 (3/2-way control valve) บังคับทำงานด้วยมือกด กลับด้วยสปริง ปกติปิด มีตัวกรองเสียงที่ช่องระบายลม ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.2.9 วาล์วคายลมเสียเร็ว (Rapid exhaust valve) สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.2.10 วาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งทำงานสองทาง (3/2 –way roller control) ปกติปิด ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว
- 3.2.2.11 วาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งทำงานทางเดียว (3/2 –way roller control) ปกติปิด ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว
- 3.2.2.12 ชุดปรับปรุงคุณภาพลม (Filter Regulator 3/2 way valve) สามารถปรับแรงดันลมได้ มีเกจแสดงความดันลมมีตัวกรองสิ่งสกปรกและน้ำออกจากลมประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.2.13 วาล์ว 5/3 ทำงานด้วยลมทั้งสองด้านกลับด้วยสปริง (5/3-way control valve) ตำแหน่งกลางของวาล์วปิดหมด แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-3 bar ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.2.14 วาล์วลมคู่ (AND valve) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 5 ตัว
- 3.2.2.15 วาล์วลมเดี่ยว (OR valve) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว
- 3.2.2.16 อุปกรณ์แสดงแรงดัน (Pressure display) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-2 bar ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.2.17 อุปกรณ์จ่ายลม (Distributor 6-fold) หัวจ่ายลมใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. สามารถจ่ายลมได้ไม่น้อยกว่า 6 จุด หัวจ่ายลมต้องเป็นชนิดมีเซ็นเซอร์ในตัว อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.2.18 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง (3/2-way control) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 2-3 bar ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.19 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยแรงดันลมชนิดแอมพลิไฟร์ (3/2-way control valve amplifier) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 50-100 มิลลิบาร์ ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว

3.2.2.20 วาล์ว 5/2 แบบบังคับการทำงานด้วยมือกด (5/2-way control valve button) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.21 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง (5/2-way control valve) แรงดันลมกระตุ้นการทำงานอยู่ในช่วง 1-4 bar ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

3.2.2.22 โหลดเทียม (Load Simulator) สามารถประกอบและแขวนน้ำหนักข้างโต๊ะปฏิบัติการได้ มีกอนน้ำหนักขนาดไม่น้อยกว่า 3 Kg พร้อมทั้งมีกระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 mm. ระยะชักไม่น้อยกว่า 100 mm. ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar จำนวน 1 ชุด

3.2.3 อุปกรณ์นิวแมติกส์ไฟฟ้า ประกอบด้วย

3.2.3.1 วาล์ว 3/2 สั่งงานด้วยโซลินอยด์ทางเดียวกลับด้วยสปริง (3/2-way solenoid valve) ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

3.2.3.2 วาล์ว 5/2 สั่งงานด้วยโซลินอยด์ทางเดียว (5/2-way solenoid valve) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 3 ตัว

3.2.3.3 วาล์ว 5/2 สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองทาง (5/2-way pulse solenoid valve) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 3 ตัว

3.2.3.4 วาล์ว 5/3 สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองด้าน (5/3-way solenoid valve) ตำแหน่งกลางของวาล์วปิดหมด ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว

- 3.2.3.5 ชุดสวิทช์ (Electric cylinder switch) และอุปกรณ์สำหรับติดตั้ง ปรับเลื่อนตำแหน่งที่
กระบอกสูบได้ หน้าสัมผัสสวิทช์เป็นแบบปกติเปิดแสดงการทำงานด้วย LED จำนวน 6 ชุด
- 3.2.3.6 ชุดลิมิตสวิทช์ (Electrical limit sensor) ประกอบไปด้วยหน้าสัมผัสแบบ ปกติปิด และ
แบบปกติเปิด รับกระแสได้อย่างน้อย 1 Amp อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้อค
อัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.3.7 ชุดสวิทช์ทำงานด้วยแรงดันลม (Pneumatically pressure switch) สามารถปรับค่าแรงดัน
ลมในย่าน 2-10 Bar หน้าสัมผัสสวิทช์รับกระแสได้อย่างน้อย 1 Amp อุปกรณ์ประกอบเป็น
ชุดยึดกับตัวล้อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.3.8 โมดูลวงจรรีเลย์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Relay) ประกอบด้วยอย่างน้อย 1
Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED มีหน้าสัมผัสอย่างน้อย 4 หน้าสัมผัส แต่ละ
หน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและแบบปกติเปิด ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24
VDC และรับกระแสได้ต่อเนื่องอย่างน้อย 2 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้
จำนวน 6 ตัว
- 3.2.3.9 โมดูลสวิทช์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Switch) ประกอบด้วยสวิทช์แบบปุ่มกด 2
ตัว และแบบหมุน 1 ตัว ซึ่งแต่ละสวิทช์ แยกลักษณะเป็นแบบปกติปิด 1 ตัว และลักษณะ
เป็นแบบปกติเปิด 1 ตัว ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC รองรับกระแสได้อย่างน้อย 2
Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 2 ตัว
- 3.2.3.10 แผงโมดูลวงจรปรับหน่วงเวลาแบบเสียบต่อวงจรไฟฟ้า (Electrical Release Time Relay)
ประกอบด้วยอย่างน้อย 1 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic
Coil ควบคุมอย่างน้อย 2 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและ
แบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้อย่างน้อย 2
Amp ค่าการปรับหน่วงเวลา อยู่ที่ 1-10 วินาที สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้
จำนวน 1 ตัว
- 3.2.3.11 โมดูลวงจรปรับหน่วงเวลาแบบเสียบต่อวงจรไฟฟ้า (Electrical pick-up Time Relay)
ประกอบด้วยอย่างน้อย 1 Magnetic Coil แสดงการทำงานด้วย LED แต่ละ Magnetic
Coil ควบคุมอย่างน้อย 2 หน้าสัมผัส แต่ละหน้าสัมผัส ประกอบไปด้วยแบบปกติปิดและ
แบบปกติเปิด ค่า Switching Voltage เท่ากับ 24 VDC และรับกระแสได้อย่างน้อย 2
Amp ค่าการปรับหน่วงเวลา อยู่ที่ 1-10 วินาที สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้
จำนวน 1 ตัว
- 3.2.3.12 โมดูลแสดงค่าสัญญาณเอาต์พุต (Signal Output) ประกอบด้วยหลอดไฟอย่างน้อย 4 จุด
สัญญาณเสียง 1 ตัว ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC จำนวน 1 ตัว

- 3.2.3.13 โมดูลปลั๊กหัวต่อไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Distributor) มีจำนวนจุดต่ออย่างน้อย 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจุดต่ออย่างน้อย 10 จุดต่อ สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 2 แผง
- 3.2.4 อุปกรณ์นิวแมติกส์ไฟฟ้าไค์สลุคคอนโทรล (Pressure & Force Control) ประกอบด้วย
- 3.2.4.1 วาล์วควบคุมด้วยแรงดันนิวแมติกส์ (Pressure Control valve) ทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 5 bar, กระตุ้นการทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้าช่วง 0-10V, หรือกระตุ้นการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าช่วง 4-20 mA. สามารถควบคุมแรงดันลมช่วงประมาณ 1-5 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC จำนวน 1 ตัว
- 3.2.4.2 สวิตช์ทำงานด้วยแรงดันนิวแมติกส์ ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 20 bar กระตุ้นการทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้าช่วง 0-10V, หรือกระตุ้นการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าช่วง 4-20 mA. สามารถควบคุมแรงดันลมช่วงประมาณ 1-10 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC จำนวน 1 ตัว
- 3.2.4.3 กระบอกสูบนิวแมติกส์ชนิดทำงานสองทางมีอุปกรณ์วัดระยะและสปริงติดตั้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม. ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติจำนวน 1 ตัว
- 3.2.4.4 กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบ Octagon ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. ระยะชักก้านสูบไม่น้อยกว่า 100 มม. ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.4.5 แผงกำหนดค่าเซตพ้อยต์เป็นโมดูลเท่ากับค่า 4 ค่าคอมมานด์ และ 5 แรมพ์ จำนวน 1 แผง
- 3.2.4.6 แผงอุปกรณ์สำหรับหัวต่อเชื่อมโยงได้กับอินติเกรตอิเลคทรอนิกส์ จำนวน 1 แผง
- 3.2.4.7 แผงอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่เป็นโพเทนซิโอมิเตอร์ แสดงผลของค่าคอมมานด์ในรูปแบบปอร์ทิชั่นได้ประกอบด้วย 2 จุด เซนซิโอมิเตอร์คอนแทค แบบปรับหมุน จำนวน 1 แผง
- 3.2.4.8 แผงอุปกรณ์สำหรับต่อโวลต์มิเตอร์ แสดงผลของค่าคอมมานด์และแอกซาลได้ ประกอบด้วย 2 หน่วยจอตค่าโวลต์มิเตอร์ขนาดความโตตัวเลขประมาณ 13 มม. ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC ค่าการวัดแรงดันในวงจรแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 20 VDC จำนวน 1 แผง
- 3.2.4.9 หน่วยโปรแกรมควบคุม (PLC) มีอินพุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 4 จุด, เอาท์พุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 4 จุด, มีอินพุตอนาลอก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด และเอาท์พุตอนาลอก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล็อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 3.2.4.9.1 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program memory) ไม่น้อยกว่า 1 MB.
- 3.2.4.9.2 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data memory) 2 MB.หรือมากกว่า
- 3.2.4.9.3 สามารถส่งถ่ายโปรแกรมได้โดยหน่วยความจำชนิด Compact flash memory หรือดีกว่า
- 3.2.4.9.4 สามารถดาวน์โหลดหรืออัปโหลดโปรแกรมผ่านอินเตอร์เฟซ RS232 หรือ LAN

3.2.4.9.5 มีจอแสดงการทำงานของ PLC ขนาด 8 ตัวอักษร หรือมากกว่าและปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้

3.2.5 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบควบคุมแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 เครื่อง

3.2.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core-i5 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.5 GHz

3.2.5.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

3.2.5.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (HARD DISK) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB

3.2.5.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

3.2.5.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ 100/1000 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.2.5.6 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

3.2.5.7 มีจอภาพแบบ LCD ความละเอียด 1,280 x 768 pixel ขนาด 20 นิ้ว หรือดีกว่า

3.2.5.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นพิมพ์ เม้าส์ และจอภาพ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน

3.2.5.9 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งประจำเครื่อง

3.2.6 โต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 2 ตัว

3.2.6.1 เป็นโต๊ะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ มีชั้นสไลด์วางคีย์บอร์ด ประกอบสำเร็จรูป

3.2.6.2 ทำจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทนทาน

3.2.6.3 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 80 x 75 ซม.

3.2.7 เก้าอี้สำหรับผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1 มีพนักพิงและเบาะนั่ง บุด้วยฟองน้ำ หุ้มด้วยหนังเทียมหรือพีวีซี

4. ชุดทดลองโปรแกรมควบคุมพร้อมอุปกรณ์จำลองระบบงานจริงอุตสาหกรรม จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยรายการดังนี้

4.1 ชุดโปรแกรมควบคุม ประกอบด้วย

4.1.1 หน่วยรับ/ส่งสัญญาณ

4.1.1.1 มีดิจิตอลอินพุตรวมจำนวน 24 จุดหรือดีกว่า และมีขั้วต่อแบบปลอดภัยขนาด 4 มิลลิเมตร ใช้งานเป็นดิจิตอลอินพุตจำนวน 16 จุดพร้อมหลอดไฟแสดงผลและสวิทช์จำลองการทำงาน

4.1.1.2 มีดิจิตอลเอาต์พุตรวมจำนวน 24 จุดหรือดีกว่า และมีขั้วต่อแบบปลอดภัยขนาด 4 มิลลิเมตร ใช้งานเป็นดิจิตอลเอาต์พุตจำนวน 16 จุด พร้อมหลอดไฟแสดงผล

4.1.1.3 มีนาฬิกาอินพุตจำนวน 2 จุด และมีลูกบิดปรับแรงดันไฟฟ้า ± 10 โวลต์ อย่างน้อย 1 ชุด

4.1.1.4 มีนาฬิกาเอาต์พุตจำนวน 2 จุด และมีมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า ± 10 โวลต์ อย่างน้อย 1 ชุด

4.1.2 หน่วยความจำ

4.1.2.1 หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program Memory) ไม่น้อยกว่า 1 MB.

4.1.2.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) 2 MB.หรือมากกว่า

- 4.1.2.3 สามารถส่งถ่ายโปรแกรมได้โดยหน่วยความจำชนิด Compact Flash Memory หรือดีกว่า
- 4.1.3 การสื่อสารและการอินเตอร์เฟซ
 - 4.1.3.1 สามารถดาวน์โหลดหรืออัปโหลดโปรแกรมผ่าน RS232 หรือ Ethernet (LAN) ได้
 - 4.1.3.2 มีอินเตอร์เฟซชนิด PROFIBUS DP
 - 4.1.3.3 มีจอแสดงการทำงานขนาด 8 ตัวอักษร หรือมากกว่าสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้
- 4.1.4 ซอฟต์แวร์สำหรับเขียนโปรแกรม
 - 4.1.4.1 มีซอฟต์แวร์สำหรับเขียนโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องที่สามารถใช้งานด้วยภาษา Ladder Logic(LD), Instruction List (IL), Function Block Diagram(FBD), Sequential Flow Chart (SFC), Structured Text (ST), Continuous Flow Chart (CFC)
 - 4.1.4.2 มีฟังก์ชันสำหรับวินิจฉัยข้อบกพร่องของโปรแกรม หรือมีฟังก์ชันออสซิลโลสโคป
 - 4.1.4.3 สามารถเขียนภาพจำลอง และสั่งจำลองการทำงานพร้อมทั้งสามารถแสดงผลบนภาพจำลองได้ ในขณะที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับชุดฝึกโปรแกรมควบคุมอุตสาหกรรม หรือมีฟังก์ชัน Visualization
 - 4.1.4.4 มีไลบรารีมาตรฐานเป็น BitableFunction Blocks, Counter, Sting Functions, Timer, Trigger
- 4.1.5 แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและอื่นๆ
 - 4.1.5.1 มีแหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์ดีซีและแหล่งจ่ายไฟ 10 โวลต์ดีซี หรือย่านอื่นที่เหมาะสมกับชุดทดลอง
 - 4.1.5.2 มีกล่องอลูมิเนียมเก็บชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อการเคลื่อนย้าย และจัดเก็บ
- 4.2 ชุดโมดูลจำลองการทำงาน (Simulation Module)ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
 - 4.2.1 มีชุดสายไฟชนิด 37 ขั้ว (Sub-D) ที่สามารถต่อพ่วงกับ อินพุท/เอาต์พุต จำนวน 2 เส้น
 - 4.2.2 ชุดโมดูลจำลองการทำงานมีชุดการทดลองอย่างน้อย 20 เรื่อง มีเทคโนโลยีครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้
 - 4.2.2.1 เทคโนโลยีไฟฟ้า (Electrical) Asynchronous Motor
 - 4.2.2.2 เทคโนโลยีอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Sensor) Level Detection, Position Sensors, Position Switches Temperature Sensor, Pressure Sensor
 - 4.2.2.3 เทคโนโลยีนิวแมติกส์ (Pneumatics) Valves, Cylinders
 - 4.2.2.4 เทคโนโลยีควบคุม (Processes) Tank Level Control, Access Control, Load Management Embossing
 - 4.2.3 มีโปรแกรมเฉลยที่เขียนด้วยภาษาดังนี้
 - 4.2.3.1 ภาษา Ladder logic(LD) หรือ Function block diagram(FBD) จำนวนไม่น้อยกว่า 10 เรื่อง
 - 4.2.3.2 ภาษา Structured Text (ST) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง

- 4.2.3.3 ภาษา Sequential Flow Chart (SFC) จำนวนไม่น้อยกว่า 5 เรื่อง
 - 4.2.4 มีการแสดงผลการทำงานเป็น LED, มีสวิทช์จำลองการทำงาน, มีลูกบิดปรับค่าพารามิเตอร์
 - 4.3 ชุดสื่อประกอบการเรียนการสอน (Teaching Aid) จำนวน 1 ชุดประกอบด้วย
 - 4.3.1 แบบฝึกหัดประกอบชุดฝึกนิวแมติกส์เบื้องต้น และนิวแมติกส์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - 4.3.2 แบบฝึกหัดประกอบชุดฝึกนิวแมติกส์ไฟฟ้าไค้สลับคอนโทรล จำนวน 1 ชุด
 - 4.3.3 ซอฟต์แวร์ช่วยสอนเกี่ยวกับนิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้า แสดงภาพโครงสร้างการทำงานภายในของอุปกรณ์นิวแมติกส์ แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาของระบบนิวแมติกส์ จำนวน 1 ชุด
 - 4.4 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบควบคุมแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 5 เครื่อง
 - 4.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core-i5 ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.5GHz
 - 4.4.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.4.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (HARD DISK) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB
 - 4.4.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
 - 4.4.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ 100/1000 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 4.4.6 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 4.4.7 มีจอภาพแบบ LCD ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 768 pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว
 - 4.4.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ เมาส์ และจอภาพ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายใต้ เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
 - 4.4.9 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งประจำเครื่อง
 - 4.5 โต๊ะวางเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 5 ตัว
 - 4.5.1 เป็นโต๊ะสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ มีชั้นสไลด์วางคีย์บอร์ด ประกอบสำเร็จรูปพร้อมใช้งาน
 - 4.5.2 ทำจากไม้หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทนทาน
 - 4.5.3 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 80 x 75 ซม.
 - 4.6 เก้าอี้สำหรับผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ตัว
 - 4.6.1 มีพนักพิงและเบาะนั่ง บุด้วยฟองน้ำ หุ้มด้วยหนังเทียมหรือพีวีซี
- 5. ชุดอุปกรณ์ทดลองนิวแมติกส์ไฟฟ้าจำลองการหยิบชิ้นงาน (Handling Module Device) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้**
- 5.1 ชุดอุปกรณ์หยิบชิ้นงานแบบ 3 แกน (3-Axis Handling Device) ครอบคลุมนิวแมติกส์ของแกนทั้งหมด และอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเป็นชนิดทำงานสองทาง ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล้ออัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
 - 5.2 หน่วยโปรแกรมควบคุม (PLC) มีอินพุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 12 จุด และมีเอาต์พุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 12 จุด ประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล้ออัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
 - 5.2.1 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม (Program memory) ไม่น้อยกว่า 1 MB.
 - 5.2.2 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data memory) 2 MB.หรือมากกว่า

- 5.2.3 สามารถส่งถ่ายโปรแกรมได้โดยหน่วยความจำชนิด Compact Flash Memory หรือดีกว่า
- 5.2.4 สามารถดาวน์โหลดหรืออัปโหลดโปรแกรมผ่านอินเตอร์เฟซ RS232 หรือ LAN
- 5.2.5 มีจอแสดงการทำงานของ PLC ขนาด 8 ตัวอักษร หรือมากกว่าและปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ได้
- 5.3 ชุดวาล์วสนับสนุน (Valve Support System) ประกอบด้วย วาล์ว 5/2 จำนวน 3 ตัว และวาล์ว 5/3 ตำแหน่งกลางของวาล์วปิดหมด จำนวน 1 ตัว ประกอบรวมกันเป็นโมดูล ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 5.4 อุปกรณ์เชื่อมต่อ Profibus (Profibus Module) มีอินพุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 8 จุด และมีเอาต์พุตดิจิตอลรวมไม่น้อยกว่า 8 จุดมีการป้องกันการลัดวงจรของเอาต์พุต และสามารถจ่ายกระแสได้ 500 mA. ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 5.5 โมดูลปลั๊กหัวต่อไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Distributor) มีจำนวนจุดต่ออย่างน้อย 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจุดต่ออย่างน้อย 10 จุดต่อ สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 ตัว
- 5.6 โมดูลสวิตช์ไฟฟ้าแบบเสียบต่อวงจร (Electrical Switch) ประกอบด้วยสวิตช์แบบปุ่มกด 2 ตัว และแบบหมุน 1 ตัว ซึ่งแต่ละสวิตช์ แยกลักษณะเป็นแบบปกติปิด 1 ตัว และลักษณะเป็นแบบปกติเปิด 1 ตัว ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC รองรับกระแสได้อย่างน้อย 2 Amp สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 1 ตัว
- 5.7 โมดูลปฏิบัติการ (Operating Module) สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณ สามารถติดตั้งกับโต๊ะปฏิบัติการทดลองได้ จำนวน 2 ตัว
- 5.8 ชุดปรับปรุงคุณภาพลม (Filter Regulator 3/2 Way Valve) สามารถปรับแรงดันลมได้ มีเกจแสดงความดันลมมีตัวกรองสิ่งสกปรกและน้ำออกจากลมประกอบอุปกรณ์อยู่กับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 5.9 อุปกรณ์จ่ายลม (Distributor 6-fold) หัวจ่ายลมใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. สามารถจ่ายลมได้ไม่น้อยกว่า 6 จุด หัวจ่ายลมต้องเป็นชนิดมีเซ็นเซอร์ในตัวอุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 5.10 วาล์ว 5/2 สั่งงานด้วยโซลินอยด์ทางเดียวกลับด้วยสปริง (5/2 Solenoid Valve) ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 2 ตัว
- 5.11 วาล์ว 5/2 สั่งงานด้วยโซลินอยด์สองทาง (5/2-Way Pulse Solenoid Valve) ตัววาล์วทนความดันลมได้ไม่น้อยกว่า 8 bar ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สามารถใช้กับท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. อุปกรณ์ประกอบเป็นชุดยึดกับตัวล๊อคอัตโนมัติ จำนวน 1 ตัว
- 5.12 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการออกแบบควบคุมแบบพกพา จำนวน 1 เครื่อง
- 5.12.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core-i5 มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.3 GHz
- 5.12.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 5.12.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

- 5.12.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 5.12.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Ethernet ที่ความเร็ว 100/1000 Mbps จำนวน 1 พอร์ต
- 5.12.6 มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 5.12.7 มีจอภาพแบบ LCD ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,024 x 768 pixel ขนาดไม่น้อยกว่า 13 นิ้ว
- 5.12.8 มีซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งประจำเครื่อง
- 5.12.9 มีกระเป๋าใส่เพื่อเคลื่อนย้ายได้สะดวก จำนวน 1 ใบ พร้อมเมาส์

6. รายละเอียดอื่นๆ

- 6.1 ชุดทดลองเป็นชุดที่ถูกผลิตจากบริษัทเดียวกันได้รับมาตรฐาน ISO Didactic หรือ DIN หรือมาตรฐานอื่นทางด้านชุดฝึกการศึกษา โดยมีหนังสือแสดงเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา
- 6.2 ผู้เสนอราคาเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนภายในประเทศเพื่อยืนยันประสิทธิภาพของการบริการหลังการขาย
- 6.3 ผู้เสนอราคาต้องอบรมการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่อบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทให้กับบุคลากรของสถานศึกษา รวมเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับการใช้งานชุดฝึกในการเรียนการสอนโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- 6.4 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยอย่างน้อย 1 ชุด
- 6.5 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 6.6 ระยะเวลาในการส่งมอบพัสดุ ภายใน 150 วันนับแต่วันที่ลงนามในสัญญา

7. การติดตั้งและปรับปรุงห้อง

- 7.1 ปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 7.2 ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์ความปลอดภัย
- 7.3 ติดตั้งโปรเจคเตอร์ ขนาดความสว่างไม่น้อยกว่า 2,800 ANSI LUMENS ความละเอียด (พิกเซล) 1,280x800(WXGA) ค่า Contrast ไม่น้อยกว่า 3,000:1 จำนวน 2 เครื่อง พร้อมจอรับภาพ
- 7.4 กั้นห้องด้วยผนังยิบซัมฉาบเรียบ พื้นไม่น้อยกว่า 75 ตารางเมตร จำนวน 2 ห้อง
- 7.5 ติดตั้งประตู อลูมิเนียมแบบบานเดี่ยวบานเปิดข้างจำนวน 2 บาน
- 7.6 ติดตั้งประตู อลูมิเนียมแบบบานคู่บานเปิดข้าง จำนวน 2 บาน
- 7.7 ติดตั้งฝ้ายิบซัมฉาบเรียบพื้นไม่น้อยกว่า 260 ตารางเมตร จำนวน 2 ห้อง
- 7.8 ทำสีภายใน พื้นไม่น้อยกว่า 420 ตารางเมตร จำนวน 2 ห้อง
- 7.9 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ขนาดไม่น้อยกว่า 44,000 BTU จำนวน 4 ชุด