



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ (Spec.)

ชื่อครุภัณฑ์ : ชุดปฏิบัติการระบบสื่อสารและโครงข่ายสมัยใหม่ จำนวน ๑ ชุด

หน่วยงาน ..สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม...สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า...

วงเงิน .. 6,000,000... บาท

เงินงบประมาณรายได้ ประจำปี 2559 เงินงบประมาณประจำปี 2559

ลำดับที่	รายละเอียด	หมายเหตุ
	ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการระบบสื่อสารและโครงข่ายสมัยใหม่ จำนวน ๑ ชุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ หรือดีกว่า	
1	<p>1. ชุดปฏิบัติการทางไมโครเวฟ จำนวน 1 ชุด</p> <p>1.1. รายละเอียดทั่วไป</p> <p>1.1.1. เป็นชุดฝึกไมโครเวฟเพื่อใช้ศึกษาการส่ง-รับสัญญาณย่านความถี่สูงและทดลองการทำงานของระบบไมโครเวฟได้</p> <p>1.1.2. ย่านความถี่การใช้งานในช่วงความถี่ 8.2 – 10.2 GHz หรือ X-BAND</p> <p>1.1.3. อุปกรณ์ทดลองสามารถถอดประกอบกันได้</p> <p>1.1.4. ชุดฝึกมีความคงทนแข็งแรง</p> <p>1.1.5. มีกระเป๋าสำหรับเก็บอุปกรณ์ชุดฝึก</p> <p>1.2. รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>1.2.1. สามารถเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ในระบบไมโครเวฟ ดังนี้</p> <p>1.2.1.1. The Gunn oscillator</p> <p>1.2.1.2. PIN diode modulator and detector</p> <p>1.2.1.3. Propagation modes, wavelength and phase velocity in a waveguide</p> <p>1.2.1.4. Q and bandwidth of a resonance cavity Power measurement</p> <p>1.2.1.5. Standing wave ratio (SWR) measurement</p> <p>1.2.1.6. Impedance measurement</p> <p>1.2.1.7. Basic properties of a directional coupler</p> <p>1.2.1.8. Attenuation measurement</p> <p>1.2.1.9. Study of a waveguide Hybrid-T</p> <p>1.2.2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยอย่างน้อยดังนี้</p> <p>1.2.2.1. Power meter</p> <p>1.2.2.2. SWR METER</p>	

	<p>1.2.2.3. Function Generator 1.2.2.4. Power Supply 1.2.2.5. Gunn Oscillator 1.2.2.6. PIN Modulator 1.2.2.7. Frequency Meter 1.2.2.8. Variable Attenuator 1.2.2.9. Slotted line 1.2.2.10. Hybrid Tee 1.2.2.11. Crystal Detector 1.2.2.12. Waveguide 1.2.2.13. Matched Termination 1.2.2.14. Slide Screw Tuner 1.2.2.15. Horn Antenna 1.2.2.16. Coaxial Adapter 1.2.2.17. Fixed Attenuator 6dB 1.2.2.18. Fixed Attenuator 20dB 1.2.2.19. Directional Coupler 1.2.2.20. Waveguide Stands 1.2.2.21. Shorting plate 1.2.2.22. Screws and nuts</p> <p>1.3 รายละเอียดอื่น ๆ</p> <p>1.3.1 ชุดทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา หรือญี่ปุ่น หรืออิสราเอล หรือแคนาดา หรือออสเตรเลีย</p> <p>1.3.2 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายชุดฝึกจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากผู้แทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อการบริการหลังการขาย</p> <p>1.3.3 มีคู่มือการทดลองจำนวน 1 ชุด</p>	
2	<p>ชุดทดลองด้านการสื่อสารเชิงแสง (Optical Fiber) จำนวน 1 ชุด</p> <p>2.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>2.1.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาระบบสื่อสารข้อมูลด้วยไฟเบอร์ออปติกแบบต่างๆ</p> <p>2.1.2 ชุดทดลองประกอบด้วยชุดบริการพื้นฐาน (Base Unit) และแผงวงจรทดลองแบบโมดูล (Experiment Module) ซึ่งแผงวงจรทดลองนี้สามารถเสียบเข้ากับชุดบริการพื้นฐานในลักษณะ Plug-In</p> <p>2.1.3 นักศึกษาสามารถที่จะเลือกโมดูลและทำการต่อเชื่อมระหว่าง</p>	

	<p>โมดูลต่างๆตามหัวข้อการทดลองได้โดยง่าย ปลอดภัยและรวดเร็ว</p> <p>2.1.4 สามารถเรียนรู้ทฤษฎีและทำการทดลองเพื่อให้เข้าใจระบบสื่อสารได้ง่ายขึ้นตั้งแต่สมการคณิตศาสตร์ทางวิศวกรรมสื่อสาร เขียน Block Diagram และเลือกแผงวงจรทดลองแล้วสามารถต่อวงจรตามไดอะแกรมได้ทันที</p> <p>2.1.5 มีระบบป้องกันอุปกรณ์ต่างๆไม่ให้เกิดเสียหายในขณะที่ทำการทดลอง หากมีการต่อสายทดลอง ผิดพลาดของนักศึกษา</p> <p>2.1.6 มีคู่มือทั้งของอาจารย์ผู้สอนและคู่มือประกอบการทดลองสำหรับนักศึกษา</p> <p>2.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>ชุดทดลองไฟเบอร์ออฟติก แต่ละชุดประกอบด้วยและมีรายละเอียดดังนี้</p> <p>2.2.1 กล่องคอนโซล (Base Unit) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้</p> <p>2.2.1.1 ชุดกล่องคอนโซล (Base Unit) มีโมดูลประจำ (Fixed modules) ติดตั้งอยู่ส่วนแฉกกลางของกล่องคอนโซลเพื่อกำเนิดสัญญาณวัดและแหล่งจ่ายไฟต่างๆประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - Master Oscillators - Buffer Amplifiers - Frequency and Event Counter - Variable DC Voltage Output - Oscilloscope Display Selectors - Trunk Output - Power Supply <p>2.2.1.2 ส่วนแฉกด้านบนของกล่องคอนโซล (Base Unit) จะเป็นช่องว่างสำหรับใส่แผงวงจรทดลองต่างๆ แล้วแต่นักศึกษาจะทำการทดลองตามหัวข้อการทดลองนั้นๆสามารถใส่ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 12 โมดูล</p> <p>2.2.1.3 ลักษณะภายในชุดกล่องคอนโซล (Base Unit) จะมีช่องเสียบแผงทดลองเป็นช่องๆโดยแต่ละช่องจะมีรางคู่ (ด้านบนและด้านล่าง) เพื่อเลื่อนแผ่นวงจรเข้าไป ส่วนด้านหลังจะมีคอนเนคเตอร์แบบ Multi-contact ตัวเมียติดตั้งไว้ทุกช่องสำหรับต่อเข้ากับคอนเนคเตอร์ที่ติดอยู่ด้านท้ายของแผงวงจรทดลอง</p> <p>2.2.1.4 มีชุด PC Based Virtual Instrument สำหรับวัดสัญญาณต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Channels Scope 	
--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Spectrum Analyzer - True RMS Voltmeter - Frequency Counter <p>2.2.1.5 ชุดกล่องคอนโซล (Base Unit) ใช้กับไฟ 1 เฟส 220 V 50 Hz ได้</p> <p>2.2.2 แผงวงจรทดลอง (Experiment Module) แต่ละชุดประกอบด้วยและมีรายละเอียดดังนี้</p> <p>2.2.2.1 แผงวงจร Adder จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - มี 2 input สามารถปรับ gain ทั้ง 2 inputs ส่วน Output เป็นผลรวมของ input ทั้งสอง <p>2.2.2.2 แผงวงจร Audio Oscillator จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นแหล่งจ่าย Sinewave ที่มี distortion ต่ำ, สามารถปรับความถี่ได้ตั้งแต่ 500 Hz ถึง 10 kHz มี 3 Outputs คือ COS (wt), SIN (wt) และ TTL <p>2.2.2.3 แผงวงจร Phase Shifter จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถปรับให้สัญญาณ Output มีเฟสต่างจากสัญญาณ Input ตามต้องการได้ $\pm 180^{\circ}$ โดยปรับปุ่ม Coarse และปรับปุ่ม Fine <p>2.2.2.4 แผงวงจร Sequence Generator จำนวน 2 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ Output X และ Y ทั้ง Analog และ TTL โดยการป้อนสัญญาณ Clock จากภายนอกและสามารถ Reset ได้ <p>2.2.2.5 แผงวงจร Tuneable Low Pass Filter จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็น Low Pass Filter ที่สามารถปรับค่าความถี่ Cutoff ได้ และมี 2 ย่าน คือย่านกว้าง (2 kHz ถึง 10 kHz) และย่านปกติ (900 Hz ถึง 5 kHz) และยังสามารถปรับ Gain ได้ด้วย <p>2.2.2.6 แผงวงจร Voltage Controlled Oscillator (VCO) จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นแหล่งกำเนิดความถี่ที่ควบคุมความถี่โดย Voltage ซึ่งทำงานได้ 2 แบบคือ VCO และ FSK Mode รวมทั้ง TTL และอนาล็อก Output Signal, Base Band and Carrier Frequency Ranges <p>2.2.2.7 แผงวงจร Quadrature Utilities จำนวน 2 แผง</p>	
--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - ประกอบด้วย Independent multiplier 2 ชุด Input and Output are DC Coupled และ Adder 1 ชุด <p>2.2.2.8 แผงวงจรโมดูล Delta Modulation Utilities จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - Delta, Delta-Sigma และ Adaptive Delta Modulators - Step Size and Clock Rate in precise Steps or Continuously with a Unique Slope overload output - Adder and Multiplier Modules are Utilized <p>2.2.2.9 แผงวงจรโมดูล Delta Demodulation Utilities จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - Demodulate Delta, Delta-Sigma and Adaptive Delta Modulated Signals - Integrator and RC for Comparison Purposes <p>2.2.2.10 แผงโมดูลวงจร Error Counting Utilities จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำให้การทดลองง่ายและเร็วขึ้นในการวัดค่า Bit Error Rate - มี Clocked EX-OR and programmable pulse counter with Gate <p>2.2.2.11 แผงโมดูลวงจร True RMS Voltmeter จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้สำหรับวัด Signal และ Noise - Wide band input, and a DC V output - ตัวแสดงผลขนาด 3½ Digit <p>2.2.2.12 แผงวงจรโมดูล Speech Module จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - Record and Playback 2 ช่อง of Speech หรือสัญญาณอนาล็อกรวมกับช่อง live อีก 1 ช่อง (MIC) และ External Input for Recording - Switch เลือกรับ HPF และ LPF - บันทึกได้ถึง 32 seconds (Band limiting 300 Hz – 3.4 kHz) สำหรับ Speech และสัญญาณอนาล็อกใน 2 ช่องอิสระและมีช่อง 	
--	--	--

	<p style="text-align: center;">บันทึก Input จากสัญญาณภายนอก</p> <p>2.2.2.13แผงวงจร Fibre Optic Transmitter (Red) จำนวน 2 แผง และ Fibre Optic Transmitter (Green) จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นแผงสัญญาณแบบความเร็วสูงของสัญญาณอนาล็อกและดิจิตอล (Analog and Digital) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณ electrical ให้เป็นสัญญาณ Optical ที่สามารถมองเห็นได้ แล้วส่งออกไปตามสาย Fibre Optic Cable (สีแดงสำหรับความยาวคลื่นประมาณ 660 nm, ส่วนสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 530 nm) โดยมีความถี่สูงถึงประมาณ 1 MHz <p>2.2.2.14แผงวงจร Fibre Optic Receiver จำนวน 2 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เปลี่ยนสัญญาณ Optical ที่ถูกส่งมาจาก Fibre Optic Transmitter ให้กลับมาเป็นสัญญาณ electrical สามารถปรับ Gain เพิ่มหรือลดระดับสัญญาณ Output ได้ <p>2.2.2.15แผงวงจร Fibre Optic Coupler จำนวน 2 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นตัวแยกหรือรวมสัญญาณ Optical โดย A. ถ้าสัญญาณ Optical เข้าที่ A หรือ B จะได้สัญญาณ Optical นั้นออกทั้ง C และ D B. ถ้าสัญญาณ Optical เข้าที่ A และ B จะได้สัญญาณ Optical รวมทั้ง C และ D <p>2.2.2.16แผงวงจร WDM Filter จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - มี Wavelength filters 2 ชุด คือสีแดงและสีเขียว สำหรับแยกสัญญาณ Optical ที่รวมกันมา (ทั้งสีแดงและสีเขียว) ให้แยกออกจากกัน <p>2.2.2.17Fibre Optic Terminated Cable Set จำนวน 1 ชุด</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นสาย Fibre Optic เพื่อใช้ในการ Terminate สัญญาณ <p>2.2.2.18แผงวงจร STS-1 Multiplexer (MUX) จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - มี 3 Audio band width input ซึ่งซิงโครไนซ์กับสัญญาณข้อมูลดิจิตอล Output - 5 Byte output Data Frame (Header Byte / Control byte และ 3 ช่องสำหรับ Payload) 	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - มีสวิตช์อีก 2 อันสำหรับ Bit Substitution เพื่อตัดเมื่อมีช่วงการหยุดส่งยาวๆและ Mode Switch ที่เลือกการควบคุม Flag Bits - แถบการซิงโครไนซ์สัญญาณ <p>2.2.2.19แผงวงจร STS-1 Demultiplexer จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถอดรหัสแผง STS-1 MUX มี Output 3 ช่องของข้อมูลนอก - เป็นแผงอัจฉริยะสำหรับการถอดรหัสแบบซิงโครไนซ์ข้อมูลด้วยตนเอง <p>2.2.2.20แผงวงจร STS-1 & STS-3 Clock Regeneration จำนวน 1 แผง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นแหล่งผลิตซ้ำสัญญาณต้นกำเนิด Bit Clock สำหรับชุดรับสัญญาณ STS-1 และ STS-3 - สร้างต้นกำเนิดสัญญาณทวนซ้ำแบบซิงโครไนซ์ Bit Clock สำหรับเครื่องรับสัญญาณ STS-1 และ STS-3 <p>2.2.2.21Patching Leads จำนวน 1 set</p> <ul style="list-style-type: none"> - เป็นสายสำหรับต่อระหว่าง Modules 30 เส้น - เป็นสายขนาด 4 มม. มีหลายสีหลายความยาว <p>2.2.3 คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้</p> <p>2.2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีหน่วยความจำแบบ L3 Cache Memory ไม่น้อยกว่า 3 MB</p> <p>2.2.3.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า ความเร็วบัสไม่ต่ำกว่า 1600MHz มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB</p> <p>2.2.3.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิดจานหมุนมีการเชื่อมต่อแบบ SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB</p> <p>2.2.3.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า</p> <p>2.2.3.5 จอภาพแบบ LED หรือดีกว่าและมีขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 18 นิ้ว</p> <p>2.2.3.6 คีย์บอร์ดภาษาไทย-อังกฤษ</p> <p>2.2.4 ชุดทดลองสามารถทำการทดลองได้ในหัวข้อไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้</p> <p>2.2.4.1 เรื่อง Fiber optic transmission</p> <p>2.2.4.2 เรื่อง Multi-Channel FDM Digital fiber link</p> <p>2.2.4.3 เรื่อง Optic signal splitting & combining</p>	
--	--	--

	<p>2.2.4.4 เรื่อง Fiber optic Bi-directional communication</p> <p>2.2.4.5 เรื่อง WDM-Wave Division Multiplex</p> <p>2.2.4.6 เรื่อง Optic Losses</p> <p>2.3 รายละเอียดอื่นๆ</p> <p>2.3.1 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องเป็นของยุโรป อเมริกาหรือออสเตรเลีย หรือญี่ปุ่น และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO หรือเทียบเท่า</p> <p>2.3.2 ชุดทดลองที่เสนอผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งเป็นผู้แทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง เพื่อการบริการหลังการขาย(ยกเว้น เครื่องคอมพิวเตอร์)</p> <p>2.3.3 มีการสาธิตการใช้ให้กับผู้ใช้ จนสามารถใช้งานได้</p> <p>2.3.4 คู่มือการใช้งาน 1 ชุด</p>	
3	<p>ชุดปฏิบัติการสายส่ง (Transmission Line) จำนวน 1 ชุด</p> <p>3.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>3.1.1 เป็นชุดทดลองที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาชุดสายส่ง (Transmission Line) พร้อมโปรแกรม E-Training</p> <p>3.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>3.2.1 แหล่งจ่ายไฟสำหรับชุดทดลอง 1 ชุด</p> <p>3.2.1.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ปรับค่าได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า + 15VDC, 1A</p> <p>3.2.1.2 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า -15VDC, 1A</p> <p>3.2.1.3 สามารถจ่ายแรงดันคงที่ +15VDC, 1A</p> <p>3.2.1.4 สามารถจ่ายแรงดันคงที่ -15VDC, 1A</p> <p>3.2.1.5 สามารถจ่ายแรงดันคงที่ +5VDC, 1A</p> <p>3.2.1.6 สามารถจ่ายแรงดันคงที่ -5VDC, 1A</p> <p>3.2.1.7 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 6-0-6 VAC, 1A</p> <p>3.2.1.8 สามารถต่ออินเตอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยผ่าน USB</p> <p>3.2.1.9 มีวงจรการป้องกันกระแสเกินหรือช็อตเซอร์กิต</p> <p>3.2.1.10 มีเครื่องมือวัดมิเตอร์เวอร์ชวลอินสทรูเมนต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงผล 3 ¼ หลัก - สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 400V - สามารถวัดค่าความต้านทานได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 40MΩ - สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8A 	

	<p>3.2.1.11 มีเครื่องกำเนิดสัญญาณเวอร์ซวลอินสทรูเมนต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถกำเนิดสัญญาณ SIN, SQUARE, TRIANGULAR, DC - สามารถปรับความถี่ได้ตั้งแต่ 0.1 Hz – 200 KHz - แรงดัน OUTPUT + 10V - สามารถลดทอนสัญญาณ 0dB, -10dB, -20dB <p>3.2.1.12 มีเครื่องดิจิตอลออสซิลโลสโคป เวอร์ซวลอินสทรูเมนต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถแสดงผลได้ 2 ช่องสัญญาณพร้อมกัน - ค่าความต้านทานอินพุท DC / AC $1M\Omega$ - ย่านวัดแรงดัน 20 / 50 / 100 / 200 / 500mV, 1 / 2 / 5 V - ค่าเซ็มปีงความถี่ 100Hz – 10MHz <p>3.2.2 แผงทดลองสายส่ง (Transmission Line) พร้อมโปรแกรม E-Training จำนวน 1 แผง</p> <p>3.2.2.1 แผงทดลองสามารถเสียบทดลองร่วมกับชุดแหล่งจ่ายไฟได้</p> <p>3.2.2.2 แสดงอุปกรณ์และวงจรบนแผงการทดลองอย่างชัดเจนในแต่ละบล็อกการทดลองพร้อมจุดต่อ</p> <p>3.2.2.3 แผงการทดลองสามารถทดลองในหัวข้อต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - Familiarization with the transmission line theory - The four terminal model of the transmission line (Equivalent circuit model) - Input impedance of lossless transmission line - Special cases of a transmission line (Half-wave and quarter-wave lengths, matched, shorted and open load) - Stepped transmission line - Practical types of transmission lines (Coaxial, microstrip, stripline, balanced, single wire, waveguide and optical fiber) - Measuring the characteristics of a transmission line - Measuring the attenuation of a transmission line - Frequency characteristics of a transmission 	
--	--	--

	<p>line</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stationary waves - Fault simulation <p>3.2.3 คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล จำนวน 1 ชุด</p> <p>3.2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีหน่วยความจำแบบ L3 Cache Memory ไม่น้อยกว่า 3 MB</p> <p>3.2.3.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า ความเร็วบัสไม่ต่ำกว่า 1600MHz มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB</p> <p>3.2.3.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิดจานหมุนมีการเชื่อมต่อแบบ SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB</p> <p>3.2.3.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า</p> <p>3.2.3.5 จอภาพแบบ LED หรือดีกว่าและมีขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 18 นิ้ว</p> <p>3.2.3.6 คีย์บอร์ดภาษาไทย-อังกฤษ</p> <p>3.3 รายละเอียดอื่นๆ</p> <p>3.3.1 ชุดทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา หรือญี่ปุ่น หรืออิสราเอล หรือแคนาดา หรือออสเตรเลีย</p> <p>3.3.2 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายชุดฝึกจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากผู้แทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อการบริการหลังการขาย</p> <p>3.3.3 มีคู่มือการทดลองจำนวน 1 ชุด</p>	
4	<p>ชุดทดลองเครือข่ายข้อมูล (Network) จำนวน 1 ชุด</p> <p>4.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>4.1.1 เป็นชุดทดลองเพื่อใช้ศึกษาหลักการทำงาน เครือข่ายข้อมูล (Network)มาตรฐาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ LAN</p> <p>4.1.2 เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาติดตั้งอุปกรณ์ LAN และ Intranet ด้วยมาตรฐานสายในปัจจุบัน</p> <p>4.1.3 เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาการติดตั้งโปรโตคอลและการตั้งกำหนดค่าบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์</p> <p>4.1.4 เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษาการบำรุงรักษา, การแก้ไขปัญหาและการทดสอบในระบบ LAN</p> <p>4.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>4.2.1 สามารถเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ในระบบ LAN ดังนี้</p> <p>4.2.1.1 Introduction to local networks</p> <p>4.2.1.2 Signal coding and transmission media</p>	

	<p>4.2.1.3 The OSI model and the protocols LAN IEEE</p> <p>4.2.1.4 Networks: Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet</p> <p>4.2.1.5 Network devices</p> <p>4.2.1.6 Structured wiring according to standard EIA/TIA 568A - ISO/IEC11801</p> <p>4.2.1.7 Protocols: NetBIOS, NetBEUI, TCP/IP, IPX/SPX</p> <p>4.2.1.8 Intranet and diagnostics on the networks</p> <p>4.2.1.9 Architecture of a Peer-to-Peer network Operating System</p> <p>4.2.1.10 Architecture of a network Server Operating System</p> <p>4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยอย่างน้อยดังนี้</p> <p>4.2.2.1 ตู้โครงสร้างสาย LAN จำนวน 1 ชุด</p> <p>4.2.2.1.1 แสดงให้เห็นโครงสร้างของสายเคเบิลของระบบ LAN ตามมาตรฐาน EIA / TIA 568A และ ISO / IEC 11801 และแผนภาพของโครงสร้างสาย</p> <p>4.2.2.1.2 มีช็อกเก็ต RJ45 และสำหรับใยแก้วนำแสง</p> <p>4.2.2.1.3 Patch panel</p> <p>4.2.2.1.4 จุดช็อกเก็ตใช้งาน</p> <p>4.2.2.2 ชุด Switching HUB จำนวน 3 ชุด</p> <p>4.2.2.2.1 มาตรฐาน IEEE 802.3, 802.3u</p> <p>4.2.2.2.2 ความเร็วในการส่ง: 10/100 Mb/s</p> <p>4.2.2.2.3 มี 4 พอร์ต RJ45</p> <p>4.2.2.2.4 มีแหล่งจ่ายไฟภายนอก</p> <p>4.2.2.3 ชุด Media Converter จำนวน 2 ชุด</p> <p>4.2.2.3.1 เป็นชุดแปลงจาก RJ45 (10Base-T) เป็นใยแก้วนำแสง (10BASE-FL)</p> <p>4.2.2.3.2 การเชื่อมต่อ: 1 x RJ45, 1 x ST (RX / TX)</p> <p>4.2.2.3.3 มาตรฐาน CAT3, 4, 5, สายเคเบิลใยแก้วนำแสง 62,5 / 125 ST</p> <p>4.2.2.3.4 มาตรฐาน IEEE 802.3</p> <p>4.2.2.4 เครื่องประมวลผลข้อมูล จำนวน 3 ชุด</p> <p>4.2.2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 3.0 GHz</p>	
--	---	--

	<p>และมีหน่วยความจำแบบ L3 Cache Memory ไม่น้อยกว่า 3 MB</p> <p>4.2.2.4.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่าความเร็วบัสไม่ต่ำกว่า 1600MHz มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB</p> <p>4.2.2.4.3 หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิดจานหมุนมีการเชื่อมต่อแบบ SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB</p> <p>4.2.2.4.4 มี DVD-RW หรือดีกว่า</p> <p>4.2.2.4.5 จอภาพแบบ LED หรือดีกว่าและมีขนาดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 18 นิ้ว</p> <p>4.2.2.4.6 คีย์บอร์ดภาษาไทย-อังกฤษ</p> <p>4.3 รายละเอียดอื่น ๆ</p> <p>4.3.1 ชุดทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา หรือญี่ปุ่น หรืออิสราเอล หรือแคนาดา หรือออสเตรเลีย</p> <p>4.3.2 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายชุดฝึกจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากผู้แทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อการบริการหลังการขาย</p> <p>4.3.3 มีคู่มือการทดลองจำนวน 1 ชุด</p>	
5	<p>ชุดปฏิบัติการวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ชุด</p> <p>5.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>5.1.1 เป็นชุดสื่อการเรียนสำหรับเรียนรู้ในสาขาวิชาวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์</p> <p>5.1.2 เพื่อหาค่าตัวแปร พิสูจน์ วิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลการทดลองกับหลักทฤษฎี ที่ได้ศึกษามา</p> <p>5.1.3 มีแผงสำหรับติดตั้งแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและช่องต่อวงจรแบบ Plug-In ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนเคลือบผิวหน้าทั้งสองด้านเป็นเนื้อเดียวกันด้วยวัสดุผิวเรียบ ไม่สะท้อนแสง</p> <p>5.1.4 จุดต่อเป็นแบบ Plug-In Socket มี</p> <p>5.1.5 ด้านหน้าของแผงมีสัญลักษณ์แสดงความหมาย-พิกัด-ชื่อของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนแผงทดลอง</p> <p>5.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>5.2.1 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันพร้อมแผงเสียบวงจรทดลอง ประกอบด้วยและมีรายละเอียดดังนี้</p> <p>5.2.1.1 กล่องเป็นแท่นรองรับแผงเสียบวงจรและบรรจุแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า โดยกล่องต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถแยกถอดประกอบเพื่อสะดวกในการ</p>	

	<p>ซ่อมบำรุงได้</p> <p>5.2.1.2 แผงเสียบวงจรเป็นชนิด Universal Plug – in Board ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ผิวหน้าทั้งสองด้านเคลือบด้วยวัสดุผิวเรียบไม่สะท้อนแสงพร้อมแสดงสัญลักษณ์</p> <p>5.2.1.3 ช่องเสียบวงจรแบบ Plug – in เป็น Socket</p> <p>5.2.1.4 แผงเสียบวงจรพร้อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ติดตั้งบนกล่องพลาสติก มีดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - DC Power Supplyแบบปรับค่าได้พร้อมอุปกรณ์ป้องกันจำนวน 1 ชุด - DC Power Supply แบบคงที่พร้อมอุปกรณ์ป้องกันจำนวน 2 ชุด - AC Power Supply แบบคงที่พร้อมอุปกรณ์ป้องกันจำนวน 1 ชุด - Potentiometer for voltage divider จำนวน 1 ชุด - Signal Generator, Square Wave จำนวน 1 ชุด - Potentiometer 500 Ω 0.5W, 10 kΩ 0.25W, 100 kΩ 0.25 W อย่างละ 1 ชุด - Decade Resistance x10 kΩ 1W 1%, x1 kΩ 1W 1%, x100 Ω 1W 1% อย่างละ 1 ชุด - Toggle Switch แบบ 1 ทาง (ON-OFF) จำนวน 1 ชุด - Toggle Switch แบบ 2 ทาง (ON-ON) จำนวน 1 ชุด - Push – Button Switch 1 NO จำนวน 1 ชุด - Relay with Contact 12 V, 2 A 1 NO/NC จำนวน 1 ชุด - 45 Square Grid Jumper - 2 Bus Bar Terminal <p>5.2.2 อุปกรณ์ทดลองสำหรับเสียบบนแผงเสียบวงจรแบบ Plug-in มีรายละเอียดดังนี้</p> <p>5.2.2.1 ตัวฐานกล่องมีขาเสียบแบบ Plug-in สามารถติดตั้งเข้ากับแผง Universal Plug-in Board ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>5.2.2.2 ขาเสียบเป็นแบบ Plug-in</p> <p>5.2.2.3 อุปกรณ์ประกอบการทดลองทุกชิ้นสามารถนำมาประกอบกันได้อย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงวงจรทำได้โดยใช้ Bridging Plug และสายต่อวงจร</p>	
--	---	--

	<p>5.2.2.4 อุปกรณ์ประกอบการทดลองมีจำนวนเพียงพอครบตามหัวข้อการทดลอง</p> <p>5.2.3 สามารถทดลองได้ตามหัวข้อต่อไปนี้</p> <p>5.2.3.1 วิชาวงจรไฟฟ้า</p> <ul style="list-style-type: none"> - การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า - วงจรอนุกรมวงจรขนานและวงจรผสม - กฎของโอห์มกฎของเคอร์ชอร์ฟกฎของเทวินินกฎของการวางซ้อนกฎของนอร์ตัน - วงจรแบ่งกระแสวงจรมัดแรงดัน - ตัวเก็บประจุตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้าและตัวต้านทานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ - ทั้งอนุกรมและขนาน - การทำงานของรีเลย์ - ความต้านทานแบบ NTC และ PTC - วงจร MATCHING ในไฟฟ้ากระแสสลับ - วงจร COUPLING หรือวงจรแม่เหล็ก - วงจร STAR-DELTA - หม้อแปลงไฟฟ้า (LOAD & NO-LOAD) <p>5.2.3.2 วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diode, Forward-Reverse Characteristic - Characteristic of Zener Diode - Transistor Characteristic - FETS Characteristic - Photo Diode - Photo Transistor - The NTC Resistor - The PTC Resistor - VDR - Opto coupler - Relay - UJT - PUT - SCR - SCR in DC Circuit - SCR in AC Circuit - Diac - Triac - Operational Amplifier 	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Inverting Amplifier - Non – Inverting Amplifier - Time Control with Timer IC - Astable Multivibrator with 555 IC Timer - Voltage Stabilization with Zener Diodes and Transistors - Dimmer Switch with LDR - Sawtooth Generator with UJT - Phase – Angle Control with Diac and Triac - Phase – Angle Control with SCR - Speed Control - Voltage Multiplier Doublers - Bistable Multivibrator <p>5.2.4 สายต่อวงจร มีรายละเอียดดังนี้</p> <p>5.2.4.1 สายต่อวงจรมีขนาดตัวนำขนาด 1 ตร.มม. ขนาดหัวเสียบ 4 มม.จำนวน 20 เส้น/ชุด ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> - สายสีแดง ความยาว 50 ซม. จำนวน 5 เส้น - สายสีน้ำเงิน ความยาว 50 ซม. จำนวน 5 เส้น - สายสีดำ ความยาว 50 ซม. จำนวน 10 เส้น <p>5.2.4.2 มี Jumper 15 ตัว</p> <p>5.3 รายละเอียดอื่นๆ</p> <p>5.3.1 มีคู่มือใบงานประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด</p> <p>5.3.2 มีการสาธิตการใช้งานให้กับผู้ใช้</p>	
6	<p>ชุดปฏิบัติการเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด</p> <p>6.1 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณพื้นฐาน จำนวน 1 เครื่อง</p> <p>6.1.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1.1.1 เป็นเครื่องเป็นเครื่องวิเคราะห์แถบความถี่ของสัญญาณตั้งโต๊ะ ในย่านความถี่ 3 GHz หรือดีกว่า 6.1.1.2 มีฟังก์ชันการวัดของ channel power, OBW, ACP, SEM และ TOI ได้ 6.1.1.3 มีฟังก์ชัน Auto-tuning เพื่อค้นหาสัญญาณสูงสุดในขณะนั้น 6.1.1.4 รองรับการถ่ายโอนข้อมูลจาก USB flash disk 6.1.1.5 สามารถแสดงผลการวัดไม่น้อยกว่า 4 trace และมี 	

	<p>marker ใช้งานไม่น้อยกว่า 10 จุด</p> <p>6.1.1.6 มีซอฟต์แวร์เชื่อมต่อการใช้งาน</p> <p>6.1.2 รายละเอียดด้านเทคนิค</p> <p>6.1.2.1 มีย่านความถี่ใช้งาน ช่วง 9 kHz ถึง 3 GHz หรือกว้างกว่า</p> <p>6.1.2.2 มีความละเอียดของความถี่ 1 Hz หรือน้อยกว่า</p> <p>6.1.2.3 มีค่า Aging rate ของตัวเครื่อง +1ppm/year หรือน้อยกว่า</p> <p>6.1.2.4 มีค่า Residual FM [RBW = 1 kHz] ที่ 100 Hz p-p หรือน้อยกว่า</p> <p>6.1.2.5 มีค่าความละเอียดของ Marker frequency counter ที่ 1, 10, 100, 1000 Hz หรือมากกว่า</p> <p>6.1.2.6 จำนวนจุดของการกวาดสัญญาณการอ่านค่า 460 จุด หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.7 สามารถ Frequency Span ตั้งแต่ 100 Hz ถึง 3 GHz หรือกว้างกว่าได้</p> <p>6.1.2.8 ค่า Resolution Bandwidth (RBW) ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 1 MHz หรือกว้างกว่า</p> <p>6.1.2.9 มีค่า Video Bandwidth (VBW) 1 Hz ถึง 1 MHz หรือกว้างกว่า</p> <p>6.1.2.10 สามารถรับแรงดันไฟตีสี่สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 50 V และรับวัดกำลังต่อเนื่องได้ถึง 37 dBm หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.11 มีค่า Absolute level accuracy [50 MHz] ได้ +0.3 dB หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.12 สามารถแสดงผลสัญญาณในทั้ง Linear scale และ Log scale</p> <p>6.1.2.13 มีหน่วยการแสดงผลคือ dBm, dBmV, dBμA, V, A, W หรือมากกว่า</p> <p>6.1.2.14 สามารถเซตระดับ Marker ให้อ่านค่า ได้ 0.01 dB หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.15 มีอัตราการกวาดสัญญาณสูงสุด 10 ms ถึง 1000 s หรือกว้างกว่า</p> <p>6.1.2.16 มีค่า Display average noise level (DANL) ตลอดย่านใช้งานคือ -90 dB หรือน้อยกว่า</p> <p>6.1.2.17 มีย่านการวัดค่าแอมพลิจูดของสัญญาณได้ -90 dB ถึง +20 dB หรือกว้างกว่า</p> <p>6.1.2.18 มีย่านการปรับค่า input attenuator ได้ 0 ถึง 70 dB (1 dB step) หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.19 มีช่องต่อ Probe power สำหรับใช้งานทั่วไป</p>	
--	--	--

	<p>6.1.2.20 จอแสดงผลสีไม่น้อยกว่า 6.4 นิ้ว ความละเอียด 640x480 หรือดีกว่า</p> <p>6.1.2.21 มีหน่วยความจำภายในเครื่อง 16 MB หรือมากกว่า</p> <p>6.1.2.22 มีพอร์ตเชื่อมต่อการใช้งานแบบ USB, LAN, VGA output, External trigger หรือมากกว่า</p> <p>6.1.3 รายละเอียดอื่นๆ</p> <p>6.1.3.1 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุดต่อเครื่อง</p> <p>6.1.3.2 มีการรับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี</p> <p>6.2 ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้หรือดีกว่า</p> <p>6.2.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>6.2.1.1 เป็นดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ที่ใช้วัดสัญญาณ ขนาด DC ถึง 50 MHz</p> <p>6.2.1.2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณ</p> <p>6.2.1.3 สามารถเก็บบันทึกค่าเซตอัพและรูปสัญญาณได้โดยผ่าน USB Flash drive</p> <p>6.2.1.4 สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB พร้อมโปรแกรม</p> <p>6.2.1.5 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 GSa/s หรือดีกว่า</p> <p>6.2.1.6 มีหน่วยความจำสูงสุดไม่น้อยกว่า 16 kpts หรือดีกว่า</p> <p>6.2.1.7 จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็นชนิด QVGA TFT LCD ขนาด 5.7 นิ้ว</p> <p>6.2.1.8 มีฟังก์ชันการวัดค่าไม่น้อยกว่า 23 พารามิเตอร์</p> <p>6.2.1.9 มีฟังก์ชัน Mark testing สำหรับเงื่อนไข Pass/Fail ของสัญญาณวัด</p> <p>6.2.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>6.2.2.1 Bandwidth (-3dB) : DC ถึง 50MHz หรือสูงกว่า</p> <p>6.2.2.2 Real-time Sample rate :500 MSa/s ต่อช่องสัญญาณ หรือดีกว่า</p> <p>6.2.2.3 Channels : 2</p> <p>6.2.2.4 Memory : 8 kpts ต่อช่องสัญญาณหรือมากกว่า</p> <p>6.2.2.5 Vertical Resolution : 8 Bits</p> <p>6.2.2.6 VerticalRange : 2 mV/div ถึง 10 V/div หรือกว้างกว่า</p> <p>6.2.2.7 DC Gain Accuracy : $\pm 3\%$ for 10 mV/div ถึง 10 V/div;</p> <p>6.2.2.8 $\pm 4\%$ for 2 mV/div ถึง 5 mV/div</p> <p>6.2.2.9 Maximum Input Voltage : CAT I 300 Vrms,</p>	
--	--	--

	<p>400 Vpks</p> <p>6.2.2.10 Time base range : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า</p> <p>6.2.2.11 BW limit : ~20 MHz</p> <p>6.2.2.12 Input Impedance : 1 Mohm \pm 2%</p> <p>6.2.2.13 Time base accuracy (25 °c) : 50 ppm over 1 msหรือดีกว่า</p> <p>6.2.2.14 Acquisition modes : Normal, Averaging, Peak, sequence, Roll</p> <p>6.2.2.15 Trigger mode : Force, Edge, Video, Alternate หรือมากกว่า</p> <p>6.2.2.16 Trigger Source : CH1, CH2, Line, Ext หรือมากกว่า</p> <p>6.2.2.17 Automatic measurement Voltage : Peak-to-Peak, Max, Min, Average, Amplitude, Top, Base, RMS, Overshoot, pre-shoot หรือมากกว่า Time : Frequency, Period, Width, Delay, Duty cycle,</p> <p>6.2.2.18 Rise time, Fall time หรือมากกว่า</p> <p>6.2.2.19 Math functions : Add, Subtract, Multiply, FFT</p> <p>6.2.2.20 I/O ports : USB 2.0</p> <p>6.2.3 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง</p> <p>6.2.3.1 สายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น</p> <p>6.2.3.2 สายวัดสัญญาณขนาด DC ถึง 150 MHz หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น</p> <p>6.2.3.3 หนังสือคู่มือการใช้งานเครื่อง 1 ชุดต่อเครื่อง</p> <p>6.2.4 รายละเอียดอื่น ๆ</p> <p>6.2.4.1 มีการรับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี</p> <p>6.2.4.2 มีการอบรมการใช้งานเครื่อง</p> <p>6.3 มิเตอร์พกพาพื้นฐาน จำนวน 5 เครื่อง</p> <p>6.3.1 เป็นเครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์พกพา True RMS โดยมีความละเอียดระดับไม่ต่ำกว่า 6,000 counts และสามารถแสดง Bar graph ได้</p> <p>6.3.2 สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน,</p>	
--	---	--

	<p>ความถี่, ไดโอด, Capacitance, หรือมากกว่า</p> <p>6.3.3 มีไฟฉายชนิด LED flashlight ภายในตัวเครื่อง</p> <p>6.3.4 ตัวเครื่องมีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ IR-to-USB</p> <p>6.3.5 มีโหมด Low input impedance สำหรับวัดแรงดันหลบซ่อน หรือ ghost voltage ได้</p> <p>6.3.6 มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 600V และมีมาตรฐาน ANSI/UL 61010, EN61326-1 และ CAN/CSA-C22.2 รองรับ</p> <p>6.3.7 มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรงปกติ (Vdc) ได้ตั้งแต่ 0.6 – 600 V หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mV โดยมีค่าความแม่นยำ 0.5 % of reading + 2 counts หรือดีกว่า</p> <p>6.3.8 มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1mA– 10A หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01μA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.0 % of reading + 3 counts หรือดีกว่า</p> <p>6.3.9 มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 600 Ω ถึง 60 MΩ หรือกว้างกว่า ความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1Ω โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading + 3 counts หรือดีกว่า</p> <p>6.3.10 มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับในโหมดปกติ (Vac) ได้ตั้งแต่ 0.6 V– 600 V หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.1mV โดยมีค่าความแม่นยำ 2.0 % of reading+ 3 counts หรือดีกว่า</p> <p>6.3.11 มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1 mA– 10 A หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01μA โดยมีค่าความแม่นยำ 1.5 % of reading + 3 counts หรือดีกว่า</p> <p>6.3.12 มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 99.99 Hz – 99.99 kHz หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 0.01Hz</p> <p>6.3.13 วัดค่าคาปาซิแตนซ์ได้จาก 1000 nF – 10 mF หรือกว้างกว่าความละเอียดต่ำสุดไม่มากกว่า 1nF</p> <p>6.3.14 สายวัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุดต่อเครื่อง</p> <p>6.3.15 คู่มือการใช้งานเครื่อง จำนวน 1 ชุดต่อเครื่อง</p> <p>6.4 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง จำนวน 1 เครื่อง</p> <p>6.4.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>6.4.1.1 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีกำลังเอาต์พุต 150 วัตต์หรือดีกว่า</p> <p>6.4.1.2 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ 0 ถึง +30 V, 5 A หรือดีกว่า</p> <p>6.4.1.3 มีจอแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลแบบ LCD</p>	
--	--	--

	<p>6.4.1.4 มีฟังก์ชันป้องกันกระแสและแรงดันเกินได้</p> <p>6.4.1.5 มีหน่วยความจำภายในตัวเครื่อง</p> <p>6.4.1.6 สามารถใช้กับไฟฟ้า 220 V, 50 Hz ได้</p> <p>6.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>6.4.2.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 0 ถึง 30V, 0 ถึง 5A ได้หรือดีกว่า</p> <p>6.4.2.2 ค่าความแม่นยำการโปรแกรม 0.35% +20 mV หรือดีกว่า</p> <p>6.4.2.3 ค่าความแม่นยำการอ่านค่ากลับ 0.35% +20mV หรือดีกว่า</p> <p>6.4.2.4 ค่า Load และ Line Regulation</p> <ul style="list-style-type: none"> - แรงดันไฟฟ้า : 0.01% + 2 mV หรือดีกว่า - กระแสไฟฟ้า : 0.02% + 2 mA หรือดีกว่า <p>6.4.2.5 Ripple และ Noise (20 Hz – 20 MHz) : 1 mVrms, 12 mVp-p หรือดีกว่า</p> <p>6.4.2.6 ความละเอียดของมิเตอร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แรงดันไฟฟ้า : 10 mV หรือดีกว่า - กระแสไฟฟ้า : 10 mA หรือดีกว่า <p>6.4.3 อุปกรณ์ประกอบ</p> <p>6.4.3.1 สาย POWER CORD จำนวน 1 เส้น</p> <p>6.4.3.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด</p>	
7	<p>ชุดปฏิบัติการประมวลผลภาพ จำนวน 1 ชุด</p> <p>7.1 เป็นชุดทดลองที่ประกอบได้ด้วย กล้องรับภาพ อุปกรณ์กำเนิดแสง เลนส์ และ ชุดยึดกล้อง</p> <p>7.2 มีกล้องสีแบบความละเอียดไม่น้อยกว่า 2500x1900 พิกเซล จำนวน 1 ตัว</p> <p>7.3 มีกล้องขาว-ดำ ที่มีความเร็วในการรับภาพไม่น้อยกว่า 100 เฟรมต่อวินาที จำนวน 1 ตัว</p> <p>7.4 ตัวกล้องมีการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Gigabit Ethernet หรือ ดีกว่า</p> <p>7.5 มีอุปกรณ์ให้แสงสว่างชนิด วงแหวน (Ring Light) อย่างน้อย 1 ชุด</p> <p>7.6 มีอุปกรณ์ให้แสงสว่างชนิด พื้นหลัง (Back Light) อย่างน้อย 1 ชุด</p> <p>7.7 มีชุดเลนส์ที่ประกอบด้วยเลนส์ความยาวโฟกัส 8/16/25/35/50/100 มม. อย่างน้อย 1 ชุด</p> <p>7.8 มีอุปกรณ์ยึดกล้องแบบปรับระดับได้พร้อมฐานและชุดขาตั้ง อย่างน้อย 2</p>	

	<p>ชุด</p> <p>7.9 มีกล้องระบบฝังตัว (Embedded Vision) ทำงานที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 1.6 GHz อย่างน้อย 1 ตัว</p> <p>7.10 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 640x480 พิกเซล</p> <p>7.11 มีความเร็วในการรับภาพไม่น้อยกว่า 65 เฟรมต่อวินาที</p> <p>7.12 มีอุปกรณ์ให้แสงสว่างชนิด วงแหวน (Ring Light) อย่างน้อย 1 ชุด</p> <p>7.13 มีเลนส์ที่มีระยะโฟกัส ไม่น้อยกว่า 12 มม. จำนวน 1 ตัว</p> <p>7.14 มีเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมชนิด Corei5 หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด</p> <p>7.14.1 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4GB และมีส่วนบันทึกข้อมูลไม่น้อยกว่า 500GB</p> <p>7.15 มีโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับทดลองวิเคราะห์และประมวลผลภาพไม่น้อยกว่า 1ชุด</p>	
8	<p>เครื่องพิมพ์เลเซอร์ชนิดสีและขาวดำ จำนวน 1 เครื่อง</p> <p>8.1 เป็นเครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์</p> <p>8.2 ตัวเครื่องได้รับมาตรฐานประหยัดพลังงานและลดการใช้พลังงานกับเทคโนโลยี ปิด/เปิด เครื่องอัตโนมัติ</p> <p>8.3 การเชื่อมต่อมาตรฐาน : Hi-Speed USB 2.0 หรือดีกว่า</p> <p>8.4 หน่วยความจำอย่างน้อย : 64 MB</p> <p>8.5 ระบบรองรับอย่างน้อย : Windows 7/ Vista/ XP, Mac OS X</p> <p>8.6 ความละเอียดการพิมพ์ : 600 × 600 dpi หรือดีกว่า</p> <p>8.7 ความเร็วการพิมพ์ไม่น้อยกว่า ขาวดำ : 16 แผ่น/นาที</p> <p>8.8 ความเร็วการพิมพ์ไม่น้อยกว่า สี : 4 แผ่น/นาที</p> <p>8.9 ขนาดกระดาษที่รองรับอย่างน้อย : A4, A5, A6, B5</p>	
9	<p>เครื่องพิมพ์เลเซอร์ชนิดขาวดำ จำนวน 2 เครื่อง</p> <p>9.1 เป็นเครื่องพิมพ์ระบบเลเซอร์ขาวดำ</p> <p>9.2 ผ่านมาตรฐานประหยัดพลังงาน โดยมีระบบ ปิด/เปิด อัตโนมัติ (Auto On/Off)</p> <p>9.3 พิมพ์งานขาวดำด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 18 แผ่น/นาที (A4)</p> <p>9.4 ความละเอียดในการพิมพ์ 600 × 600 dpi หรือดีกว่า</p> <p>9.5 การเชื่อมต่อ : Hi-Speed USB 2.0 หรือดีกว่า</p> <p>9.6 ระบบปฏิบัติการ : Windows 7(32/64 bit)/ Vista(32/64 bit)/ XP 32-bit (SP2 or higher), Mac OS X หรือดีกว่า</p> <p>9.7 ความเร็วการพิมพ์ไม่น้อยกว่า ขาวดำ : 18 แผ่น/นาที (A4)</p> <p>9.8 ขนาดกระดาษที่รองรับอย่างน้อย : A4, A5, A6, B5</p>	

10	<p>บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 10ชุด</p> <p>10.1 รายละเอียดทั่วไป</p> <p>10.1.1 เป็นชุดทดลองวงจรดิจิทัล ใช้สำหรับทดลองเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC</p> <p>10.1.2 บอร์ดทดลองที่มีวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด PDIP-28 และ PDIP-40 ได้</p> <p>10.1.3 สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรม RS -232 หรือ USB ได้</p> <p>10.2 รายละเอียดทางเทคนิค</p> <p>10.2.1 บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC</p> <p>10.2.1.1 ใช้ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ ขนาด 40 ขา เบอร์ PIC16F877A พร้อมเฟิร์มแวร์บูตโหลดเดอร์</p> <p>10.2.1.2 สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมลงชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอนุกรม RS-232 ได้โดยตรง</p> <p>10.2.1.3 มีวงจรออสซิลเลเตอร์ XTAL 20.0MHz</p> <p>10.2.1.4 มี LED ลอจิกอินดิเคเตอร์ 8 บิต (Active high)</p> <p>10.2.1.5 มีสวิตช์กดติด-ปล่อยดับ 4 บิต และดิฟเฟอเรนเชียล 8 บิต</p> <p>10.2.1.6 มีส่วนแสดงผล 7-Segment จำนวน 4 หลัก</p> <p>10.2.1.7 มี VR ปรับแรงดันอ้างอิงปรับค่าได้ 0-5V สำหรับเป็นอินพุตให้วงจร ADC จำนวน 4 ชุด</p> <p>10.2.1.8 มีลำโพง Piezo</p> <p>10.2.1.9 มีชิพนาฬิกา RTC เบอร์ DS1307</p> <p>10.2.1.10 มีชิพหน่วยความจำ EEPROM เบอร์ 24C16</p> <p>10.2.1.11 มีชิพขยายพอร์ต Remote 8 bit I/O เบอร์ PCF8574A</p> <p>10.2.1.12 มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิด้วย DS1820</p> <p>10.2.1.13 มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232C</p> <p>10.2.1.14 มีพอร์ต IDC-10 Break-out จำนวน 2 ชุด</p> <p>10.2.1.15 มี External pull up (10K) จำนวน 4 จุด</p> <p>10.2.1.16 มีดีซีแจ็กพร้อมวงจรจัดชั่วแรงดันอินพุตจากอะแดปเตอร์ (9-12V) สะดวกต่อการใช้งานได้โดยไม่ต้องกังวลถึงชั่วแรงดันไฟฟ้า</p> <p>10.2.1.17 มีวงจรโวลเตจเร็กกูเลเตอร์ 5V</p> <p>10.2.1.18 มีจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด พร้อมขั้วต่อใช้งานร่วมกับบอร์ดทดลองได้</p> <p>10.2.2 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ</p>	
----	---	--

	<p>10.2.2.1 สายเสียบต่อทดลองวงจรแบบหัวทองเหลือง จำนวน 20 เส้น</p> <p>10.2.2.2 สายสื่อสารข้อมูลอนุกรม RS-232</p> <p>10.2.2.3 อะแดปเตอร์ 9VDC/800mA</p> <p>10.2.2.4 คู่มือการใช้งาน</p>	
11	<p>โต๊ะทดลองพร้อมคอนโซลจ่ายไฟฟ้าและเก้าอี้ จำนวน ๕ ชุด</p> <p>เป็นโต๊ะปฏิบัติการไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 1500 x 800 x 800 มม. มีคุณลักษณะและส่วนประกอบดังนี้</p> <p>11.1 พื้นโต๊ะปฏิบัติงาน มีคุณลักษณะดังนี้</p> <p>11.1.1 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้เนื้อแข็งหรือไม้ปาติเกิล มีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม.</p> <p>11.1.2 ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้าน ปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC หนา 2 มม.</p> <p>11.1.3 พื้นโต๊ะมีขนาด 1500 มม. x 800 มม. ความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม.</p> <p>11.2 โครงขาโต๊ะมีคุณลักษณะดังนี้</p> <p>11.2.1 โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 50x50 มม. หนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. เคลือบสีอีพ็อกซี่ ผ่านขบวนการอบความร้อน</p> <p>11.2.2 ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดเดียวกับขาโต๊ะ</p> <p>11.2.3 ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ</p> <p>11.2.4 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน</p> <p>11.2.5 ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มม.</p> <p>11.2.6 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูงไม่น้อยกว่า 750 มม.</p> <p>11.3 คอนโซลติดตั้งอุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้า</p> <p>11.3.1 ตัวคอนโซลใช้สำหรับบรรจุแผง Module อุปกรณ์ไฟฟ้า</p> <p>11.3.2 โครงสร้างคอนโซลทำจาก ไม้ปาติเกิลเคลือบผิวด้วยเมลามีน มีความหนารวม 19 มม.</p> <p>11.3.3 ปิดขอบโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม.</p> <p>11.3.4 คอนโซลมีขนาดไม่น้อยกว่า 1500 มม. x 245 มม. x 240 มม. (WxHxD)</p> <p>11.3.5 ด้านหลังคอนโซล มีช่องลมระบายอากาศ จำนวน 2 ช่อง</p> <p>11.3.6 แผงโมดูลอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในคอนโซลมีคุณลักษณะดังนี้</p> <p>11.3.6.1 แผง Main Circuit breaker 2 pole ไม่น้อยกว่า 10 A และ Earth Leakage Circuit Breaker 2 pole ไม่น้อยกว่า 20 A IF 30mA แบบติดบนรางมี</p>	

	<p>หลอดไฟสัญญาณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม. พร้อม Safety Socket 4 มม. L /N/ PE พร้อม Emergency Stop แบบล็อกได้ จำนวน 1 แผง</p> <p>11.3.6.2 แผงจ่ายไฟ Dual Universal out let แบบ 2P+PE ขนาด 220 Volt ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ จำนวน 2 แผง</p> <p>11.3.6.3 แผง DC POWER SUPPLY 0-30V 2A มี VOLTMETER และ SAFETY SOCKET พร้อม อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและลัดวงจร จำนวน 1 แผง</p> <p>11.3.6.4 แผง FUNCTION GENERATOR กำเนิดสัญญาณ SINE WAVE, SQUARE WAVE และ TRINGLE WAVE ขนาดแรงดันสัญญาณออก 10Vp-p จำนวน 1 แผง</p> <p>11.3.6.5 แผง AC & DC FIX VOLTAGE มีแรงดัน AC: 0-5-10-12-15-20-24VAC และแรงดัน DC: ± 5, ± 12, ± 15VDC จำนวน 1 แผง</p> <p>11.3.6.6 สายไฟขนาด 3x2.5 มม.² ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร 220 V ใช้กับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 A จำนวน 1 ชุด</p> <p>11.3.6.7 อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ มาตรฐานสากล มีใช้แพร่หลายกันทั่วไป</p> <p>11.4 แก้อัปเดตปฏิบัติการห้วงกลม จำนวน 2 ตัว</p> <p>11.5 รายละเอียดอื่นๆ</p> <p>11.6 ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าให้เรียบร้อยพร้อมใช้งาน</p>	
12	<p>ตู้สำหรับจัดเก็บครุภัณฑ์ จำนวน ๕ ตู้</p> <p>12.1 โครงตู้ทำจากเหล็กแผ่น มีขนาด 1200x450x1100 มม.</p> <p>12.2 บานประตูตู้แบบบานเลื่อนทำจากเหล็กแผ่น ผ่านการขึ้นรูปและเชื่อมติดเป็นบานประตู</p> <p>12.3 กระจกยึดติดกับตัวบานประตู</p> <p>12.4 ภายในมีแผ่นชั้น 2 แผ่น ทำจากเหล็กแผ่นโดยสามารถปรับระดับได้</p>	

