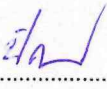
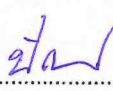
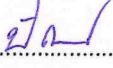
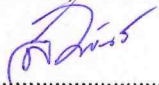
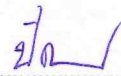
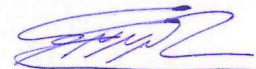
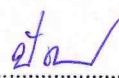


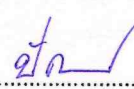
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	1/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
1. เครื่องวิเคราะห์ความถี่ (Spectrum Analyzer) จำนวน 1 เครื่อง 1.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 1.1.1 เพื่อใช้วัด และวิเคราะห์สัญญาณความถี่วิทยุตั้งแต่ช่วง 10 Hz ถึง 26.5 GHz ได้ 1.1.2 เพื่อใช้วัดสัญญาณความถี่วิทยุในช่วงสัญญาณความถี่ 5G 1.2 คุณลักษณะเฉพาะในการใช้งาน 1.2.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์สัญญาณใช้ตรวจวัดความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 26.5 GHz หรือกว้างกว่า โดยเป็น เครื่องแบบตั้งโต๊ะ (Benchtop) เหมาะกับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ เพื่อการวิจัย และการเรียนการสอน 1.2.2 มีจอสีแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 10.4 นิ้ว 1.2.3 มีคุณสมบัติเป็น Real Time Spectrum Analyzer โดยต้องมีค่า FFT Rate หรือ Spectrum Processing Rate ไม่น้อยกว่า 292,969 ต่อวินาที เป็นอย่างน้อย 1.2.4 สามารถเลือกลักษณะการทำงานในแบบ Normal, RMS Average หรือ VRMS Average และ Log Power Average หรือมากกว่า 1.2.5 มีฟังก์ชันในการวัด Channel Power, Adjacent Channel Power, Occupied Bandwidth, Power Statistic CCDF หรือ CCDF , Harmonic Distortion, Burst Power, Spurious Emission หรือ Spurious และ Spectrum Emission Mark หรือมากกว่า 1.2.5 มีพอร์ตที่สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นๆ โดยผ่านทางพอร์ต GPIB Interface, LAN TCP/IP Interface 1000 BASE-T, USB Ports และ VGA Output หรือมากกว่า 1.1.7 รองรับการวัดสัญญาณ 5G NR ทั้งแบบ TDD และ FDD Test Case ได้ 1.3 คุณลักษณะเฉพาะในทางเทคนิค 1.3.1 ย่านความถี่การใช้งาน (Frequency Range) : 10 Hz ถึง 26.5 GHz หรือกว้างกว่า 1.3.2 ค่า Aging Rate : $\pm 1 \times 10^{-6}$ หรือน้อยกว่า 1.3.3 ค่าความละเอียดของตัวนับสัญญาณ (Marker Counter Resolution) : 0.1 Hz หรือน้อยกว่า 1.3.4 ช่วงเวลาการกวาดสัญญาณ (Sweep Time Range, Span = 0 Hz) : 1 μs ถึง 2000 s หรือกว้างกว่า 1.3.5 การทริกเกอร์สัญญาณ (Trigger) : Free Run, External 1 หรือ Trigger 1 และ External 2 หรือ Trigger 2 หรือมากกว่า 1.3.6 ค่าความละเอียดของช่วงสัญญาณ (Resolution Bandwidth) : 1 Hz ถึง 3 MHz หรือกว้างกว่า 1.3.7 ช่วงการวิเคราะห์สัญญาณ (Analysis Bandwidth) : 125 MHz หรือกว้างกว่า 1.3.8 ช่วงกว้างของสัญญาณวิดีโอ (Video Bandwidth) : 1 Hz ถึง 3 MHz หรือกว้างกว่า 1.3.9 ช่วงการวัดค่าแอมพลิจูด (Amplitude Measurement Range) : +30 dBm หรือมากกว่า		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์ศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญาโพธิ์ กรรมการ

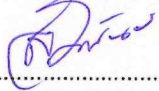
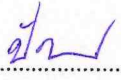
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	2/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
1.2.10 ช่วงการลดทอนสัญญาณขาเข้า (Input Attenuator Range) : 0 ถึง 55 dB in 5 dB Step หรือกว้างกว่า 1.2.11 ระดับความปลอดภัยในการรับสัญญาณขาเข้าสูงสุด (Maximum Safe Input Level) : +30 dBm หรือมากกว่า 1.2.12 ช่วงมาตราส่วนของ Log Scale : 0.1 ถึง 1 dB/division หรือกว้างกว่า 1.2.13 หน่วยการแสดงผล (Scale Unit) : dBm, dBmV, dBμV, dBmA, dBμA, V, W และ A หรือมากกว่า 1.2.14 การตอบสนองความถี่ ที่ความถี่ 26.5 GHz (Frequency Response) : ± 2.5 dB หรือน้อยกว่า 1.2.15 ย่านระดับสัญญาณอ้างอิง (Reference Level Range) : -170 ถึง +30 dBm in 0.1 dBm Steps หรือกว้างกว่า 1.2.16 ชนิดของตัวตรวจจับสัญญาณ (Trace Detector หรือ Detector) : Peak หรือ +Peak , Log Power Average และ RMS Average หรือ VRMS หรือมากกว่า 1.2.17 ค่าแสดงผลระดับสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Displayed Average Noise Level,Typical) 1.2.17.1 ที่ 1 MHz ถึง 10 MHz : - 139 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.2 ที่ 10 MHz ถึง 2.1 GHz : - 154 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.3 ที่ 2.1 GHz ถึง 3.6 GHz : - 152 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.4 ที่ 3.6 GHz ถึง 8.4 GHz : - 152 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.5 ที่ 8.3 GHz ถึง 13.6 GHz : - 147 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.6 ที่ 13.5 GHz ถึง 17.1 GHz : - 147 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.7 ที่ 17.0 GHz ถึง 20.0 GHz : - 146 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.17.8 ที่ 20.0 GHz ถึง 26.5 GHz : - 142 dBm หรือน้อยกว่า 1.2.18 ค่าการตอบสนองสัญญาณแปลกปลอม (Spurious Response ,Typical) 1.2.18.1 ที่ 3.5 GHz ถึง 13.5 GHz : - 73 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.18.2 ที่ 13.5 GHz ถึง 17.1 GHz : - 73 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.18.3 ที่ 17.0 GHz ถึง 22.00 GHz : - 73 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.18.4 ที่ 22.0 GHz ถึง 26.5 GHz : - 73 dBc หรือน้อยกว่า		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์ศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

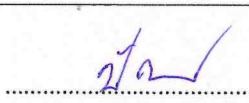
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	3/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน 1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
	1.2.19 ค่าการลดทอนสัญญาณฮาร์โมนิคลำดับสอง (Second Harmonic Distortion : SHI) 1.2.19.1 ที่ 10 MHz ถึง 1.0 GHz : - 60 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.19.2 ที่ 1.0 GHz ถึง 1.8 GHz : - 56 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.19.3 ที่ 1.75 GHz ถึง 6.5 GHz : - 74 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.19.4 ที่ 6.5 GHz ถึง 11 GHz : - 70 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.19.5 ที่ 11 GHz ถึง 13.25 GHz : - 65 dBc หรือน้อยกว่า 1.2.20 ค่าสัญญาณรบกวนทางเฟส (Phase Noise ,Typical) ที่ ความถี่กลาง (CF) เท่ากับ 1 GHz 1.2.20.1 ที่ Offset 1 kHz : - 107 dBc/Hz หรือน้อยกว่า 1.2.20.2 ที่ Offset 10 kHz : - 113 dBc/Hz หรือน้อยกว่า 1.2.20.3 ที่ Offset 100 kHz : - 117 dBc/Hz หรือน้อยกว่า 1.2.20.4 ที่ Offset 1 MHz : - 136 dBc/Hz หรือน้อยกว่า 1.2.20.5 ที่ Offset 10 MHz : - 146 dBc/Hz หรือน้อยกว่า 1.2.21 การวัดค่าสัญญาณวิทยุตามมาตรฐาน 5G (5G NR, New Radio Measurement Application) 1.2.21.1 รองรับการวัดสัญญาณ NU-R, e-DSS และ e-MIMO defined in 3GPP Released 16 หรือใหม่กว่า 1.2.21.2 รองรับการวัดสัญญาณ DL FR1 NR-TM2b & 3.1b (1024 AQAM) defined in Released 17 หรือใหม่กว่า 1.2.21.3 วิเคราะห์สัญญาณ 5G NR Coexistence with LTE Through Dynamic Spectrum Sharing (DSS) ได้ 1.2.21.4 สามารถวิเคราะห์การมอดูเลตสัญญาณขาลง (Downlink Modulation Analysis) ชนิดต่างๆ ได้ดังนี้ Constellation, Spectrum, Detect Allocations, Raw Main Time, Frame Summary, Error Summary Information, P-SS, S-SS, PBCH, PMCH-DRMS, PDSCH, PHDCH-DRMS Channel/Signals หรือมากกว่า 1.2.21.5 การวัดสัญญาณขาของ 5G gNB (5G NR Downlink gNB Measurement) ได้ดังต่อไปนี้ 1.2.21.5.1 วิเคราะห์การมอดูเลตสัญญาณขาลง (Downlink Modulation Analysis) 1.2.21.5.2 โปรไฟล์ของช่องสัญญาณ (Channel Profiles) 1.2.21.5.3 การวัดสัญญาณ SEM (SEM Measurement: single 5G NR Carrier 5G หรือ up to 16 component carrier 5G NR Signals Simultaneously) 1.2.21.6 การวัดสัญญาณขาขึ้นของอุปกรณ์ผู้ใช้ของสัญญาณ 5G (5G NR Uplink UE Measurements)	
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิทย์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร์ อัญญะโพธิ์ กรรมการ

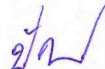
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	4/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
1.2.21.6.1 วิเคราะห์การมอดูเลตสัญญาณขาขึ้น (Uplink Modulation Analysis) 1.2.21.6.2 การวัดสัญญาณ 5G แบบ ACP แบบขาขึ้น (5G NR Uplink ACP Measurement) 1.2.21.6.3 การวัดสัญญาณ 5G แบบ CCDF แบบขาขึ้น (5G NR Uplink CCDF Measurement) 1.3 ข้อกำหนดอื่นๆ 1.3.1 อุปกรณ์ประกอบชุด 1.3.1.1 สายนำสัญญาณรองรับความถี่ไม่น้อยกว่า 26 GHz ชนิด Type-N(m) เป็น Type-N (m) พร้อมหัวแปลง ความยาวไม่น้อยกว่า 50 ซม. จำนวน 1 เส้น 1.3.1.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ฉบับ 1.3.1.3 เอกสารรับรองการสอบเทียบ (Calibrated of Certification) จำนวน 1 ฉบับ 2. เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก จำนวน 2 เครื่อง 2.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 2.1.1 เพื่อใช้วัดความเข้มของสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า 2.2 คุณลักษณะการใช้งานเฉพาะ 2.1 สามารถวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก Magnetic flux density (Bandwidth) ที่ความถี่ตั้งแต่ 10 to 400 kHz หรือมากกว่า 2.3 คุณลักษณะเฉพาะในทางเทคนิค 2.3.1 ระดับการรับสัญญาณ (Exposure level) : General Public/ Occupational 2.3.2 โหมดการแสดงผล (Display) : Magnetic Flux Density (Unit: T, G, A/m), Exposure level (unit:%) หรือมากกว่า 2.3.3 ความหนาแน่นของความเข้มสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Flux Density/Ranges and Accuracy) : [X, Y, Z axes] Effective Measuring Ranges: 2.000 μT to 2.000 mT, 4 ranges, Accuracy: $\pm 3.5\%$ rdg. $\pm 0.5\%$ f.s.[R axis] Effective Measuring Ranges: 3.464 μT to 3.464 mT, 4 Ranges, Accuracy: $\pm 3.5\%$ rdg. $\pm 0.5\%$ f.s. 2.3.4 ระดับการรับสัญญาณ / ย่าน และ ค่าความถูกต้อง (Exposure Level/Ranges and Accuracy) : [X, Y, Z axes] Effective Measuring Ranges: 20.00 % to 200.0 %, 2 Ranges [R axis]		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

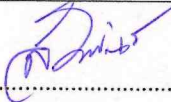
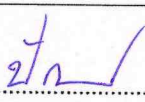
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	5/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
	Effective measuring ranges: 34.64 % to 346.4 %, 2 ranges, Accuracy: Smoothed Edges 50 Hz to 1 kHz $\pm 3.5\%$ rdg. $\pm 0.5\%$ f.s. Accuracy: Smoothed Edges 1 kHz to 100 z $\pm 5.0\%$ rdg. $\pm 0.5\%$ f.s. 2.3.5 การอินเตอร์เฟส (Interfaces) : [Supporting Output] Composite RMS Level Output, Exposure Level Output, Waveform Output for Each Axis (X, Y, Z), Output Rate: 0.1 mV/display Value Count, [USB 1.1] Data Saving with the PC Application หรือมากกว่า 2.3.6 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply) : LR6 alkaline batteryx4, Continuous use of 10 hr, หรือ AC adapter 9445-02	
3. โปรแกรมจำลองทางแม่เหล็กไฟฟ้าและสายอากาศ จำนวน 1 ระบบ		
3.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน		
3.1.1 เพื่อใช้จำลองการทำงานของสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า และสายอากาศ		
3.2 คุณลักษณะการใช้งานเฉพาะ		
3.2.1 เป็นโปรแกรมที่สามารถจำลองทางแม่เหล็กไฟฟ้าและสายอากาศแบบ Academic Campus License หรือลิขสิทธิ์สำหรับสถาบันการศึกษา ใช้งานด้านการศึกษาและงานวิจัยมีจำนวนสิทธิ์ ผู้ใช้งาน : Research License 5 สิทธิ์ / Teaching License 50 สิทธิ์ และมี ระยะเวลาลิขสิทธิ์ : ตลอดชีพ		
3.2.2 เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์สามารถใช้งานงานวิจัย(Research License) และเปิดใช้งานพร้อมกันบนคอมพิวเตอร์ได้สูงสุดไม่เกิน 5 เครื่อง		
3.2.3 เป็นซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์สามารถใช้งานงานการเรียนการสอน หรือการอบรมสัมมนา(Teaching License) ซึ่งสามารถเปิดใช้งานพร้อมกันบนคอมพิวเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 50 เครื่อง		
3.3 คุณลักษณะเฉพาะในทางเทคนิค		
3.3.1 สามารถจำลอง และวิเคราะห์ทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ (Low-Frequency Electromagnetic Fields) ได้ in Industrial Components that Includes 3-D/2-D Magnetic Transient, AC Tlectromagnetic หรือมากกว่า		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์ศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

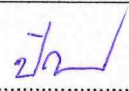
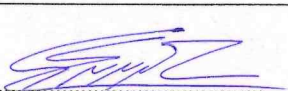
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	6/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
	3.3.2 สามารถจำลอง Magnetostatic , electrostatic, DC conduction and electrictransient หรือสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการตอบสนองระหว่างอนุภาคเคลื่อนที่ที่อยู่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ 3.3.3 มีฟังก์ชันจำลองโครงสร้างความถี่สูง – Premier 3D Electromagnetic Analysis Tool 3.3.4 สามารถจำลอง และวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบคงที่ได้ (Static Electromagnetic Fields) 3.3.5 สามารถจำลอง Adaptive Field Mesh หรือสามารถจำลองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชุดสายไฟฟ้า เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของสัญญาณ และการรบกวนในชุดสายไฟฟ้าได้ 3.3.6 สามารถจำลอง Frequency Domain ได้ 3.3.7 สามารถจำลอง Magnetic and Electric Time Domain ได้ 3.3.8 มีฟังก์ชัน HPC Frequency Sweeps 3.3.9 มีฟังก์ชันจำลองโครงสร้างความถี่สูงสำหรับการจำลองการทำงานสายอากาศ 3.3.10 มีฟังก์ชัน Dynamic Effects on Rigid Motion with Symmetrical Field Conditions 3.3.10.1 Non-Cylindrical Motion 3.3.10.2 Advanced Embedded Circuit Coupling 3.3.10.3 External Circuit Coupling with Adaptive Time Steeping 3.3.11 มีฟังก์ชัน Advanced Material Modeling Temperature-Dependent De-magnetization Modeling หรือวิเคราะห์ผลกระทบด้านอุณหภูมิ และความร้อนที่เกิดจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ 4. เครื่องเวกเตอร์เน็ตเวิร์คออนไลน์เซอร์ จำนวน 1 เครื่อง 4.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 4.1.1 เพื่อใช้งานวัตถุประสงค์ทางด้านความถี่ เช่นวัดค่ารูปแบบการแพร่กระจายสายอากาศ และอุปกรณ์ขยายสัญญาณความถี่เป็นต้น 4.2 คุณลักษณะการใช้งานเฉพาะ 4.2.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ Vector Network ขนาดความถี่ตั้งแต่ 1 MHz -18 GHz หรือกว้างกว่า 4.2.2 เป็นเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ Vector Network มีขนาด 2 Port หรือมากกว่า 4.2 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค 4.2.1 มีช่วงความถี่ไดนามิค (Dynamic Range) ที่ความถี่ 100 kHz ถึง 10 MHz เท่ากับ 108 dB และ ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า เท่ากับ 105 dB หรือดีกว่า 4.2.2 มีค่ากำลังสัญญาณขาออกสูงสุด (Maximum Output Power) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า เท่ากับ +4 dBm หรือมากกว่า	
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

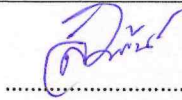
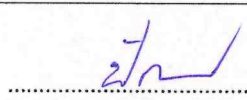
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	7/18										
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า											
4.2.3 มีช่วงการกวาดกำลังสัญญาณ (Power Sweep Range) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า อยู่ในช่วงตั้งแต่ -60 ถึง +7 dBm หรือกว้างกว่า 4.2.4 มีค่าระดับสัญญาณรบกวนที่ช่องสัญญาณทดสอบ (Test Port Noise Floor) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า มีค่าเท่ากับ -101 dBm หรือน้อยกว่า 4.2.5 มีค่าการบีบอัดสัญญาณตัวรับที่ช่องสัญญาณทดสอบ (Receiver Compression at Test Port) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า, +4 dBm Input Power at Test Port มีค่าเท่ากับ 0.2 dB (mag) และ 5 Degree (phase) หรือน้อยกว่า 4.2.6 มีค่าสัญญาณรบกวนติดตาม (Trace Noise) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า เท่ากับ 0.003 dB rms และ 0.03 Degree rms หรือน้อยกว่า 4.2.7 มีค่าเสถียรภาพของอุณหภูมิ (Temperature Stability) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า เท่ากับ 0.02 dB/deg.(mag) และ 0.4 degree /deg (deg.C) หรือน้อยกว่า 4.2.8 มีค่าการแก้ไขความผิดพลาด (Correction Error Term) (dB) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า ดังนี้ 4.2.8.1 ค่าทิศทางทางวัดสัญญาณ (Directivity) เท่ากับ 36 dB หรือมากกว่า 4.2.8.2 ค่าการจับคู่แหล่งกำเนิด (Source Match) เท่ากับ 28 dB หรือมากกว่า 4.2.8.3 ค่าจับคู่อุปกรณ์ภาระ (Load Match) เท่ากับ 36 dB หรือมากกว่า 4.2.8.4 ค่าการติดตามการสะท้อน (Reflection Tracking) เท่ากับ ± 0.008 dB หรือมากกว่า 4.2.8.5 ค่าติดตามการส่งสัญญาณ (Transmission Tracking) เท่ากับ ± 0.185 dB หรือมากกว่า 4.2.9 มีค่าทนต่อระดับความเสียหาย (Damage Level) เท่ากับ +27 dBm หรือมากกว่า 4.2.10 มีค่าความละเอียดของความถี่ (Frequency Resolution) เท่ากับ 1 Hz หรือน้อยกว่า 4.2.11 มีค่าความถูกต้องของความถี่ (Frequency Accuracy) เท่ากับ 7 ppm หรือน้อยกว่า 4.2.12 มีค่าฮาร์โมนิคลำดับที่ 2 และ 3 (2nd และ 3rd Harmonics) ที่ความถี่ 18 GHz หรือสูงกว่า (0 dBm) เท่ากับ - 25 dBc หรือน้อยกว่า 4.2.13 ชุดประมวลผล <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">2.2.13.1 อุปกรณ์การประมวลผล (Processor)</td> <td>: ความเร็ว 2.4 GHz หรือเร็วกว่า</td> </tr> <tr> <td>2.2.13.2 ความจุของหน่วยความจำ (Memory)</td> <td>: 32 GB หรือมากกว่า</td> </tr> <tr> <td>2.2.13.3 ความจุการจัดเก็บข้อมูล (Storage)</td> <td>: 256GB PCIe NVMe Class 35 SSD หรือมากกว่า</td> </tr> <tr> <td>2.2.13.4 หน่วยความจำหลัก Main Memory</td> <td>: 16GB DDR4 3200MHz หรือมากกว่า</td> </tr> <tr> <td>2.2.13.5 หน้าจอแสดงผล</td> <td>: 14.0" 1920x1080 (FHD) หรือใหญ่กว่า</td> </tr> </table>			2.2.13.1 อุปกรณ์การประมวลผล (Processor)	: ความเร็ว 2.4 GHz หรือเร็วกว่า	2.2.13.2 ความจุของหน่วยความจำ (Memory)	: 32 GB หรือมากกว่า	2.2.13.3 ความจุการจัดเก็บข้อมูล (Storage)	: 256GB PCIe NVMe Class 35 SSD หรือมากกว่า	2.2.13.4 หน่วยความจำหลัก Main Memory	: 16GB DDR4 3200MHz หรือมากกว่า	2.2.13.5 หน้าจอแสดงผล	: 14.0" 1920x1080 (FHD) หรือใหญ่กว่า
2.2.13.1 อุปกรณ์การประมวลผล (Processor)	: ความเร็ว 2.4 GHz หรือเร็วกว่า											
2.2.13.2 ความจุของหน่วยความจำ (Memory)	: 32 GB หรือมากกว่า											
2.2.13.3 ความจุการจัดเก็บข้อมูล (Storage)	: 256GB PCIe NVMe Class 35 SSD หรือมากกว่า											
2.2.13.4 หน่วยความจำหลัก Main Memory	: 16GB DDR4 3200MHz หรือมากกว่า											
2.2.13.5 หน้าจอแสดงผล	: 14.0" 1920x1080 (FHD) หรือใหญ่กว่า											
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์สิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ										

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	8/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
4.3 อุปกรณ์ประกอบประจำเครื่อง		
4.3.1 สายสัญญาณ Test Port Cable รองรับความถี่ตั้งแต่ DC to 18 GHz หรือสูงกว่า, ชนิด 3.5 mm หรือ SMA , 50 Ω จำนวน 2 เส้น		
4.3.2 ชุด Calibration Kit ชนิด 3.5 mm หรือ SMA, DC to 18 GHz หรือสูงกว่า, 50 Ω จำนวน 1 ชุด		
4.3.3 คู่มือการใช้งานจำนวน 1 ชุด		
4.3.4 เอกสารรับรองการสอบเทียบ (Calibrated of Certification) จำนวน 1 ฉบับ		
5. ชุดฝึกปฏิบัติการระบบโทรคมนาคมสมัยใหม่ 1 ระบบ		
5.1 ชุดทดสอบสายอากาศ		
5.1.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน		
5.1.1.2 เพื่อใช้ศึกษา และการทำงานของระบบสายอากาศประเภทต่างๆ		
5.1.2 คุณลักษณะการใช้งานทั่วไป		
5.1.2.1 สามารถทดลอง หรือทดสอบการทำงานของสายอากาศประเภทต่าง เช่น ชนิดไดโพล และยาگی เป็นต้น		
5.1.2.2 มีคู่มือการใช้งานประกอบชุดทดสอบดังกล่าวนี้		
5.1.3 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค		
5.1.1 อุปกรณ์สร้างสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ (RF Generator) : 750MHz โดยประมาณ (ปรับค่าได้)		
5.1.2 อุปกรณ์มอดูเลชั่น (Tone Modulator) : 1 kHz โดยประมาณ (ปรับค่าได้)		
5.1.3 ทิศทางของเครื่องต่อ (Directional Coupler) : Forward & Reverse (เลือกได้)		
5.1.4 อุปกรณ์แมตช์สายอากาศ (Matching Stub) : เป็นแบบเลื่อน		
5.1.5 การหมุนของสายอากาศ : 0-360 องศา ปรับละเอียด 1 องศา		
5.1.6 สายอากาศฝั่งรับ (Receiving Antenna) : โพลเด็ตไดโพล (Folded Dipole) พร้อมตัวสะท้อน (Reflector)		
5.1.7 การแสดงผลการตรวจจับสัญญาณ (Detector Display) : ตรวจจับระดับสัญญาณผ่านมิเตอร์		
5.1.8 คอนเน็คเตอร์ : ชนิด BNC		
5. 1.9 แหล่งจ่ายไฟ : 110/220V, 50Hz / 60Hz		
5.1.10 คู่มือชุดปฏิบัติการ (Lab Sheet) เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ในรูปแบบเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

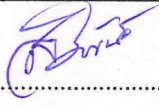
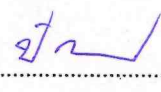
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	9/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
5.1.4 มีสายอากาศดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย 5.1.4.1 ไดโพล $\lambda/2$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.2 ไดโพล $\lambda/4$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.3 โพลเด็ตไดโพล (Folded Dipole) $\lambda/2$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.4 ยากิ UDA โพลเด็ตไดโพล (Folded Dipole) (3E) จำนวน 1 ชุด 5.1.4.5 ยากิ UDA โพลเด็ตไดโพล (Folded Dipole) (5E) จำนวน 1 ชุด 5.1.4.6 ยากิ UDA ซิมเปิลไดโพล (Simple Dipole) (5E) จำนวน 1 ชุด 5.1.4.7 ยากิ UDA ซิมเปิลไดโพล (Simple Dipole) (7E) จำนวน 1 ชุด 5.1.4.8 สายอากาศแบบ Hertz จำนวน 1 ชุด 5.1.4.9 สายอากาศแบบ Zeppelin จำนวน 1 ชุด 5.1.4.10 เฟสอาร์เรย์ $\lambda / 2$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.11 เฟสอาร์เรย์ $\lambda / 4$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.12 Combined Co-linear Array จำนวน 1 ชุด 5.1.4.13 สายอากาศแบบ Log Periodic จำนวน 1 ชุด 5.1.4.14 สายอากาศแบบ Cut Paraboloid จำนวน 1 ชุด 5.1.4.15 สายอากาศแบบ Loop จำนวน 1 ชุด 5.1.4.16 สายอากาศแบบ Rhombus จำนวน 1 ชุด 5.1.4.17 อุปกรณ์ Ground Plane จำนวน 1 ชุด 5.1.4.18 สายอากาศแบบ Slot $\lambda/2$ จำนวน 1 ชุด 5.1.4.19 สายอากาศแบบ Helix จำนวน 1 ชุด 5.1.4.20 สายอากาศรับสัญญาณ (Detector Antenna) จำนวน 1 ชุด 5.1.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ 5.1.5.1 โพรบวัดกระแส จำนวน 1 เส้น 5.1.5.2 ฐานวางสายอากาศฝั่งส่ง (Transmitting Mast) หรือ Mounting Stand) จำนวน 1 ชุด 5.1.5.3 อุปกรณ์รับสัญญาณ RF จำนวน 1 เครื่อง 5.1.5.4 ฐานวางสายอากาศฝั่งรับ (Receiving Mast) จำนวน 1 ชุด		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

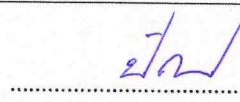
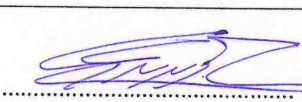
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	10/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
5.1.5.5 ตัว BNC-Tee จำนวน 1 ตัว 5.1.5.6 ตัวอแดปเตอร์ BNC-BNC ตัวผู้ จำนวน 1 ตัว 5.1.5.7 ตัวอแดปเตอร์ BNC-BNC ตัวเมีย จำนวน 1 ตัว 5.1.5.8 ตัวอแดปเตอร์ BNC (ตัวผู้) - BNC (ตัวเมีย) ชนิด L จำนวน 1 ตัว 5.1.5.9 สาย BNC-BNC ความยาวไม่น้อยกว่า 25 นิ้ว จำนวน 2 เส้น 5.1.5.10 สาย BNC-BNC ความยาวไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 1 เส้น 5.1.5.11 คู่มือชุดปฏิบัติการ (Lab Sheet) เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ในรูปแบบเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด 5.2 ชุดทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟชุดที่ 1 5.2.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 5.2.1.1 เพื่อใช้ศึกษา และทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ แบบลักษณะท่อ Klystron 5.2.2 คุณลักษณะการใช้งานทั่วไป 5.2.2.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ 5.2.2.2 เป็นชุดทดลองที่การศึกษาคุณลักษณะของท่อ Klystron 5.2.2.3 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาพฤติกรรมมิกำลังสองของเครื่องตรวจจับคริสตัลไมโครเวฟได้เป็นอย่างดี 5.2.3 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค 5.2.3.1 อินพุตไมโครเวฟ : จากแหล่งจ่าย Klystron 5.2.3.2 ตัวตรวจจับ หรือ ชนิดหัวเชื่อมต่อเอาท์พุต : ด้วยเอาต์พุต BNC 5.2.3.3 แหล่งจ่ายไฟ : 230V ±10%, 50Hz 5.2.4 อุปกรณ์ประกอบชุด 5.2.4.1 สาย Mains Cord / Power Cord จำนวน 1 เส้น 5.2.4.2 ตัว Detector Mount จำนวน 1 ตัว 5.2.4.3 ตัว Fixed Short จำนวน 1 ตัว 5.2.4.4 ตัว Frequency Meter (อ่านได้โดยตรง) จำนวน1 ตัว 5.2.4.5 ตัว Isolator จำนวน 1 ตัว 5.2.4.6 ตัว klystron Mount จำนวน 1 ตัว		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิษณุ ภัทร์สรณสิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

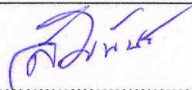
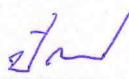
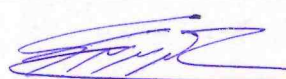
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	11/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
5.2.4.7 ตัว Matched Termination จำนวน 1 ตัว 5.2.4.8 ตัว Movable Short จำนวน 1 ตัว 5.2.4.9 ตัว Slide Screw Tuner (S.S.Tuner) จำนวน 1 ตัว 5.2.4.10 ตัว Slotted Section จำนวน 1 ตัว 5.2.4.11 ตัว Solid State VSWR meter จำนวน 1 ตัว 5.2.4.12 ตัว Tunable probe จำนวน 1 ตัว 5.2.4.13 ตัว Variable Attenuator จำนวน 1 ตัว 5.2.4.14 ตัว VSWR Meter จำนวน 1 ตัว 5.2.4.15 ตัว Wave Guide Stand จำนวน 4 อัน 5.2.4.16 สาย BNC-BNC จำนวน 2 เส้น 5.2.4.17 คู่มือชุดปฏิบัติการ (Lab Sheet) เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ในรูปแบบเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด 5.3 ชุดทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟชุดที่ 2 5.3.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 5.3.1.1 เพื่อใช้ศึกษาและทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟของคุณลักษณะ V-I ของ Gunn Diode 5.3.2 คุณลักษณะทั่วไป 5.3.2.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ 5.3.2.2 เป็นชุดทดลองที่ทำการศึกษาคุณลักษณะ V-I ของ Gunn Diode ได้เป็นอย่างดีน้อย 5.3.2.3 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาพฤติกรรมกำลังสองของเครื่องตรวจจับคริสตัลไมโครเวฟได้เป็นอย่างดีน้อย 5.3.2.3 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาตัวแปรตัวลดทอนได้เป็นอย่างดีน้อย 5.3.3. คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค 5.3.3.1 อินพุตไมโครเวฟ : จากแหล่งจ่าย Gunn Diode 5.3.3.2 ตัวตรวจจับ หรือ ชนิดหัวเชื่อมต่อเอาท์พุต : ด้วยเอาต์พุต BNC 5.3.3.3 แหล่งจ่ายไฟ : 230V ±10%, 50Hz หรือ 0 – 15 V		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์สิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

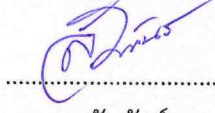
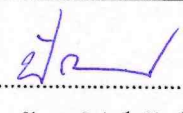
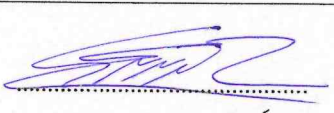
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	12/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
5.3.4 อุปกรณ์ประกอบชุด 5.3.4.1 สาย Mains Cord/Power Cord จำนวน 1 เส้น 5.3.4.2 ตัว Detector Mount จำนวน 1 ตัว 5.3.4.3 ตัว Fixed Short จำนวน 1 ตัว 5.3.4.4 ตัว Frequency meter (อ่านได้โดยตรง) จำนวน1 ตัว 5.3.4.5 ตัว Gunn Oscillator จำนวน 1 ตัว 5.3.4.6 ตัว Gunn Power Supply จำนวน 1 ตัว 5.3.4.7 ตัว Isolator หรือ Circulator จำนวน 1 ตัว 5.3.4.8 ตัว Matched Termination จำนวน 1 ตัว 5.3.4.9 ตัว Movable Short จำนวน 1 ตัว 5.3.4.10 ตัว Pin Modulator จำนวน1 ตัว 5.3.4.11 ตัว Slide Screw Tuner (S.S.Tuner) จำนวน1 ตัว 5.3.4.12 ตัว Slotted Section จำนวน 1 ตัว 5.3.4.13 ตัว Tunable Probe จำนวน 1 ตัว 5.3.4.14 ตัว Variable Attenuator จำนวน 1 ตัว 5.3.4.15 ตัว VSWR Meter จำนวน 1 ตัว 5.3.4.16 ตัว Wave Guide Stand จำนวน 1 ตัว 5.3.4.17 สาย BNC-BNC จำนวน 2 เส้น 5.3.4.18 สาย N-type – TNC จำนวน1 เส้น 5.3.4.19 คู่มือชุดปฏิบัติการ (Lab Sheet) เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ในรูปแบบเอกสาร และไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด 5.4 ชุดทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟชุดที่ 3 5.4.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 5.4.1.1 เพื่อใช้ศึกษา และทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ แบบลักษณะท่อกlystron 5.4.1.2 เพื่อใช้ศึกษา และทดลองการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ แบบคอนเน็คเตอร์แบบ Tee		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิทย์ ภัทร์สรณ์ศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

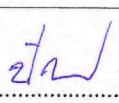
	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	13/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
5.4.2. คุณลักษณะทั่วไป 5.4.2.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาการสื่อสารท่อนำคลื่นไมโครเวฟ 5.4.2.2 เป็นชุดทดลองที่การศึกษาคุณลักษณะของท่อ Klystron 5.4.2.3 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาพฤติกรรมกฎกำลังสองของคริสตัลไมโครเวฟเครื่องตรวจจับได้ เป็นอย่างน้อย 5.4.2.4 เป็นชุดทดลองที่ศึกษาตัวลดทอน (ประเภทคงที่และปรับได้) ได้เป็นอย่างน้อย 5.4.2.5 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษาของคอนเน็คเตอร์แบบ Tee (แบบ E Plane Tee - H Plane Tee - Magic Tee) 5.4.2.6 เป็นชุดทดลองที่สามารถศึกษา Circulators/Isolator ได้เป็นอย่างน้อย 5.4.3 คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค 5.4.3.1 อินพุตไมโครเวฟ : จากแหล่งจ่าย Klystron 5.4.3.2 แหล่งจ่ายไฟ : 230V $\pm$10%, 50Hz 5.4. อุปกรณ์ประกอบชุด 5.4.1 สาย /Power Cord จำนวน 1 เส้น 5.4.2 ตัว Cross / Multi Hole Directional coupler จำนวน 1 ตัว 5.4.3 ตัว Detector mount จำนวน1 ตัว 5.4.4 ตัว E-Plane Tee จำนวน1 ตัว 5.4.5 ตัว Fixed Attenuator 10 dB จำนวน 1 ตัว 5.4.6 ตัว Fixed Attenuator 3 dB จำนวน 1 ตัว 5.4.7 ตัว Fixed Attenuator 6 dB จำนวน 1 ตัว 5.4.8 ตัว Frequency meter (อ่านได้โดยตรง) จำนวน 1 ตัว 5.4.9 ตัว H-Plane Tee จำนวน 1 ตัว 5.4.10 ตัว Isolator หรือ Circulator จำนวน 1 ตัว 5.4.11 ตัว Klystron Mount จำนวน 1 ตัว 5.4.12 ตัว Magic Tee จำนวน 1 ตัว 5.4.13 ตัว Match Termination จำนวน 2 ตัว 5.4.14 ตัว Movable Short จำนวน 1 ตัว		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณ์สิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	14/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน 1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
	5.4.15 ตัว Multi Hole Directional coupler 10dB จำนวน 1 ตัว 5.4.16 ตัว Multi Hole Directional coupler 3dB จำนวน 1 ตัว 5.4.17 ตัว Slide Screw Tuner (S.S.Tuner) จำนวน 1 ตัว 5.4.18 ตัว Slotted Section จำนวน 1 ตัว 5.4.19 ตัว Klystron Power Supply จำนวน 1 ตัว 5.4.20 ตัว Reflector จำนวน 1 ตัว 5.4.21 ตัว Tunable probe จำนวน 1 ตัว 5.4.22 ตัว Variable Attenuator จำนวน 1 ตัว 5.4.23 ตัว VSWR meter จำนวน 1 ตัว 5.4.24 ตัว Wave Guide Stand 4 อัน 5.4.25 สาย BNC- BNC จำนวน 2 เส้น 5.4.26 คู่มือชุดปฏิบัติการ (Lab Sheet) เป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ในรูปแบบเอกสารและไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด 6. เครื่องวิเคราะห์ความถี่แบบพกพา (Handheld Spectrum Analyzer) จำนวน 1 เครื่อง 6.1 วัตถุประสงค์การใช้งาน 6.1.1 เพื่อใช้วัด และวิเคราะห์สัญญาณความถี่วิทยุแบบพกพา 6.2 คุณลักษณะเฉพาะในการใช้งาน 6.2.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์ความถี่แบบชนิดพกพา 6.2.2 มีแบตเตอรี่ในตัว สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมงต่อการชาร์ต 1 ครั้ง 6.2.3 มีความทนทานต่อการใช้งานในภาคสนาม โดยต้องออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน MIL-PRF-28800F Class 2 เป็นอย่างน้อย 6.3 คุณสมบัติทางเทคนิค 6.2.1 ช่วงความถี่ (Frequency Range) : 9 kHz ถึง 6.5 GHz หรือกว้างกว่า 6.2.2 ค่า Aging Rate : ± 1 ppm/year หรือน้อยกว่า 6.2.3 ค่าความละเอียดของตัวนับสัญญาณ (Marker Frequency Counter Resolution) : 0.1, 1, 10 Hz หรือน้อยกว่า 6.2.4 ช่วงเวลาการกวาดสัญญาณ (Sweep Time Range) : 1 μs to 6000 s หรือกว้างกว่า 6.2.5 ค่าความละเอียดของการกวาดสัญญาณ (Sweep Time Resolution) : 100 ns หรือน้อยกว่า 6.2.6 ช่วงการหน่วงเวลาเวลาของสัญญาณทริกเกอร์ (Trigger Delay Range) : - 150 ms to 10 s หรือกว้างกว่า	
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	15/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
6.2.7 ค่าความละเอียดการหน่วงเวลาของสัญญาณทริกเกอร์ (Trigger Delay Resolution) : 100 ns หรือน้อยกว่า 6.2.8 ช่วงความละเอียดของแบนด์วิธ (Resolution Bandwidth Range) (-3 dB Bandwidth) : 10 Hz ถึง 5 MHz หรือกว้างกว่า 6.2.9 ช่วงกว้างของสัญญาณวิดีโอ (Video Bandwidth) : 1 Hz ถึง 5 MHz หรือกว้างกว่า 6.2.10 ช่วงการวัดค่าแอมพลิจูด (Amplitude Measurement Range) : DANL to +20 dBm หรือมากกว่า 6.2.11 ช่วงการลดทอนสัญญาณขาเข้า (Input Attenuation Range): 0 ถึง 40 dB in 5 dB Step หรือกว้างกว่า 6.2.12 ระดับความปลอดภัยในการรับสัญญาณขาเข้าสูงสุด (Max Safe Input Level) : + 27 dBm หรือมากกว่า 6.2.13 ย่านระดับสัญญาณอ้างอิง (Reference Level Range) : - 210 ถึง + 90 dBm หรือกว้างกว่า 6.2.14 จำนวนของจุดกำหนดสัญญาณ (Number of Marker) : 6 หรือมากกว่า 6.2.15 ค่าแสดงผลระดับสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Displayed Average Noise Level,Typical) 6.2.15.1 ที่ 9 kHz to 2 MHz : - 134 dBm หรือน้อยกว่า 6.2.15.2 ที่ ≥ 2 MHz to 2.1 GHz : - 147 dBm หรือน้อยกว่า 6.2.15.3 ที่ ≥ 2.1 GHz to 2.6 GHz : - 143 dBm หรือน้อยกว่า 6.2.16 ฟังก์ชันการวิเคราะห์ Cable and Antenna and Network Analyzer 6.2.16.1 ช่วงความถี่ (Frequency Range) : 30 kHz ถึง 6.5 GHz หรือกว้างกว่า 6.2.16.2 ค่า IF Bandwidth : 3 Hz, 10 Hz, 30 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz, 30 kHz และ 100 kHz หรือกว้างกว่า 6.2.16.3 ค่ากำลังสัญญาณขาออกที่จุดวัดสัญญาณ (Test Port Output Power) ที่ความถี่ > 10MHz ถึง 1 GHz : 8 dBm หรือมากกว่า 6.2.16.4 ค่าสัญญาณรบกวนติดตาม (Trace Noise) ที่ความถี่ 30 kHz ถึง 100 kHz : 0.0008 dBrms (Magnitude) และ 0.007 deg rms (Phase) หรือน้อยกว่า 6.2.16.5 การวัดในโหมด CAT (CAT Measurement) : Distance-to-Fault (dB), Return Loss (dB), Return Loss and DTF (dB), VSWR, Distance-to-Fault (VSWR) และ Cable Loss (1 Port) หรือมากกว่า		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิญญ์ ภัทร์สรณสิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	16/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
6.2.17 หน้าจอมีขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้วแบบชนิดสี LCD-LED Backlit หรือดีกว่า 6.2.18 มี Vector Signal Analysis Software พร้อมเครื่องประมวลผลสัญญาณ (ภายนอก) 6.2.18.1 รองรับการวิเคราะห์ Digital Modulation ได้ไม่น้อยกว่า 40 รูปแบบ เช่น PSK, QPSK, QAM, FSK, VSB, custom APSK, SOQPSK 6.2.18.2 รองรับการวิเคราะห์ Error Vector Magnitude, Adaptive Equalization, Custom IQ Modulation Analysis, TEDS Modulation Analysis, Flex Frame Modulation Analysis ได้เป็นอย่างดี 6.2.18.3 รูปแบบการมอดูเลต (Modulation Formats) : FSK: 2, 4, 8, 16 level (including GFSK) MSK (Including GMSK) Type 1, Type 2, CPM, BPSK, QPSK, OQPSK, DQPSK, D8PSK, $\pi/4$DQPSK, SOQPSK, 8PSK, $3\pi/8$ 8PSK (EDGE); $\pi/8$ D8PSK; CPM(FM); QAM (absolute encoding): 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096; CPM(FM); QAM (differential encoding per DVB standard): 16, 32, 64, 128, 256; Star QAM: 16, 32; APSK: 16, 16 w/DVB, 32, 32 w/DVB; VSB: 8, 16; custom APSK หรือมากกว่า 6.2.18.4 เซลลูลาร์ (Cellular) : CDMA (base), CDMA (mobile), CDPD, EDGE, GSM, NADC, PDC, PHP (PHS), W-CDMA หรือมากกว่า 6.2.18.5 เครือข่ายไร้สาย (Wireless Networking) : Bluetooth (BR), HiperLAN1 (HBR), HiperLAN1 (LBR), IEEE 802.11b, Wi-SUN (IEEE 802.15.4g), ZigBee 868 MHz, ZigBee 915 MHz, ZigBee 2450 MHz หรือมากกว่า		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิทย์ ภัทร์สรณ์ศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	17/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
6.2.18.6 สัญญาณวิดีโอแบบดิจิทัล (Digital Video) : J.83A/DVB-C, J.83B/DOCSIS, J.83C/ISDB-C, DVB-S2 16APSK, DVB-S2 32APSK, ATSC, ATSC-M/H หรือมากกว่า 6.2.18.7 อื่นๆ (Other) : APCO-25, APCO-25 P2 (HCPM), APCO-25 P2 (HDQPSK), DECT, TETRA, VDL mode 3 MIL-STD 188-181C:CPM (Option 21), SOQPSK-TG (IRIG 106-04), SOQPSK-A, SOQPSK-B หรือมากกว่า 6.2.19 ชุดประมวลผล 6.2.19.1 ตัวประมวลผล (Processor) : 2.4 GHz หรือเร็วกว่า 6.2.19.2 ขนาดหน่วยความจำ (Memory) : 32 GB หรือมากกว่า 6.2.19.3 ความจุการจัดเก็บข้อมูล (Storage) : 256GB PCIe NVMe Class 35 SSD หรือมากกว่า 6.2.19.4 หน่วยความจำหลัก (Main Memory) : 16GB DDR4 3200MHz หรือมากกว่า 2.19.5 หน้าจอแสดงผล : 14.0" 1920x1080 (FHD) หรือใหญ่กว่า 6.3 อุปกรณ์ประกอบชุด 6.3.1 สายนำสัญญาณความถี่ 6 GHz ชนิดType-N (m) to Type-N (m) ความยาวไม่น้อยกว่า 50 ซม. จำนวน 1 เส้น 6.3.2 ชุด Calibration Kit (Short-Open-Load) ชนิด Type N จำนวน 1 ชุด 6.3.3 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ฉบับ 6.3.4 เอกสารรับรองการสอบเทียบ (Calibrated of Certification) จำนวน 1 ฉบับ 7. ข้อกำหนดอื่นๆ 7.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบหนังสือแต่งตั้งจากบริษัทฯ ผู้ผลิต สำหรับเครื่องวิเคราะห์ความถี่ (Spectrum Analyzer) เครื่องเวคเตอร์เน็ตเวิร์คออนไลน์เซอร์ และ เครื่องวิเคราะห์ความถี่แบบพกพา (Handheld Spectrum Analyzer) เพื่อรับรองว่าเป็นตัวแทนการขาย และสามารถบริการหลังการขาย		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณศิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ

	คุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์เงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2566	18/18
ชื่อครุภัณฑ์ หน่วยงาน	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการสื่อสารและโทรคมนาคมสมัยใหม่ จำนวน 1 ระบบ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	
7.2 ผู้เสนอราคาต้องมีศูนย์บริการในการซ่อมบำรุง และสอบเทียบ (Service Center) ในผลิตภัณฑ์ สำหรับ เครื่องวิเคราะห์ความถี่ (Spectrum Analyzer) เครื่องเวคเตอร์เน็ตเวิร์คออนไลน์เซอร์ และ เครื่องวิเคราะห์ความถี่ แบบพกพา (Handheld Spectrum Analyzer) เพื่อรับรองการบริการหลังการขายที่ดี โดยต้องได้รับมาตรฐานการรับรอง จากผู้ผลิต หรือ สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) โดยต้องแนบหนังสือรับรองศูนย์บริการฯ ดังกล่าวให้ทาง คณะกรรมการฯ พิจารณา 7.3 มีการติดตั้งและฝึกอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรของสถานศึกษา 7.4 เป็นสินค้าใหม่ที่ยังไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และเป็นสินค้าที่ผลิตจากโรงงานได้มาตรฐาน 7.5 ผู้เสนอราคา มีการรับประกันสินค้าในสภาพใช้งานปกติโดยไม่เสียค่าบริการ ค่าแรงซ่อม, ค่าอะไหล่ และ อุปกรณ์ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี จากตัวแทนจำหน่ายหรือ สาขาของโรงงานผู้ผลิต 7.6 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษเป็นอย่างน้อย 7.7 ผู้เสนอราคาอบรมแนะนำวิธีการใช้งานอย่างสมบูรณ์ต่ออาจารย์ หรือผู้รับผิดชอบ ดูแลบำรุงรักษา ห้องสัมมนา 7.8 ผู้เสนอราคาส่งมอบครุภัณฑ์ที่เสนอราคาให้สถาบันเทคโนโลยีปทุมวันภายใน 120 วัน ถัดจากวันลงนามใน สัญญาซื้อขาย		
 รศ.ดร.สัมพันธ์ พรหมพิชัย ประธานกรรมการ	 ผศ.ดร.ปณณวิชญ์ ภัทร์สรณสิริ กรรมการ	 ดร.จันทร อัญญะโพธิ์ กรรมการ