ขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)
การจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดจำลองการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูง
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

เนื่องจากในปัจจุบันสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ายังขาดอุปกรณ์ครุภัณฑ์ทางการศึกษาด้านชุดปฏิบัติการจำลองระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power System Simulator Laboratory) ที่ใช้สำหรับในการเรียนการสอนการวิจัย ฝึกอบรม เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกทดลอง วิจัย ที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะของนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนสอนให้นักศึกษามีทักษะที่สำคัญกับการเรียนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อีกทั้งการฝึกปฏิบัติการจำลองระบบ ส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดที่สภาวิศวกรได้กำหนดให้เป็นหนึ่งในวิชาเฉพาะที่นักศึกษาระดับปริญญาตรีต้องเรียน และเป็นรายวิชาที่ต้องขอสอบรับใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (ก.ว.).

ชุดจำลองการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูงสามารถแสดงให้เห็นถึงปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งในอดีตปรากฏการณ์นี้จะระบุอยู่ในเนื้อหาทฤษฎีเท่านั้น โมเดลแบบจำลองนี้ประกอบด้วย ๒ ส่วนหลักคือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ชุดจำลองระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็นการจำลองชุดฮาร์ดแวร์สำหรับการฝึกปฏิบัติและต้องได้รับการออกแบบสำหรับการอบรมเชิงปฏิบัติสำหรับวิศวกรไฟฟ้าและช่างเทคนิค ภายใต้เงื่อนไขที่เป็นจริง เหมาะสำหรับการฝึกอบรมให้กับหลากหลายเช่น การจัดการพลังงาน การควบคุมโรงต้นกำลังและสถานีจ่ายไฟฟ้าย่อย การซ่อมบำรุงและงานวิจัย

ชุดจำลองการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูงได้รับการรับรองมาตรฐานระบบส่งจ่ายการไฟฟ้าอุตสาหกรรม IEC ๖๑๘๕๐ ในส่วนของการป้องกันและ ถูกออกแบบให้ทนทานกับการใช้งานของผู้ใช้งาน รวมถึงการใช้งานในการฝึกปฏิบัติของนักศึกษาในระหว่างการฝึกอบรม มีแบบจำลองการผิดพลาดบกพร่องทางไฟฟ้าชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติของนักศึกษาได้อย่างถูกต้องและผลการตอบสนองที่ถูกต้อง สามารถให้นักศึกษาได้พิจารณาทั้ง ๒ สภาวะ คือสภาวะ การทำงานปกติ และสภาวะการทำงานไม่ปกติของระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่สมบูรณ์

ดังนั้นการจัดเครื่องมือสนับสนับสนุนเพื่อให้เกิดสภาพการเรียนรู้ผ่านเครื่องมือที่อยู่รอบๆ ตัวนักศึกษานั่นคือการใช้เครื่องมือจริงที่สามารถนำมาประยุกต์ร่วมกับการออกแบบเพื่อทำให้สามารถออกแบบระบบควบคุมสามารถใช้งานจริงได้ อีกทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้การออกแบบ การใช้งาน การทำวิจัย เพื่อนักเรียน นักศึกษาบัณฑิตศึกษา และเป็นศูนย์ให้บริการด้านความรู้และเป็นแหล่งพัฒนาชุดปฏิบัติการจำลองระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่องานอุตสาหกรรมและสังคม

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อเป็นศูนย์การเรียนรู้ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูงเพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางความรู้ด้านเทคโนโลยีให้รู้จักคิดวางแผน ทำงานเชิงปฏิบัติมากขึ้นและเน้นการประยุกต์ใช้งานรวมถึงให้มีการบูรณาการตั้งแต่ผู้ใช้งาน นักวิจัยและผู้ผลิต สำหรับท้องถิ่นชุมชน

๒.๒ เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถเป็นนักปฏิบัติในระบบเทคโนโลยีการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูงในสาขาต่างๆที่เกี่ยวข้อง

๒.๓ เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงการถ่ายทอดองค์ความรู้การวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูงจากภาคการศึกษาสู่ภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมระดับท้องถิ่นชุมชน

๒.๔ เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมในการนำผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมให้สามารถผลิตสู่เชิงพาณิชย์อย่างมีมาตรฐานในระดับที่เชื่อถือได้ในท้องถิ่นชุมชนจนไปถึงระดับประเทศและระดับโลก

๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

ตามประกาศประกวดราคาและเอกสารประกวดราคาจากระบบการจัดซื้อภาครัฐ e-GP

๔. คุณลักษณะเฉพาะชุดจำลองการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูง

๔.๑. ชุดปฏิบัติการจำลองระบบสายส่งหรือจำหน่ายกำลังไฟฟ้าขั้นสูง จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๑. รายละเอียดทั่วไป

๔.๑.๑.๑. ชุดปฏิบัติการจำลองระบบสายส่งหรือจำหน่ายกำลังไฟฟ้าขั้นสูงที่เสนอมีลักษณะเป็นโมดูล และต้องเป็นชุดฝึกที่ถูกผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรอง มาตรฐาน DIN หรือ ISO หรือมาตรฐานสากล ทางด้านชุดฝึกการศึกษาโดยเฉพาะ (เฉพาะอุปกรณ์ส่วนหลักของ ชุดฝึก) พร้อมแนบสำเนาเอกสารรับรองมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตในเอกสารประกวดราคาเพื่อประกอบการพิจารณา

๔.๑.๑.๒. มีเนื้อหาการเรียนรู้เกี่ยวกับการ Active และ Reactive ของการไหลของกำลังไฟฟ้า , Parallel Lines , เครื่องกำเนิดไฟฟ้า , โครงข่ายสายส่งกำลังไฟฟ้า เป็นต้น

๔.๑.๑.๓. ชุดฝึกมีลักษณะเป็นโมดูลสามารถใช้กับระบบไฟ ๓ เฟส ๔ สาย ๒๒๐/๓๘๐ โวลท์ ๕๐ Hz ได้เป็นอย่างดี และมีใบงาน ประกอบการทดลองอย่างเป็นขั้นตอนเหมาะสำหรับการศึกษาโดยเฉพาะ

๔.๑.๑.๔. อุปกรณ์ส่วนหลักสำหรับชุดฝึกเป็นผลิตภัณฑ์ ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในระดับ สากลทางด้านการศึกษา และมีเครือข่ายทั่วโลกไม่น้อยกว่า ๓๐ ประเทศ โดยบริษัทผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารได้รับการแต่งตั้งให้เป็นสาขาหรือตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศมาแสดงพร้อมระบุชื่อโครงการและหน่วยงานที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ต่อการรับประกันและการบริการหลังการขาย

๔.๑.๑.๕. บริษัทผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อค ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิค มาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อใช้ ประกอบการพิจารณา

๔.๑.๑.๖. บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานชุดฝึกให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลังการส่งมอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย ๑ วัน

๔.๑.๑.๗. สามารถทำการทดลองพร้อมใบงานตามหัวข้อการเรียนรู้ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- Voltage Regulation and Power Transmission Capability of a Transmission Line
- Shunt Capacitors and Phase Angle Between Sender and Receiver
- Parameters Affecting Active and Reactive Power Flow
- Power-Handling Capability and Parallel Lines
- Effects of Series Compensation on the Power Transfer Capability and System Stability
- Effect of Series Compensation on the Voltage Regulation and Power Factor
- The Alternator
- The Synchronous Motor
- The Synchronous Compensator and Long High Voltage Lines
- Transmission Line Networks and the Three-Phase Regulating Autotransformer
- The Synchronous Motor Under Load
- Hunting and System Oscillation
- Power System Transients

๔.๑.๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๔.๑.๒.๑. ชุด DC MOTOR /GENERATOR จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑.๑. เป็นเครื่องกล ขนาด ๔ Pole มีพิกัดขณะเป็นมอเตอร์ ไม่น้อยกว่า ๒ KW และขณะเป็นเครื่องกำเนิดไม่น้อยกว่า ๑.๕ KW ติดตั้งบนโครงสร้างที่แข็งแรง มีล้อเลื่อน

๔.๑.๒.๑.๒. มีขดลวด Shunt Field ๑ ชุด , ขดลวด Series Field ๒ ชุด , ขดลวด Interpole ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑.๓. สามารถทำงานเป็น Dynamometer โดยใช้ Hydraulic torque ย่านการทำงาน ๐-๓๐ N-m (๐-๒๖๖lbf·in) หรือสูงกว่า

๔.๑.๒.๑.๔. มีโมดูลจุดต่อวงจรสามารถทำเป็น MACHINE แบบต่างๆ ได้ดังนี้

- SHUNT MACHINE
- SERIES MACHINE
- CUMULATIVE COMPOUND MACHINE
- DIFFERENT COMPOUND MACHINE
- มีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๑.๕. DC MOTOR /GENERATOR มีคุณสมบัติดังนี้

- พิกัดขณะเป็น Motor (Full Load / Shunt)
  - Power : ไม่น้อยกว่า ๒ kW
  - Armature Voltage : ๒๒๐ V – DC
  - Shunt-Field Voltage : ๒๒๐ V – DC
  - Speed : ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐ r/min
  - Current : ไม่น้อยกว่า ๑๒ A
  - Torque : ไม่น้อยกว่า๑๒ N·m
  - Nominal Shunt-Field Current: ไม่น้อยกว่า ๐.๔ A
- พิกัดขณะเป็น Generator (Full Load / Shunt)
  - Power : ไม่น้อยกว่า ๑.๕ kW
  - Speed : ไม่น้อยกว่า๑๕๐๐ r/min
  - Current : ไม่น้อยกว่า ๖.๕ A

๔.๑.๒.๒. ชุด THREE PHASE SYNCHRONOUS MOTOR/GENERATOR จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๒.๑. เป็นเครื่องกล ขนาด ๔ Pole มีพิกัดขณะเป็น SYNCHRONOUS MOTOR ไม่น้อยกว่า ๒ KW และขณะเป็น SYNCHRONOUS GENERATOR ไม่น้อยกว่า ๑.๕ KVA ติดตั้งบนโครงสร้างที่แข็งแรง มีล้อเลื่อน

๔.๑.๒.๒.๒. ขดลวด STATOR สามารถต่อเป็นแบบ WYE หรือ DELTA ได้

๔.๑.๒.๒.๓. THREE PHASE SYNCHRONOUS MOTOR/GENERATOR มีคุณสมบัติดังนี้

- พิกัด Motor (Full Load)

- Line Voltage	: ๒๒๐/๓๘๐ V – ๕๐ Hz
- Power	: ไม่น้อยกว่า ๒ kW
- Speed	: ไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐ r/min
- Current	: ไม่น้อยกว่า ๓ A
- Excitor Current	: ๐.๕ A – DC หรือดีกว่า
- Torque	: ๑๒.๗ N·m (๑๑๒.๔ lbf·in) หรือดีกว่า
- Efficiency	: ๘๐% หรือดีกว่า
- Friction and Windage Losses	: ๑๑๐ W หรือดีกว่า

- พิกัด Generator

- Power	: ไม่น้อยกว่า ๑.๕ kVA
Current	: ไม่น้อยกว่า ๒ A

๔.๑.๒.๓.โมดูล RESISTIVE LOAD จำนวน ๓ ชุด

๔.๑.๒.๓.๑. ภายในประกอบด้วยความต้านทานแบบ wire-round ต่อขนานกัน

๔.๑.๒.๓.๒.มีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๓.๓.ด้านหน้าโมดูลมีชุด Toggle Switch สำหรับปรับค่าความต้านทาน

๔.๑.๒.๓.๔.Load Power สามารถปรับค่าได้

๔.๑.๒.๔. โมดูล INDUCTIVE LOAD จำนวน ๓ ชุด

๔.๑.๒.๔.๑. ภายในประกอบด้วย Inductive แบบ iron-core ต่อขนานกัน

๔.๑.๒.๔.๒. มีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๔.๓. ด้านหน้าโมดูลมีชุด Toggle Switch สำหรับปรับค่าได้

๔.๑.๒.๕.โมดูล CAPACITIVE LOAD จำนวน ๓ ชุด

๔.๑.๒.๕.๑. ภายในประกอบด้วยตัวเก็บประจุต่อขนานกัน

๔.๑.๒.๕.๒. มีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๕.๓. ด้านหน้าโมดูลมีชุด Toggle Switch สำหรับปรับค่าได้

๔.๑.๒.๖.โมดูล Field Rheostat จำนวน ๒ ชุด

๔.๑.๒.๖.๑. สามารถปรับความต้านทานได้ : ๐ ถึง ๖๐๐ Ω

๔.๑.๒.๖.๒. Power : ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ W

๔.๑.๒.๖.๓. มีจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm

๔.๑.๒.๗.โมดูลแหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๘.โมดูลจำลองสายส่งกำลังไฟฟ้า ๓ เฟส (Three-Phase Transmission Line) จำนวน ๒ ชุด

๔.๑.๒.๘.๑. ภายในโมดูลประกอบ power inductors แบบ iron-core จำนวน ๓ ตัว

๔.๑.๒.๘.๒. สามารถปรับอิมพีแดนซ์ของสายส่งไฟฟ้าด้วย selector ด้านหน้าโมดูล

๔.๑.๒.๘.๓. สามารถปรับค่า Line Reactance ให้เลือกใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๓ ค่า

๔.๑.๒.๘.๔. หน้าโมดูลมีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๙.โมดูลกำลังส่ง (Power Line Series Compensator) จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๙.๑. ภายในโมดูลประกอบตัวเก็บประจุ จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ตัว

๔.๑.๒.๙.๒. สามารถปรับ Line Compensationด้วย selector ด้านหน้าโมดูล

๔.๑.๒.๙.๓. หน้าโมดูลมีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm.

๔.๑.๒.๑๐. โมดูล Three-Phase Regulating Autotransformer จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๐.๑. แรงดัน Line Voltage : ๒๒๐/๓๘๐ V

๔.๑.๒.๑๐.๒. กำลังไฟฟ้า : ๑๕๐๐ VA หรือสูงกว่า

๔.๑.๒.๑๐.๓. กระแส Line Current : ๒ A หรือดีกว่า

๔.๑.๒.๑๐.๔. ปรับแรงดัน Buck-Boost ได้ : -๑๕, ๐, +๑๕% หรือดีกว่า

๔.๑.๒.๑๐.๕. ปรับ Phase Shift ได้ : -๑๕, ๐, +๑๕%หรือดีกว่า

๔.๑.๒.๑๐.๖. หน้าโมดูลมีสัญญาลักษณ์ชัดเจน และจุดต่อแบบ Safety Socket ๔ mm

๔.๑.๒.๑๑. ตัว Coupler จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๒. อุปกรณ์ชี้ตำแหน่งมุมเฟส (Phase Shift Indicator) ใช้วัดมุมเฟสจากโรเตอร์ของมอเตอร์ จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๓. เครื่องวัดความเร็ว Stroboscope แบบแสงกระพริบ เป็น Stroboscope มีลักษณะเป็นโคมไฟแฟลชพร้อมกับมือจับ จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๔. ชุดสายพาน Timing Belt จำนวน ๑ เส้น

๔.๑.๒.๑๕. Connection Lead Set จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๕.๑. มีไม่น้อยกว่า ๓ ขนาด

๔.๑.๒.๑๕.๒. เป็นแบบ Safety socket

๔.๑.๒.๑๖. ตู้ติดตั้งชุดฝึก Mobile Workstation จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๖.๑. มีลักษณะเป็นตู้พร้อมช่องสำหรับติดตั้งโมดูล

๔.๑.๒.๑๖.๒. ผลิตจากโลหะมีความแข็งแรง พร้อมชุดล้อเพื่องายต่อการเคลื่อนย้าย

๔.๑.๒.๑๗. โมดูล Data Acquisition and Control Interface จำนวน ๑ ชุด

๔.๑.๒.๑๗.๑. เป็นชุดต่อและแสดงผลทางเครื่องมือวัดผ่านจอคอมพิวเตอร์ เช่น Metering, Data Table and Graph , Oscilloscope, Phasor Analyzer , Harmonic Analyzer

๔.๑.๒.๑๗.๒. มีจุดต่อสำหรับใช้ในการวัดและทดสอบดังนี้

- จุดรับแรงดันเข้าจำนวนไม่น้อยกว่า ๔ อินพุต
  - Range (Low / High Scales) : -๘๐ to +๘๐ V / -๘๐๐ to +๘๐๐ V
- จุดรับกระแสเข้าจำนวนไม่น้อยกว่า ๔ อินพุต
  - Range (Low / High Scales) : -๔ to +๔ A / -๔๐ to +๔๐ A (๒๕ A RMS)
- ชุด Analog Inputs จำนวนไม่น้อยกว่า ๘ อินพุต
  - Voltage Range : -๑๐ to +๑๐ V
  - Impedance : > ๑๐ MΩ
  - Bandwidth : DC to ๑๒๕ kHz
- ชุดA/D Converter for Insulated and Analog ไม่น้อยกว่า ๑๖ อินพุต
  - เป็นชนิด Successive approximation
  - Resolution ๑๒ bits
  - Maximum Sampling Rate ๖๐๐ ksamples/s (one channel)
- ชุด Analog Outputs จำนวนไม่น้อยกว่า ๒ เอาท์พุต
  - Voltage Range -๑๐ to +๑๐ V
  - Operational Load Impedance > ๖๐๐ Ω
- ชุด Digital Inputs จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ จุด
- ชุด Digital Outputs จำนวนไม่น้อยกว่า ๙ จุด

๔.๑.๒.๑๗.๓. เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพรอต์ USB ๒.๐

๔.๑.๒.๑๗.๔. มีโปรแกรมสามารถแสดงผลเป็นเครื่องมือวัดต่างๆออกจอคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Instrumentation Function Set)

- ดิจิตอลมิเตอร์ สามารถแสดงผลเป็นมิเตอร์ต่างๆได้ไม่น้อย ๑๘ ค่า

- ออสซิลโลสโคป สามารถแสดงผลได้ไม่น้อย Channels ๘ , Vertical Sensitivity ๒ V/div. ถึง ๒๐๐ V/div. หรือดีกว่า , Time Base ๐.๐๐๐๑-๑๐ s/div. หรือดีกว่า

- Phasor Analyzer
  - Voltage Sensitivity ๒ - ๒๐๐ V/div. หรือดีกว่า
  - Current Sensitivity ๐.๑- ๕ A/div. หรือดีกว่า

- Harmonic Analyzer
  - ย่านความถี่ ๑ - ๑๔๐๐ Hz หรือดีกว่า
  - จำนวน Harmonic Components ๕ ถึง ๔๐ หรือดีกว่า

๔.๒. ชุดเครื่องมือวัดสำหรับการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน ๑ ชุด

๔.๒.๑. รายละเอียดทั่วไป

๔.๒.๑.๑. เป็นเครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ความละเอียดระดับไม่ต่ำกว่า ๑๐,๐๐๐ count

๔.๒.๑.๒. สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance, Harmonic ratio, switch counter หรือมากกว่า

๔.๒.๑.๓. จอแสดงผลแบบ LCD ที่สามารถแสดงผลได้ ๔ หลัก หรือมากกว่า

๔.๒.๑.๔. ผ่านมาตรฐาน SA: ANSI/UL Std. No. ๖๑๐๑๐-๑ (๓rd Edition), CAT III ๑๐๐๐ V/CAT IV ๖๐๐ V Overvoltage Protection, Pollution Degree ๒

๔.๒.๑.๕. ย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ ๑๐๐.๐mV – ๑๐๐๐.๐V หรือกว้างกว่า

๔.๒.๑.๖. บริษัทผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารได้รับการแต่งตั้งให้เป็นสาขาหรือตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ มาแสดงพร้อมระบุชื่อโครงการและหน่วยงานที่นำเสนอ เพื่อประโยชน์ต่อการรับประกันและการบริการหลังการขาย

๔.๒.๒. รายละเอียดทางด้านเทคนิค

๔.๒.๒.๑. ย่านการวัดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Specifications)

- Voltage : ๑๐๐๐.๐ mV, ๑๐.๐๐๐ V, ๑๐๐.๐๐ V, ๑๐๐๐.๐ V หรือดีกว่า
- Accuracy : ๐.๐๙% + ๒ (Range ๑๐.๐๐๐V) หรือดีกว่า
- Current : ๑๐๐๐.๐ μA, ๑๐๐๐๐ μA, ๑๐๐.๐๐ mA, ๔๔๐.๐ mA, ๑๐.๐๐๐ A หรือดีกว่า
- Accuracy : ๐.๑% + ๓ (Range ๑๐๐๐๐ μA) หรือดีกว่า

- Resistance : ๑๐๐๐.๐ Ω, ๑๐.๐๐๐ kΩ, ๑๐๐.๐๐ kΩ, ๑๐๐๐.๐ kΩ, ๑๐.๐๐๐ MΩ, ๑๐๐.๐๐ MΩ หรือดีกว่า
- Accuracy : ๐.๓% + ๓ (Range ๑๐๐.๐๐ kΩ) หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๒. ย่านการวัดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Specifications)

- AC voltage True RMS : ๑๐๐๐.๐ mV, ๑๐.๐๐๐ V, ๑๐๐.๐๐ V, ๑๐๐๐.๐ V หรือดีกว่า
- มีความละเอียด : ๐.๑ mV (Range ๑๐๐๐.๐ mV) หรือดีกว่า
- AC current True RMS : ๑๐๐๐.๐ μA, ๑๐๐๐๐ μA, ๑๐๐.๐๐ mA, ๔๔๐.๐ mA, ๑๐.๐๐๐ A หรือดีกว่า
- มีความละเอียด : ๐.๑ μA (Range ๑๐๐๐.๐ μA,) หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๓. การวัดตัวเก็บประจุ (Capacitance Specifications)

- ย่านการวัดตัวเก็บประจุ : ๑๐๐๐.๐ nF, ๑๐.๐๐๐ μF, ๑๐๐.๐๐ μF, ๑๐๐๐.๐ μF, ๑๐.๐๐๐ mF หรือดีกว่า
- มีความละเอียด : ๐.๑ nF (Range ๑๐๐๐.๐ nF) หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๔. การวัดค่า Harmonic Ratio

- ย่านการวัด : ๐.๐% to ๙๙.๙% หรือดีกว่า
- ย่านความถี่ : ๔๐ to ๕๐๐ Hz หรือกว้างกว่า
- ย่านแรงดัน : ๑๐๐ mVAC to ๑๐๐๐ VAC

๔.๒.๒.๕. การวัดความถี่ (Frequency Specifications)

- ย่านการวัดความถี่ : ๑๐๐.๐๐ Hz, ๑๐๐๐.๐ Hz, ๑๐.๐๐๐ kHz, ๑๐๐.๐๐ kHz, ๑๐๐๐.๐ kHz หรือดีกว่า
- ความละเอียด : ๐.๐๑ Hz (Range ๑๐๐.๐๐ Hz) หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๖. Common Mode Rejection Ratio (CMRR) : > ๙๐ dB at DC, ๕๐/๖๐ Hz ±๐.๑% (๑ kΩ unbalanced) หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๗. Normal Mode Rejection Ration (NMRR) : > ๖๐ dB at ๕๐/๖๐ Hz ±๐.๑% หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๘. Crest factor : น้อยกว่า ๓.๐ หรือดีกว่า

๔.๒.๒.๙. ชุด Test Lead Kit จำนวน ๑ ชุด

๔.๒.๒.๑๐.Certificate of Calibration จำนวน ๑ ชุด

๔.๓. เครื่องประมวลผลการวิเคราะห์ระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลังชั้นสูง จำนวน ๑ เครื่อง
มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

๔.๓.๑. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ core) และ ๘ แกนเสมือน (๘ Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า ๓.๐ GHz จำนวน ๑ หน่วย

๔.๓.๒. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๘ MB

๔.๓.๓. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

๔.๓.๔. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒๕๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

๔.๓.๕. มีมีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑,๓๖๖ x ๗๖๘ Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒ นิ้ว

๔.๓.๖. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง

๔.๓.๗. มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๔.๓.๘. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๔.๔. โต๊ะปฏิบัติการพร้อมเก้าอี้ จำนวน ๑ ชุด
มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

๔.๔.๑. พื้นโต๊ะผลิตจากไม้ปาร์ติเกิ้ล หรือดีกว่า

๔.๔.๒. ขนาดโต๊ะปฏิบัติการโดยรวมไม่น้อยกว่า (กว้าง x ยาว x สูง) ๗๕๐ x ๑,๘๐๐ x ๗๕๐ มิลลิเมตร

๔.๔.๓. เก้าอี้ปฏิบัติการเป็นแบบมีพนักพิงและที่ท้าวแขน ที่นั่งบุด้วยวัสดุหนังหรือหนังสังเคราะห์ (PVC) หรือดีกว่า มีล้อเลื่อน จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ล้อ

๔.๕. เครื่องทดสอบน้ำมันหม้อแปลง (Oil Breakdown Tester) จำนวน ๑ เครื่อง มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

๔.๕.๑. มีแรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า ๘๐ kV

๔.๕.๒. มีมาตรฐานทดสอบ IEC๖๐๑๖๕, ASTM D๑๘๑๖, ASTM D๘๗๗, IS๖๗๙๒, VDE หรือดีกว่า

๔.๕.๓. สามารถปรับตั้งค่าเวลาในการทดสอบได้

๔.๕.๔. สามารถบันทึกข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ชุด

๔.๕.๕. สามารถพิมพ์ผลทดสอบออกมาได้ (Internal printer)

๔.๕.๖. สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่าน USB port ได้

๔.๖. เครื่องสำรองไฟ ขนาด ๑,๐๐๐ VA จำนวน ๑ เครื่อง

รายละเอียดทางเทคนิค

๔.๖.๑. มีระบบการทำงาน แบบ Line interactive design with stabilizer มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ VA/๔๑๐ W

๔.๖.๒. ควบคุมการทำงานด้วย Microprocessor ทั้งระบบ

๔.๖.๓. สามารถป้องกันการลัดวงจรและการใช้งานเกินกำลังได้

๔.๖.๔. สามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ ๒๒๐Vac. +๒๕% และจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ ๒๒๐ Vac. +๑๐%

๔.๖.๕. สามารถใช้งานกับระบบความถี่ไฟฟ้า ๕๐ Hz ได้

๔.๖.๖. มีไฟ LED แสดงสถานะอย่างน้อยดังนี้ สภาวะปกติ, สำรองไฟ และใช้งานเกินพิกัด

๔.๖.๗. มีเสียงเตือน (Alarm) อย่างน้อยดังนี้ ไฟฟ้าดับ, แบตเตอรี่มีประจุต่ำ และใช้งานเกินพิกัด

๔.๖.๘. มีพอร์ต RJ-๑๑ สำหรับป้องกันไฟกระชากทางสายโทรศัพท์ได้

๔.๖.๙. ต้องมีพอร์ต USB สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้

๔.๖.๑๐. มี Outlet ชนิด Universal สำหรับสำรองไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง และอีก ๑ ช่องสำหรับป้องกัน Surge

๔.๖.๑๑. สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า ๑๐ นาที (ที่โหลดคอมพิวเตอร์ ๑ เครื่อง)

๔.๖.๑๒. ตัวเครื่องผลิตจากพลาสติกคุณภาพสูง เพื่อป้องกันไฟดูดหรือไฟรั่ว

๔.๖.๑๓. ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. ๑๒๙๑ เล่ม ๑-๒๕๕๓, ๑๒๙๑ เล่ม ๒-๒๕๕๓ และ เล่ม ๓-๒๕๕๕ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

๔.๖.๑๔. ต้องผลิตจากโรงงานที่มีแหล่งที่ตั้งในประเทศไทยและต้องได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิต ISO ๙๐๐๑: ๒๐๑๕ และ ISO ๑๔๐๐๑:๒๐๑๕ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

๔.๖.๑๕. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

รายละเอียดอื่นๆ

๑. ผู้เสนอราคาได้ต้องรับประกันการใช้งานของชุดฝึกเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี

๒. ส่งมอบครุภัณฑ์ ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

๓. บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ มาแสดงพร้อมระบุชื่อโครงการและหน่วยงานที่นำเสนอ เพื่อประโยช์ต่อการรับประกันและการบริการหลังการขาย

๔. บริษัทผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อค ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิค มาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา

๕. บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานชุดฝึกให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลังการส่งมอบเป็นระยะเวลาอย่าง น้อย ๒ วัน

๖. ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดข้างต้นทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคทตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคทตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขข้ออ้างอิงหรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจนโดยต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ