

ชุดปฏิบัติการเครื่องวัดสัญญาณรบกวนในระบบการบิน

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร

จำนวน 1 ชุด เป็นเงินทั้งสิ้น 8,800,000 บาท (แปดล้านแปดแสนบาทถ้วน)

1. คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดปฏิบัติการเครื่องวัดสัญญาณรบกวนในระบบบิน เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทำงานของสัญญาณที่ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์การทำงานบนเครื่องบิน อาทิ ระบบนำร่อง ระบบสื่อสาร ระบบเรดาร์ ระบบอิเล็กทรอนิกส์อากาศยาน เพื่อใช้ในการวัดวัดและทดสอบระบบสื่อสารของการบินอย่างมีประสิทธิภาพ

2. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

ชุดปฏิบัติการเครื่องวัดสัญญาณรบกวนในระบบบิน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 2.1 เครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสารแบบเวกเตอร์เน็ตเวิร์ค พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
- 2.2 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
- 2.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
- 2.4 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณสื่อสารอากาศยาน พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
- 2.5 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่แบบกำหนดจังหวะ 1 ชุด

3. คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

3.1 ชุดเครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสารแบบเวกเตอร์เน็ตเวิร์ค (Vector Network Analyzer)

- 3.1.1 ชุดเครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสารแบบ 2 ทิศทาง (2-path, 2-port) ซึ่งทำงานในย่านความถี่ 100kHz ถึง 9GHz หรือดีกว่า
- 3.1.2 เป็นชุดเครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสารที่สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ S11, S21, S22, S12 ได้ และแสดงผลแบบการบันทึกชั่วคราว (Traces) : TR1, TR2, TR3, TR4 ได้เป็นอย่างน้อย
- 3.1.3 เป็นชุดเครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสาร แบบเวกเตอร์เน็ตเวิร์ค ที่มีฟังก์ชันการวัดแบบคาบความถี่ (Frequency Domain), คาบเวลาแบบระบุเงื่อนไข (Time Domain with Gating) และ คาบระยะ (Distance Domain) อยู่ภายในเครื่องเดียวกันหรือมากกว่า
- 3.1.4 เป็นชุดเครื่องวิเคราะห์วงจรการสื่อสารที่แสดงผลของสัญญาณในรูปแบบของ Log Magnitude, SWR, Phase, Real, Imaginary, Group Delay, Smith Chart และ Polar Diagram ได้เป็นอย่างน้อย สามารถควบคุมพร้อมแสดงผลผ่าน Laptop หรือ PC ผ่าน Port

76

Signature

Signature

USB หรือดีกว่า โดยอุปกรณ์ต้องสามารถรองรับการสั่งงานจากภาษาควบคุมอัตโนมัติด้วย LabVIEW หรือ MATLAB เป็นอย่างน้อย

- 3.1.5 สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 220V, 50Hz
- 3.1.6 มีค่าความคลาดเคลื่อนภาคส่ง (Accuracy Transmission Measurement) $5\text{dB} \pm 0.2\text{dB}/\pm 2^\circ$ ที่ความถี่ (1Mhz ถึง 8GHz) หรือดีกว่า
- 3.1.7 มีค่าความคลาดเคลื่อนภาควัด (Accuracy Reflection Measurement) ที่ $-20\text{dB} \pm 1\text{dB}/\pm 6^\circ$ หรือดีกว่า
- 3.1.8 ค่าความคลาดเคลื่อน (Frequency Accuracy) $\pm 2 \times 10^{-6}$ หรือดีกว่า
- 3.1.9 มีความละเอียดของความถี่ (Frequency Resolution) ตั้งแต่ 1Hz หรือดีกว่า
- 3.1.10 มีค่าความแตกต่างการส่ง (Dynamic Range) อยู่ที่ 148dB ที่ความถี่ 8GHz หรือดีกว่า
- 3.1.11 มีช่วงกว้างความถี่ของคลื่นวิทยุ (Measurement Bandwidth) ตั้งแต่ 1Hz ถึง 2MHz หรือดีกว่า
- 3.1.12 ความเร็วในการกวาดสัญญาณ (Sweep Speed) เท่ากับ $10\mu\text{S}/\text{point}$
- 3.1.13 มีระดับความเสียหายสูงสุดที่ขั้วต่อสามารถรับได้ (Maximum Input damage Level) อยู่ที่ $+26\text{dBm}$ และที่ $+35\text{Vdc}$ หรือดีกว่า
- 3.1.14 สามารถตั้งค่าระดับข้อมูล(Data points) ได้ตั้งแต่ 2 ถึง 500,000 จุด หรือดีกว่า
- 3.1.15 สามารถทดสอบโดยกำหนดขอบเขตของ (Test Limits) แบบ Pass/Fail for Upper, Pass/Fail for Lower หรือมากกว่า
- 3.1.16 รองรับสัญญาณอ้างอิง (Reference Input/Output), สัญญาณเตือนความถี่ (Trigger Input/Output) และ สัญญาณภายนอก (AUX)
- 3.1.17 สามารถทำการปรับเทียบค่า (Precision Calibration standard) ที่มีทั้ง Calibration Load 50Ω return loss $\geq 30\text{dB}$, Calibration Open, Calibration Short, และ Calibration Thru return loss $\geq 32\text{dB}$
- 3.1.18 อุปกรณ์ประกอบชุดเครื่องวิเคราะห์ทางจรการสื่อสารแบบ เวคเตอร์เน็ตเวิร์ค
 - 3.1.18.1 สาย AC Power จำนวน 1 เส้น
 - 3.1.18.2 กล่องใส่เครื่องวิเคราะห์ทางจรการสื่อสารแบบ เวคเตอร์เน็ตเวิร์ค Transit Case จำนวน 1 ใบ
 - 3.1.18.3 Precision Calibration DC to 18GHz OPEN/SHORT/LOAD/THRU จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.18.4 Automatic Calibration Module DC to 9GHz 1 ชุด
 - 3.1.18.5 สาย USB ความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร จำนวน 1 เส้น
 - 3.1.18.6 สายวัดสัญญาณ DC to 18GHz Type-N(m) to N(m) ความยาว 1.5m จำนวน 2 เส้น

๗๘ *Agun H. An*

3.1.18.7 สายวัดสัญญาณ DC to 18GHz Type-N(m) to N(f) ความยาว 1.5m จำนวน 2 เส้น

3.1.18.8 Precision Adapter Type-N(f) to N(f), DC to 18GHz 50Ω จำนวน 1 ตัว

3.1.18.9 Precision Adapter Type-N(m) to N(m), DC to 18GHz 50Ω จำนวน 1 ตัว

3.1.18.10 Work Station laptop processing unit 15inch จำนวน 1 ชุด

3.2 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ (Spectrum Analyzer)

3.2.1 สามารถวิเคราะห์สัญญาณความถี่ (Frequency range) ได้ตั้งแต่ 9kHz ถึง 6GHz หรือดีกว่า

3.2.2 สามารถปรับความละเอียด (Tuning Resolution) ได้ถึง 1Hz หรือดีกว่า

3.2.3 ความถี่อ้างอิง (Frequency Reference) มีอัตราการเสื่อม (Aging rate) ที่ +1 ppm/year หรือดีกว่า

3.2.4 มีความเร็วในการกวาดสัญญาณ (Sweep Time) อยู่ที่ 1μs ถึง 200s in zero span หรือดีกว่า

3.2.5 มีความละเอียดของช่วงความถี่ (Resolution Bandwidth) ตั้งแต่ 1Hz ถึง 3MHz ใน 1-3-10 sequence + 10% (~3dB bandwidth) หรือดีกว่า

3.2.6 มีช่วงความถี่สัญญาณแสดงผล (Video Bandwidth) ตั้งแต่ 1Hz ถึง 3MHz ใน 1-3-10 sequence (~3dB bandwidth) หรือดีกว่า

3.2.7 มีย่านการวัด (Measurement Range) จาก DANL ถึง +25dBm หรือดีกว่า

3.2.8 มีความละเอียดของการลดทอนสัญญาณ (Attenuator Resolution) ตั้งแต่ 0 ถึง 55dB โดยลดทีละ 5dB steps หรือดีกว่า

3.2.9 มีฟังก์ชันการวัด Field Strength, วัด Occupied Bandwidth, Channel Power, ACP และ Emission Mask หรือมากกว่า

3.2.10 ฟังก์ชันการวัดวิเคราะห์สัญญาณรบกวน (Interference Analysis Measurement)

3.2.11 ฟังก์ชันการวัดวิเคราะห์สัญญาณแบบเวลาจริง (Real Time Spectrum) มีช่วงกว้างความถี่กลางที่วัดได้สูงสุด (IF bandwidth) 100MHz

3.2.12 สามารถวิเคราะห์แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectrogram) สามารถเก็บข้อมูลได้ 3 วันหรือดีกว่า สามารถหาความแรงของสัญญาณ (Signal Strength) ได้

3.2.13 มีความต้านทาน (Impedance) 50Ω หรือดีกว่า

3.2.14 ฟังก์ชันวัดค่าคุณสมบัติของสายสัญญาณ (Cable and Antenna Analyzer)

3.2.14.1 สามารถวัดสัญญาณความถี่ตั้งแต่ 12.5MHz ถึง 6GHz หรือดีกว่า

3.2.14.2 สามารถวัด (Measurement Types) Return Loss, VSWR, Cable Loss, 1 port phase, Smith Chart เป็นอย่างน้อย

11
Dany K. An

- 3.2.14.3 สามารถวัดค่าในรูปแบบ (Measurement Format)และอ่านค่าเป็น dB, VSWR และ Impedance ได้
- 3.2.15 ฟังก์ชันการวัดสัญญาณลงบนแผนที่ (Coverage Mapping/Route Map)
- 3.2.15.1 สามารถวัด (Measurements) ทั้งในอาคาร (Indoor Mapping) และ นอกอาคาร (Outdoor Mapping)
- 3.2.15.2 สามารถระบุการบันทึกค่าด้วยวิธีการ Time, Position และ GPS
- 3.2.15.3 สามารถแสดงค่าผลวัดในรูปแบบสีแสดงความแรงสัญญาณ โดยแบ่งเป็น Excellent, Very Good, Good และ Poor ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 3.2.15.4 สามารถวัดผลโดยการตั้งค่าการรับสัญญาณได้ในรูปแบบ RSSI และ ACP
- 3.2.15.5 สามารถเก็บค่าการวัดบนแผนที่ (Save Point Map)ในรูปแบบไฟล์ KML, JPEG, หรือมากกว่า
- 3.2.16 ช่องหรือขั้วต่ออุปกรณ์
- 3.2.16.1 มีช่องหรือขั้วต่อ (Connector) แบบ Type N(f)
- 3.2.16.2 สื่อสารสองขั้วต่อ (two ports VNA) และ แบบ Type N(f)
- 3.2.16.3 มีช่องหรือขั้วต่อแบบ SMA(f) สำหรับต่อกับ GPS
- 3.2.16.4 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ LAN เป็นแบบ RJ45, 1000 Base-T หรือดีกว่า
- 3.2.16.5 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB Interface แบบType A เชื่อมต่อ USB Port
- 3.2.17 มีแหล่งจ่ายไฟแบบ Universal 110/220V, AC/DC Adapter
- 3.2.18 สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิระหว่าง 0°C ถึง 55°Cหรือดีกว่า
- 3.2.19 สามารถใช้งานผ่านแบตเตอรี่ภายในเครื่องได้อย่างน้อย 2.5 ชั่วโมงหรือดีกว่า
- 3.2.20 อุปกรณ์ประกอบเครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ (Spectrum Analyzer)
- 3.2.20.1 คู่มือการใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ User's Guide จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.2 ซอฟต์แวร์สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ (Spectrum Analyzer) จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.3 Soft Carrying Case เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.4 อุปกรณ์ Rechargeable Battery, Li-Ion, 6.6Ah จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.5 อุปกรณ์ AC-DC Adapter จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.6 Automotive cigarette lighter DC/DC adapter จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.7 สาย USB ความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร จำนวน 1 เส้น
- 3.2.20.8 อุปกรณ์ปรับเทียบค่าการวัดของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่ Calibration kit OPEN/ SHORT/ LOAD DC to 6GHz Type-N(m) จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.9 สายสัญญาณ DC to 18GHz, Type-N(m) to N(m) ความยาว 1.5m จำนวน 1 เส้น

๗

Signature

- 3.2.20.10 สายสัญญาณ DC to 18GHz, Type-N(m) to N(f) ความยาว 1.5m จำนวน 1 เส้น
- 3.2.20.11 สายสัญญาณ DC to 18GHz, SMA(m) to N(m), ความยาว 600mm จำนวน 1 เส้น
- 3.2.20.12 Precision Adapter Type-N(f) to N(f), DC to 18GHz 50Ω จำนวน 1 ตัว
- 3.2.20.13 Precision Adapter Type-N(m) to N(m), DC to 18GHz 50Ω จำนวน 1 ตัว
- 3.2.20.14 Precision Adapter Type-N(m) to BNC(f), DC to 4GHz 50Ω จำนวน 1 ตัว
- 3.2.20.15 Precision Adapter Type-N(m) to SMA(f), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.2.20.16 อุปกรณ์ลดทอนสัญญาณ Attenuator 30dB, 50W, DC to 18GHz Type-N(m) to N(f) จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.17 สายอากาศ Telescopic Antenna BNC type 118 to 138MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.18 สายอากาศ Portable Antenna N-type 870MHz to 960MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.19 สายอากาศ Portable Antenna N-type 806MHz to 896MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.20 สายอากาศ Portable Antenna N-type 1710MHz to 2170MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.21 สายอากาศ Portable Antenna N-type 2300MHz to 2700MHz จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.22 สายอากาศ Portable Antenna Dual band N-type 2.4 to 2.5GHz, 4.5dBi, and 5.15 to 5.85GHz 7dBi จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.23 สายอากาศรับสัญญาณ GPS จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.24 สายอากาศทิศทางชนิด Log Periodic 650MHz to 6GHz, 2.85dBi โดยทำงานร่วมกับ Antenna Handle ที่มี Digital Compass ในตัว รองรับการใช้งานฟังก์ชัน Interference Analysis เต็มรูปแบบ พร้อมกระเป๋าเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.25 สายอากาศทิศทางชนิด Loop Magnetic 500kHz to 400MHz โดยมี 40dB Preamp พร้อม Recharge Battery ในตัว มี GPS และ Digital compass ประกอบชุดกับสายอากาศ และมี Software สำหรับแสดงผล พร้อมกระเป๋าเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 3.2.20.26 กระเป๋าใส่เครื่องวิเคราะห์สัญญาณความถี่และอุปกรณ์ Transit Case มีล้อ จำนวน 1 ใบ

3.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ (Signal Generator)

- 3.3.1 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่สูงสุด 3GHz หรือดีกว่า
- 3.3.2 แสดงค่าการกำเนิดสัญญาณและหน่วยการวัดในแบบต่าง ๆ โดยมีจอสีระบบสัมผัส แสดงผลเป็นตัวเลขและกราฟแบบ LCD ขนาด 4.3 นิ้ว หรือดีกว่า
- 3.3.3 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ CW, AM, FM, PM Modulation และ Digital Modulation (FSK, PSK, ASK, OOK) หรือมากกว่า
- 3.3.4 สามารถปรับสัญญาณรูปคลื่นความถี่ภายใน (Internal Modulation Signal) แบบ Sine wave, Triangular wave, Square wave, และ Ramp wave หรือมากกว่า
- 3.3.5 มีพอร์ตเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ USB, GPIB และ Ethernet หรือมากกว่า
- 3.3.6 สินค้าต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน EN61010-1, EN61326 หรือมากกว่า
- 3.3.7 บริษัทผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยมีหลักฐานมาแสดงเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 3.3.8 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ (Frequency range) ตั้งแต่ 150kHz ถึง 3GHz หรือดีกว่า
- 3.3.9 มีค่ากำเนิดสัญญาณรบกวน (Phase noise) ที่ 500MHz <math><-120\text{ dBc/Hz}</math> หรือดีกว่า
- 3.3.10 มีค่ากำลังส่ง (Output Level) ตั้งแต่ -125 dBm ถึง +13 dBm หรือกว้างกว่า
- 3.3.11 มีความเร็วในการเปลี่ยนความถี่ (Dwell Time) $\leq 0.01 - 10\text{ Sec}$ หรือดีกว่า
- 3.3.12 การอ้างอิงการเปลี่ยนแปลงภายใน (Internal Reference Oscillator) มีอัตราการเสื่อม (Aging rate) ที่ $<\pm 1\text{ ppm/year}</math>$
- 3.3.13 สามารถปรับจังหวะสัญญาณ (On-Off Keying : OOK) สัญญาณ เปิด/ปิด (Rise/Fall Time) ที่ 50ns หรือดีกว่า
- 3.3.14 สามารถเปลี่ยนระดับสัญญาณ (Modulation CW Signal) แบบ AM (0 to 100%), FM (1mHz to 1MHz), PM (0 to 25 rad) และ Digital Modulation FSK (1mHz to 1MHz) โดยสามารถเข้ารหัส (Encode) 4FSK, ASK และ OOK (rate 1mb/s to 1Mb/s) พร้อม NRZ pattern 7,9,11 และ 15 bit PRBS ได้
- 3.3.15 สามารถมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลรูปแบบ (Internal modulation pattern) Sync, Trigger
- 3.3.16 มีขั้วต่อสัญญาณขาเข้าจากภายนอก (External Reference Input) ย่านความถี่ 10MHz หรือดีกว่า
- 3.3.17 มีขั้วต่อสัญญาณขาออก (Reference Signal Output) ย่านความถี่ 10MHz หรือดีกว่า
- 3.3.18 มีขั้วต่อสัญญาณขาเข้า/ออก (Analog Modulation Input/Output, Sync Out, External TRIG out) แบบชนิด BNC หรือดีกว่า
- 3.3.19 รองรับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 100V(ac) ถึง 240V(ac) ความถี่ 50/60Hz
- 3.3.20 มีหน่วยเก็บข้อมูล 4GB หรือมากกว่า
- 3.3.21 สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิระหว่าง 5°C ถึง 40°C หรือดีกว่า

76 Agn75 An

3.3.22 อุปกรณ์ประกอบเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ (Signal Generator)

- 3.3.22.1 สาย AC POWER จำนวน 1 ชุด
- 3.3.22.2 คู่มือการใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ User's Guide จำนวน 1 ชุด
- 3.3.22.3 กระเป๋าใส่เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ Transit Case จำนวน 1 ชุด
- 3.3.22.4 อุปกรณ์ลดทอนสัญญาณ 30dB, 50W, DC to 18GHz, Type-N(m) To N(f) จำนวน 1 ชุด
- 3.3.22.5 สายสัญญาณ DC to 18GHz Type-N(m) to N(m) ความยาว 1.5m จำนวน 1 เส้น
- 3.3.22.6 สายสัญญาณ DC to 18GHz Type-N(m) to N(f) ความยาว 1.5m จำนวน 1 เส้น
- 3.3.22.7 Precision Adapter Type-N(f) to N(f), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.3.22.8 Precision Adapter Type-N(m) to N(m), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.3.22.9 Precision Adapter Type-N(m) to BNC(f), DC to 4GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.3.22.10 Precision Adapter Type-N(m) to SMA(f), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.3.22.11 Precision Adapter Type-N(m) to TNC(m), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.3.22.12 Precision Adapter Type-N(f) to TNC(f), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว

3.4 เครื่องกำเนิดรูปคลื่นความถี่ (Function Generator)

- 3.4.1 เป็นเครื่องกำเนิดรูปแบบคลื่นสัญญาณ Dual Channel กำเนิดรูปคลื่นสัญญาณความถี่ Sine wave กว้างสูงสุด 240MHz Square/pulse กว้างสูงสุด 100MHz หรือดีกว่า
- 3.4.2 มีค่า Vertical Bits สูงสุด 16 bits และมี Sample rate 800Msa/s
- 3.4.3 มีหน้าจอสีแสดงผลกราฟและตัวเลข ชนิด LCD ขนาด 4.3 นิ้ว แสดงผล 12 digit หรือดีกว่า
- 3.4.4 รองรับการกำเนิดรูปคลื่นสัญญาณ Sine, Square, Ramp, Triangle, Pulse, Noise, DC และ Lorentz หรือมากกว่า
- 3.4.5 รองรับการ Modulation AM, FM, PM, ASK, FSK, BPSK, PWM และ SUM หรือดีกว่า
- 3.4.6 มีโหมดการทำงานในแบบ Continuous, Modulate, Sweep, Burst และ Gate หรือมากกว่า
- 3.4.7 ช่วงกว้างกำลัง (Amplitude Range) สูงสุด 10mVp-p to 10Vp-p หรือกว้างกว่า
- 3.4.8 มีสัญญาณอ้างอิงภายใน และรับจากภายนอก (Internal/External Reference) ในย่านความถี่ 10MHz และมีความแม่นยำจากสัญญาณอ้างอิงภายใน 1 ppm

76 *Angus K* *Am*

- 3.4.9 มีช่องต่อ MOD input, REF/Count (AC) input, REF output, TRIG/Count (DC) input หรือมากกว่า
- 3.4.10 มีช่องสำหรับสื่อสาร USB, LAN(RJ-45), GPIB
- 3.4.11 รองรับการควบคุมระยะไกล LXI Compliant
- 3.4.12 มี Software ที่ไม่จำกัดอายุการใช้งาน สำหรับสร้างรูปคลื่นความถี่ที่สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows

3.5 เครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

- 3.5.1 - เป็นเครื่องสร้างไฟฟ้ากระแสตรง Full Rack DC Power Supply ขนาด 1200Watt รองรับ Output 2 port (600W per port) หรือมากกว่า
 - สามารถปรับแรงดันสูงสุด 80 Volt และปรับกำลังสูงสุด 50 Amp หรือมากกว่า
 - ค่าความคลาดเคลื่อน แรงดัน $0.1\% \pm 2mV$ ที่ช่วง 60V, ($0.1\% \pm 4mV$ ที่ช่วง 80V) และกระแส $0.3\% \pm 20mA$ หรือน้อยกว่า
 - มีค่า Ripple and Noise $<3mV$ rms ที่ Full Power หรือน้อยกว่า
 - สามารถควบคุมได้ทั้งแรงดันคงที่ (Constant voltage) หรือกระแสคงที่ (constant current) และมีการป้องกันทั้งแรงดันเกิน (Over Voltage protection), กระแสเกิน (Over Current protection) และ อุณหภูมิเกิน (Over Temperature protection)
 - มีหน้าจอแสดงผลตัวเลข 5 digit Voltage และ 4 digit Current หรือดีกว่า
 - มีฟังก์ชันในการรวม 2 port output เข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มแรงดันหรือกระแส ได้ด้วย 1 port 160 Volt หรือ 100 Amp หรือดีกว่า
- 3.5.2 - เป็นเครื่องสร้างไฟฟ้ากระแสตรง Half Rack DC Power Supply ขนาด 750Watt รองรับ Output 1 port หรือมากกว่า
 - สามารถปรับแรงดันสูงสุด 80 Volt และปรับกำลังสูงสุด 50 Amp หรือมากกว่า
 - ค่าความคลาดเคลื่อน แรงดัน $0.1\% \pm 2mV$ ที่ช่วง 50V, ($0.1\% \pm 4mV$ ที่ช่วง 80V) และกระแส $0.3\% \pm 20mA$ หรือน้อยกว่า
 - มีค่า Ripple and Noise $<3mV$ rms ที่ Full Power หรือน้อยกว่า
 - สามารถควบคุมได้ทั้งแรงดันคงที่ (Constant voltage) หรือกระแสคงที่ (constant current) และมีการป้องกันทั้งแรงดันเกิน (Over Voltage protection), กระแสเกิน (Over Current protection) และ อุณหภูมิเกิน (Over Temperature protection)
 - มีหน้าจอสีระบบสัมผัส ขนาด 4.3 นิ้ว แสดงผลตัวเลข 5 digit Voltage และ 4 digit Current หรือดีกว่า

76
 Apr 2012

- มีพอร์ตเชื่อมต่อ RS-232, USB, GPIB และ LAN(RJ-45) ทั้งขนาด 1200Watt และ 750Watt หรือมากกว่า
- รองรับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 110V ถึง 240V ความถี่ 50/60Hz หรือดีกว่า
- สินค้าต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน EN61010-1, EN61326 หรือมากกว่า

3.5.3 Work Station laptop processing unit 15inch จำนวน 1 ชุด

3.6 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณสื่อสารอากาศยาน (Avionics Navigation Bench Test Set)

- 3.6.1 เป็นเครื่องมือวัดที่สามารถจำลองสัญญาณทางอากาศยาน VHF, ILS/LOC, ILS Guide Slope, VOR, ADF, Marker Beacon ได้เป็นอย่างดี
- 3.6.2 สามารถสร้างความถี่ได้ตั้งแต่ 100kHz ถึง 6GHz หรือมากกว่า
- 3.6.3 มีกำลังส่งตั้งแต่ -125dBm ถึง 4dBm หรือกว้างกว่า
- 3.6.4 เครื่องมือต้องมีมาตรฐาน EN 61010-1, EN 61326-1, MIL-PRF-28800F เป็นอย่างน้อย
- 3.6.5 จำลองสัญญาณ Marker Beacon
- 3.6.5.1 สามารถสร้างช่วงความถี่ Tone Frequency 30Hz ถึง 7400Hz
- 3.6.5.2 ช่วงสัญญาณความถี่พื้นฐาน Default Outer 400Hz, Middle 1300Hz และ Inner 3000Hz หรือมากกว่า
- 3.6.5.3 มีอัตราส่วนการมอดูเลท (%Modulation) 0 ถึง 99% หรือมากกว่า
- 3.6.6 จำลองสัญญาณ ILS
- 3.6.6.1 สามารถจำลองค่าเบี่ยงเบน Phase Shift 0.00 ถึง 359.90° หรือกว้างกว่า
- 3.6.6.2 สามารถจำลองค่าเบี่ยงเบน DDM ของ Glideslope 0 ถึง 0.8DDM และ Localizer 0 ถึง 0.4DDM หรือมากกว่า
- 3.6.6.3 มีค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด Glideslope และ Localizer $\pm 0.001DDM$ Setting 0 ถึง 0.045DDM หรือน้อยกว่า
- 3.6.6.4 สามารถสร้างช่วงความถี่ Glideslope and Localizer Tone Frequency 72Hz ถึง 108Hz และ 120Hz ถึง 180Hz หรือกว้างกว่า
- 3.6.7 จำลองสัญญาณ VOR
- 3.6.7.1 สามารถจำลองทิศทาง VOR Direction Bearing 000.0° ถึง 359.9° หรือกว้างกว่า
- 3.6.7.2 สามารถสร้างช่องความถี่ Tone setting range 20Hz ถึง 40Hz และที่ความถี่ 9960Hz 9kHz ถึง 11kHz หรือมากกว่า
- 3.6.7.3 สามารถมีค่าเบี่ยงเบนความถี่มาตรฐาน Frequency Deviation Range 240Hz ถึง 540Hz หรือกว้างกว่า
- 3.6.8 จำลองสัญญาณ VHF Communication

76 August 2012

- 3.6.8.1 สามารถจำลองสัญญาณ VHF ในโหมด AM, SELCAL และ Pulse Mod เป็นอย่างน้อย
- 3.6.8.2 สามารถสร้างช่วงความถี่แบบ AM 30Hz ถึง 18kHz หรือกว้างกว่า
- 3.6.8.3 สามารถสร้างช่วงความถี่อักษร SELCAL ได้ 2 Characters โดยมีช่วงตัวอักษร A ถึง H, J ถึง M และ P ถึง S หรือดีกว่า
- 3.6.8.4 สามารถสร้างช่วงความถี่ Test Tone Frequency 10Hz ถึง 18kHz และสร้าง Pulse Mod 0.00% ถึง 99% สามารถปรับช่วงเวลา P1 and P2 0.00 ถึง 2.00sec และตั้งค่า Gate Time 0 ถึง 999ms
- 3.6.9 ข้อมูลทั่วไป
- 3.6.9.1 รองรับอุณหภูมิขณะใช้งาน 0° - 50°
- 3.6.9.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 95%
- 3.6.9.3 มีขั้วต่อชนิดต่างๆ RF output SMA, USB-A 3.0 x 4, Gigabit Ethernet, Display Port, 1588v2, 10/100MHz REF BNC, GPS SMA หรือมากกว่า
- 3.6.9.4 รองรับ Mouse และ Keyboard ไร้สาย
- 3.6.10 อุปกรณ์ประกอบ
- 3.6.10.1 Precision Adapter SMA(f) to TNC(m), DC to 18GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.6.10.2 Precision Adapter SMA(f) to BNC(m), DC to 10GHz จำนวน 1 ตัว
- 3.6.10.3 สายวัดสัญญาณ Cable SMA(m) to N(m), DC to 18GHz, 1.5m จำนวน 1 เส้น
- 3.6.10.4 สายวัดสัญญาณ Cable SMA(m) to SMA(m), DC to 18GHz, 1.5m จำนวน 1 เส้น
- 3.6.10.5 จอภาพแสดงผล LED ขนาด 27 นิ้ว ความละเอียด QHD (2560x1440 @ 60Hz) ที่สามารถปรับหมุนจอแสดงผลได้ทั้งแนวตั้ง และแนวนอน รองรับการแสดงผลสี่ระดับ DCI-P3 95% รองรับการแสดงผลผ่านช่องต่อ USB-C, HDMI, Display port และมีช่องต่อ USB-A, RJ-45 Ethernet port และ Audio port

3.7 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่แบบกำหนดจังหวะ (RF Signal Pulse Generator)

- 3.7.1 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่สูงสุด 6GHz หรือดีกว่า
- 3.7.2 แสดงค่าการกำเนิดสัญญาณและหน่วยการวัดในแบบต่าง ๆ โดยมีจอแสดงผลเป็นแบบ Capacitance touch screen ขอบเขตสี RGB (800*480) ขนาด 5 นิ้ว หรือดีกว่า
- 3.7.3 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ Pulse และ Pulse train หรือมากกว่า
- 3.7.4 สามารถปรับสัญญาณรูปคลื่นความถี่ภายใน (Internal Modulation Signal) แบบ Sine wave, square wave, saw-tooth, triangle และ DC หรือมากกว่า

๗ Aug 12

- 3.7.5 สินค้าต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน EN 61326-1, EN 61000-3-2, IEC 61010-1, 2011/65/EU หรือมากกว่า
- 3.7.6 บริษัทผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยมีหลักฐานมาแสดงเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 3.7.7 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ (Frequency range) ตั้งแต่ 9kHz ถึง 6GHz หรือดีกว่า
- 3.7.8 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ IQ (IQ Frequency range) ตั้งแต่ 10MHz ถึง 6 GHz หรือดีกว่า
- 3.7.9 ความละเอียดปรับการชดเชยมุม (Phase offset Resolution) 0.1deg หรือดีกว่า
- 3.7.10 การอ้างอิงการเปลี่ยนแปลงมีอัตราการเสื่อมภายใน (Frequency Aging rate) ที่ $<0.5\text{ppm}/1\text{st year}$, $3\text{ppm}/3\text{rd year}$ และที่อุณหภูมิ (Temperature Stability) $\pm 1\text{ppm}$, (0°C ถึง 50°C) หรือดีกว่า
- 3.7.11 สามารถกำเนิดจังหวะสัญญาณ (Pulse Modulation) ได้ทั้ง Single Pulse และ Double Pulse ปรับค่า Pulse Repetition 40ns ถึง 300ns โดยค่า Rise/Fall time $<50\text{ns}$ หรือดีกว่า
- 3.7.12 สามารถกำเนิดจังหวะสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Pulse Train Modulation) 1 ถึง 2000 pulse และทวนสัญญาณ (Number of repetition par pulse) ได้ 1 ถึง 65000 pulse หรือดีกว่า
- 3.7.13 มีขั้วต่อสัญญาณขาเข้าจากภายนอก (External Input) 10MHz, TRIG IN, EXT mod in, Pulse in และ I in หรือดีกว่า
- 3.7.14 มีขั้วต่อสัญญาณขาออก (Reference Output) 10MHz, TRIG Out, Pulse Out, Q+/Q-Out และ I+/- Out หรือดีกว่า
- 3.7.15 รองรับแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 100V(ac) ถึง 240V(ac) ความถี่ 50/60Hz
- 3.7.16 สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิระหว่าง 0°C ถึง 50°C หรือดีกว่า
- 3.7.17 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง
- 3.5.17.1 สาย AC POWER จำนวน 1 ชุด
- 3.5.17.2 คู่มือการใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ User's Guide จำนวน 1 ชุด

4. รายละเอียดทั่วไป

- 4.1 บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน

- 4.2 เอกสารที่ทางบริษัทผู้เสนอราคาโหลดเข้าสู่ระบบ ต้องระบุเลขหน้าในเอกสารทุกแผ่นที่ทำการโหลดให้ชัดเจน โดยระบุเรียงจากน้อยไปหามาก
- 4.3 สินค้าทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยถูกใช้งานและต้องไม่ได้ถูกดัดแปลง หรือแก้ไขโดยผู้ผลิตที่ไม่ได้รับรอง และต้องเป็นสินค้าที่ไม่มีตำหนิ
- 4.4 คู่มือการใช้งานฉบับภาษาอังกฤษ (Operation Manual) ของแต่ละสินค้าที่ทำการจัดซื้อ อย่างละ 1 ชุด (CD Format)
- 4.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบในการจัดส่งสินค้า ณ สาขาวิชาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- 4.6 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายในระยะเวลา 150 วัน
- 4.7 มีการอบรม สาธิตและทดสอบการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจและสามารถใช้งานได้ถูกต้อง โดยจะต้องนำเสนอเนื้อหาและรายละเอียดแผนการอบรมต่อคณะกรรมการ
- 4.8 ผู้เสนอราคาจะต้องมีการจัดอบรมแบบ Proposal Online Recurrent training according to EASA PART 147 regulation ให้แก่บุคลากรทางมหาวิทยาลัย และ ต้องมีระยะเวลาในการอบรมจำนวนไม่น้อยกว่า 5 วัน
- 4.9 ต้องมีการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.10 แพคเกจการต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับ
- 4.11 มหาวิทยาลัยฯ จะลงนามทำสัญญาทันทีเมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณจากสำนักงบประมาณอย่างเป็นทางการแล้วเท่านั้น

5. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ ใช้เกณฑ์การพิจารณาราคา

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ลงชื่อ  ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ โสภิน)

ลงชื่อ  กรรมการ

(นายเสรี คงเจริญสุข)

ลงชื่อ  กรรมการและเลขานุการ

(นายณรงค์ฤทธิ เมฆลอย)