รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. **ชื่อครุภัณฑ์** ชุดทดสอบการแพร่กระจายคลื่น EMC/EMI pre-compliance แบบเคลื่อนที่
2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด
3. **รายละเอียดทั่วไป**

   ชุดทดสอบการแพร่กระจายคลื่น EMC/EMI pre-compliance แบบเคลื่อนที่ จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย

   3.1 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่วิทยุใช้ตรวจวัดความถี่ตั้งแต่ 5 kHz ถึง 7 GHz จำนวน 1 เครื่อง

   3.2 เครื่องมือวัดเสถียรภาพสัญญาณรบกวนแรงดันไฟฟ้าของสาย AC (LISN) จำนวน 1 เครื่อง

   3.3 ซอฟแวร์ EMI สำหรับการทดสอบก่อนการปฏิบัติตามข้อกำหนด จำนวน 1 ชุด

   3.4 ตัวจำกัดทรานเซียนท์ 9 kHz ถึง 600 MHz จำนวน 1 ตัว

   3.5 ชุดอุปกรณ์เสริม EMI สำหรับการทดสอบก่อนการปฏิบัติตามข้อกำหนด จำนวน 1 ชุด

   3.6 เครื่องประมวลผลสำหรับซอร์แวร์ EMI แบบเคลื่อนที่ จำนวน 1 เครื่อง

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

   4.1 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่วิทยุใช้ตรวจวัดความถี่ตั้งแต่ 5 kHz ถึง 7 GHz จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

   4.1.1 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่วิทยุใช้ตรวจวัดความถี่ตั้งแต่ 5 kHz ถึง 7 GHz หรือดีกว่า

   4.1.2 แสดงผลด้วยจอสี TFT ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว (WXGA resolution)

   4.1.3 มี Data storage แบบ Solid-state drive (SSD) 32 Gbyte

   4.1.4 มีอัตราการเสื่อมอายุ (Aging per year) ไม่เกิน $1x\ 10^{-6}$

   4.1.5 มีค่าNumber of measurement points ในช่วง 101 ถึง 200001

   4.1.6 Marker resolution ไม่เกิน 0.01 Hz

   4.1.7 Frequency counter resolution: 1Hz

   4.1.8 Maximum span deviation: 0.1%

   4.1.9 มีสัญญาณที่ถูกมอดดูเลต (SSB phase noise) ไม่เกิน - 88 dBc ที่ 100 Hz

   4.1.10 Sweep time ที่ span 0 Hz : 1µs to 8000s

   4.1.11 Sweep time accuracy ที่ Span 0 Hz : 0.1% หรือดีกว่า

   4.1.12 มี video bandwidth ที่ 1 Hz ถึง 10 MHz, in 1/2/3/5 sequence

   4.1.13 Subharmonics of 1st ที่ความถี่ 20 MHz ถึง 3 GHz น้อยกว่า -80 dBc

   4.1.14 Harmonics of 1st ที่ความถี่ 20 MHz ถึง 3 GHz น้อยกว่า -80 dBc

   4.1.15 มีฟังก์ชั่นการวัด EMI measurement Application

4.1.16 ฟังก์ชั่น EMI Filter ที่มีค่า bandwidth ไม่น้อยกว่า -6dB ที่ความถี่ 1MHz และค่าความไม่แน่นอน (uncertainty) ไม่มากกว่า 3%

4.1.17 สามารถวัดค่า EMI ได้ในรูปแบบของ quasi-peak, RMS-average, CISPR-average

4.1.18 มี Marker ได้ในรูปแบบ max, peak, average, quasi-peak, RMS-average, CISPR-average

4.1.19 มี Trace detector ดังต่อไปนี้ max. peak, min. peak, auto peak (normal), sample, RMS, average

4.1.20 Number of traces ไม่น้อยกว่า 6

4.1.21 มีหน่วยในการอ่านค่าไม่น้อยกว่า dBm, dBμV, dBmV, dBμA, dBpW, V, A, W

4.1.22 มีฟังก์ชั่น Trigger ดังนี้

1. Trigger source : free run, video, external, IF power, I/Q power
2. Trigger offset : 0s to 20s
3. Maximum deviation of trigger offset: ± 10ns
4. IF power trigger bandwidth : 40 MHz (RBW > 5 MHz)

4.1.23 ช่องอินพุตเป็นแบบ Type N, Female

4.1.24 มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ 25-pin D-Sub female และพอร์ต USB ได้ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

4.1.25 มีพอร์ตสำหรับ IF/video/demod out แบบ BNC female , 50Ω

4.1.26 มีพอร์ตสำหรับ Noise source และ power sensor แบบ 7-pin LEMOSA female

4.1.27 มีฟังก์ชั่นเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal generator) โดยมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1. ช่วงความถี่ 5 kHz ถึง 7 MHz หรือดีกว่า
2. สัญญาณที่ถูกมอดดูเลตทางด้านความสูง (SSB phase noise) ไม่เกิน -102 dBc(1Hz) , -108 dBc (1Hz) (typ.) ที่ carrier offset = 10 kHz
3. มีค่าฮาร์มอนิกส์ที่ความถี่ 5 kHz ≤ f < 100 kHz ไม่เกิน -30 dBc
4. มี Non-harmonic spurious ที่ความถี่ 1 kHz < offset from carrier ≤ 4 MHz ไม่เกิน -35 dBc
5. สามารถตั้งค่าความละเอียดได้ 0.1 dB หรือดีกว่า
6. Setting range –60 dBm to +10 dBm
7. มีค่าการตอบสนองคลื่นความถี่ ที่ความถี่ 3 GHz < f ≤ 7.5 GHz น้อยกว่า < 1.5 dB, < 1 dB (typ.)

4.1.28 ผู้ขายต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อการให้บริการหลังการขายที่รวดเร็ว และถูกต้องตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

4.2. เครื่องมือวัดเสถียรภาพสัญญาณรบกวนแรงดันไฟฟ้าของสาย AC (LISN) จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 มี 2 Line V-network ช่วงความถี่ระหว่าง 9 kHz to 30 MHz

4.2.2 มีค่า Simulated Impedance (Phase and Magnitude) : (50 uH + 5 Ohm) || 50Ω in Line with CISPR16-1-2

4.2.3 มีพอร์ต RF Output แบบ N type female ,50 Ohm

4.2.4 AC Supply Voltage : 0-240 V AC +10%

4.2.5 DC Voltage : 0 V- 50 V DC

4.2.6 มี Attenuator pad 10 dB

4.2.7 มี pulse limiter

4.2.8 มีค่า Error limits มีค่า ±20%(magnitude), ±11.5°(Phase) หรือดีกว่า

4.2.9 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ

4.3 ซอฟแวร์ EMI สำหรับการทดสอบก่อนการปฏิบัติตามข้อกำหนด จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 มีซอฟแวร์สำหรับการทดสอบ EMI โดยจัดเก็บในรูปแบบของ dongle หรือดีกว่า โดยเป็นซอฟท์แวร์ต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่

4.3.2 ซอฟท์แวร์สามารถเชื่อมต่อและควบคุมเครื่องวัดสัญญาณความถี่ และ LISN ได้

4.3.3 ซอฟท์แวร์สามารถบันทึกผลการทดสอบได้และจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ PDF หรือ docx หรือดีกว่า

4.3.4 ซอฟท์แวร์มีฟังก์ชั่นการทดสอบแบบ Automated measurement sequence และสามารถTest template และ Limit Line

4.3.5 ซอฟท์แวร์ใช้งานร่วมกันกับระบบปฏิบัติการ Windows 10 แบบ 64 bit ได้

4.4 ตัวจำกัดทรานเซียนท์ 9 kHz ถึง 600 MHz จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 สามารถใช้งานได้ในช่วงความถี่ 9 kHz ถึง 600 MHz

4.4. 2 ค่าลดทอนไม่เกิน 10 dB – 0.8/+1.6 dB in-band (9 kHz to 600 MHz) max. tol

4.4.3 ค่าลดทอนผ่าน HP-filter > 40 dB ที 1 kHz

4.4.4 กำลังสูงสุดของสัญญาณขาเข้า (RF input power) ไม่ต่ำกว่า 5W

4.4.5 แรงดันขาเข้าไม่ต่ำกว่า ± 20Vdc

4.4.6 Input connector เป็นแบบ N-female

4.4.7 Output connector เป็นแบบ N-male

4.4.8 มีค่า Input matching ที่ 9 kHz - 600 MHz < - 16 dB

4.4.9 มีค่า Output matching ที่ 9 kHz - 600 MHz < - 23 dB

4.5 ชุดอุปกรณ์เสริม EMI สำหรับการทดสอบก่อนการปฏิบัติตามข้อกำหนด จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 สายอากาศ แบบ Biconical จำนวน 1 ตัว

4.5.1.1 สามารถใช้งานได้ที่ช่วงความถี่ 30 MHz ถึง 300 MHz และมีรูปแบบทิศทางคล้ายกับสายอากาศไดโพล

4.5.1.2 เป็นแบบ Passive Biconical

4.5.1.3 มีค่าอิมพิแดนซ์ 50Ω

4.5.1.4 Balun ที่ 1:4

4.5.1.5 สามารถรองรับกำลัง input RF ได้ไม่น้อยกว่า 100W

4.5.1.6 คอนเน็คเตอร์แบบ N type female

4.5.1.7 มีค่า isotopic gain อยู่ที่ -12.51 ถึง 0.55

4.5.1.8 มีค่า antenna factor อยู่ที่ 10.8 ถึง 26.3

4.5.1.9 มีค่า VSWR อยู่ที่ 1.05 ถึง 38.05

4.5.1.10 ได้รับมาตรฐาน FCC, CISPR, SAE, RTCA-DO-160, Mil-STD-461

4.5.1.11 ความยาวจาก tip ถึง tip ไม่น้อยกว่า 138 cm

4.5.2 สายอากาศ แบบ Log Periodic จำนวน 1 ตัว

4.5.2.1 เป็นเสาอากาศแบบ logarithmic periodic

4.5.2.2 ช่วงความถี่ระหว่าง 250 MHz ถึง 1300 MHz

4.5.2.3 มีค่าอิมพิแดนซ์ 50Ω

4.5.2.4 รองรับกำลัง input RF ได้ไม่น้อยกว่า 100W

4.5.2.5 มีคอนเน็คเตอร์แบบ N type female

4.5.2.6 มีค่า isotropic gain อยู่ที่ 6dBi ± 1.5dB

4.5.2.7 มีค่า antenna factor อยู่ที่ 14.2 ... 27.5 dB/m

4.5.2.8 มีค่า VSWR < 1.95:1

4.5.2.9 ขนาดของ Tripod adapter thread size ¼ นิ้ว

4.5.2.10 ขนาดของสายอากาศ ไม่น้อยกว่า กว้าง 740 x สูง 160 x ยาว 860 มม

4.5.2.11 มีกระเป๋าสำหรับใส่สายอากาศ 1 ใบ

4.5.3 สายอากาศ แบบ Double Ridged Horn จำนวน 1 ตัว

4.5.3.1 สามารถใช้งานได้กับความถี่ตั้งแต่ 1GHz – 8 GHz

4.5.3.2 มีค่า impedance ไม่เกิน 50 Ω

4.5.3.3 มีคอนเน็คเตอร์เป็นแบบ N-type female

4.5.3.4 กำลังอินพุตขาเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 100w

4.5.3.5 มีอัตราขยายแบบ Isotropic ที่ 6...14 dBi หรือดีกว่า

4.5.3.6 มี Antenna factor ที่ 24...43 dB/m หรือดีกว่า

4.5.3.7 มีอัตราส่วนคลื่นด้านหน้าต่อคลื่นด้านหลังไม่ต่ำกว่า 20 dB

4.5.3.8 อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (VSWR) น้อยกว่า 3:1

4.5.3.9 มีอัตราขยายแบบ Isotropic ที่ความถี่ 8GHz ไม่ต่ำกว่า 5.44 dBi
และ มีความยาวคลื่น 0.038 เมตร

4.5.3.10 มีแผ่นยึดแบบ indexed mounting ที่ด้านหลัง

4.5.4 โพรบวัด EMC Near field จำนวน 1 ชุด

4.5.4.1 มีโพรบแบบ H-Field H20, H10, H5 และ E-Field E5

4.5.4.2 มีอินพุตอิมพีแดนซ์ 50Ω และเอาท์พุตอิมพีแดนซ์ 50Ω

4.5.4.3 คอนเน็คเตอร์แบบ SMA

4.5.4.4 ซัพพลายแบบ 4.5 – 5V, typ.210mA แบบ Mini – USB – B connector

4.5.4.5 สามารถรองรับกำลังขาเข้าสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า -10dBm

4.5.4.6 มีเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 34.7 dB ที่ความถี่ 6 GHz

4.5.5 ชุด Open TEM Cells จำนวน 1 ชุด

4.5.5.1 มีคอนเน็คเตอร์แบบ N – female

4.5.5.2 มีค่าอิมพีแดนซ์ 50Ω

4.5.5.3 มีค่า wave impedance อยู่ที่ 377Ω

4.5.5.4 สามารถรองรับกำลังสัญญาณที่ RF Input power ไม่ต่ำกว่า 25W

4.5.5.5 มีค่า Input return loss: S11 ที่ความถี่ 800 MHz น้อยกว่า -15dB,
ที่ความถี่ 1.5 GHz น้อยกว่า -10dB, ที่ความถี่ 3GHz น้อยกว่า -8dB

4.5.5.6 มีค่า Transmission loss: ที่ความถี่ 800 MHz น้อยกว่า 1 dB,
ที่ความถี่ 1.15 GHz น้อยกว่า 3dB

4.5.5.7 สาย N Type N-male to N-male ยาว 5 เมตร จำนวน 1 เส้น

4.5.5.8 สาย N Type N-male to N-male ยาว 1 เมตรจำนวน 1 เส้น

4.5.5.9 สาย BNC ยาว 36 นิ้ว จำนวน 1 เส้น

4.5.5.10 สาย USB 3.0 cable (1 เมตร) จำนวน 1 เส้น

4.5.5.11 N-type to BNC adapter จำนวน 1 ชุด

4.5.5.12 50 Ohm Termination จำนวน 1 ตัว

4.5.6 ปรีแอมปลิไฟล์ จำนวน 1 ตัว

4.5.6.1 ช่วงความถี่ระหว่าง 30 kHz ถึง 1.5 GHz

4.5.6.2 มีค่าความต้านทาน Input , Output 50Ω

4.5.6.3 คอนเน็คเตอร์แบบ SMA

4.5.6.4 Reverse isolation S12 : -28dB

4.5.6.5 Input Matching 30kHz-1.5GHz < - 16 dB

4.5.6.6 Output matching: 30kHz-1.5GHz < - 10 dB

4.5.7 ขาตั้งสำหรับสายอากาศ จำนวน 1 ชุด

4.5.7.1 วัสดุผลิตจาก Carbon fiber

4.5.7.2 รองรับน้ำหนกได้ไม่ต่ำกว่า 6 กิโลกรัม

4.5.7.3 สามารถยืดขยายได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ

4.6 เครื่องประมวลผลสำหรับซอร์แวร์ EMI แบบเคลื่อนที่ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 หน่วยประมวลผลกลางที่มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า Intel Core-i7 Gen12 ความเร็วไม่ต่ำกว่า 3.5 GHz (12MB cache)

4.6.2 มีพอร์ตสื่อสารแบบ USB รวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

4.6.3 มีหน่วยความจำหลักแบบ DDR4 ขนาด 16 GB หรือดีกว่า

4.6.4 มี SSD ที่มีขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 500GB หรือดีกว่าและจำนวน 1 หน่วย แบบ M.2 PCIe

4.6.6 หน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 15 นิ้วความละเอียด Full HD(1920x1080) IPS ความสว่าง 300 nits

4.6.7 หน่วยประมลวผลภาพ (GPU) แบบ Intel Iris Xe Graphics

4.6.8 มีพอร์ต Thunderbolt เพื่อความไวในการถ่ายโอนข้อมูล

4.6.9 รองรับการเชื่อมต่อ Ethernet แบบ RJ-45

4.6.10 มาพร้อมระบบปฏิบัติการ Windows 11 Pro

4.6.11 สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi 6 ได้ และรองรับ Bluetooth 5.2

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

5.1 ผู้ขายต้องมีเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อการให้บริการหลังการขายที่รวดเร็ว และถูกต้องตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

5.2 ต้องเป็นเครื่องทดสอบใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

5.3 สามารถจัดการอบรมการใช้เครื่องมือและ Software ให้ผู้ปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 1 วัน

5.4 คู่มือการใช้งาน (Manual) อย่างน้อยภาษาอังกฤษ 1 เล่ม รวมทั้ง ไฟล์ข้อมูลในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอิเลคทรอนิคส์ เช่น แผ่น DVD หรือ อุปกรณ์อื่นที่ดีกว่า

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 120 วัน

8. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

ลงชื่อ_____ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงษ์ศักดิ์ อำภา)

ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ_____

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภวสุปรีย์)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์