รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์
ชุดทดลองการสื่อสารอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและทดสอบสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

จากระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2558 โดยได้ปรับปรุง ปรับเปลี่ยนวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า งานไฟฟ้าสื่อสาร ได้แก่ วิชาการสื่อสารดิจิทัล การสื่อสารข้อมูล การสื่อสารแถบกว้าง รวมทั้งกำชับให้มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ เช่น วิชาวิศวกรรมฝังตัว และเครือข่ายไร้สายและเคลื่อนที่ให้ทันกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ดังนั้น เพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามมาตรฐาน และผ่านการรับรองปริญญาจากสภาวิศวกร สาขาวิชาฯ จำเป็นต้องจัดหาครุภัณฑ์เพิ่มเติม ทั้งนี้เนื่องจากสาขาวิชาฯ ยังไม่มีครุภัณฑ์สำหรับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางสารสนเทศและการสื่อสารที่สำคัญ การขาดแคลนครุภัณฑ์ดังกล่าว จะทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามข้อกำหนด ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของหลักสูตรและการรับรองปริญญา จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาครุภัณฑ์ชุดทดลองการสื่อสารอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและทดสอบสัญญาณ เพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนตามข้อบังคับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ชุดฝึกชุดทดลองทางการสื่อสารอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและทดสอบสัญญาณสำหรับการเรียนการสอนให้นักศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

3. คุณสมบัติทั่วไปของผู้เสนอราคา

3.1. ผู้เสนอราคาได้ต้องดำเนินการส่งมอบและติดตั้ง ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3.2. ผู้เสนอราคาได้ ต้องรับประกันการใช้งานเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.3. หลังการส่งมอบเสร็จสิ้นผู้เสนอราคาได้ต้องมีการสาธิตการใช้งานหรือฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้รับผิดชอบ เป็นจำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยอาจเป็นเวลาต่อเนื่องหรือแบ่งเป็นช่วงเวลาตามที่บุคลากรผู้รับผิดชอบเป็นผู้กำหนด

3.4. กำหนดส่งมอบภายในไม่เกิน 120 วันนับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขายกับทางมหาวิทยาลัยฯ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ประกอบด้วย 18 รายการดังนี้

1. เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ (Signal Analyzer) สำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) สำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 1 เครื่อง
3. ดิจิทัลออสซิลโลสโคป สำหรับงานอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 10 เครื่อง
4. แหล่งจ่ายไฟตรง จำนวน 10 เครื่อง
5. เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบฟังก์ชั่น จำนวน 10 เครื่อง
6. ดิจิทัลมัลติมิเตอร์พกพา จำนวน 10 เครื่อง

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

กิตติพงศ์ ..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

7. ชุดวิเคราะห์วงจรโครงข่ายสื่อสารสำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 1 เครื่อง
8. ชุดโพรบวัดสัญญาณไดอิเล็กทริก จำนวน 1 ชุด
9. ชุดวิเคราะห์สัญญาณโทรศัพท์ 5G และ LTE แบบเคลื่อนที่ จำนวน 1 เครื่อง
10. เครื่องวัดการสะท้อนกลับของแสงเชิงเวลา (OTDR) จำนวน 3 เครื่อง
11. ชุดประมวลผลตั้งโต๊ะ จำนวน 30 เครื่อง
12. เครื่องพิมพ์ชิ้นงาน 3 มิติ จำนวน 1 เครื่อง
13. เครื่องกัดแผ่นลายพิมพ์สำหรับทำ PCB จำนวน 1 ชุด
14. ชุดทดลองเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง และความปลอดภัย จำนวน 2 ชุด
15. ชุดทดลองการสื่อสารดิจิตอลมอดูเลชั่น จำนวน 1 ชุด
16. ชุดทดลองการสื่อสารระบบ LTE จำนวน 1 ชุด
17. ชุดทดลองการสื่อสารเทคโนโลยี MEMS จำนวน 2 ชุด
18. ชุดเรียนรู้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและชุดประกอบ จำนวน 1 ชุด

คุณสมบัติเฉพาะ (specification) ของแต่ละรายการมีดังนี้

รายการที่ 1 เครื่องวิเคราะห์สัญญาณ (Signal Analyzer) สำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 เป็นเครื่องวัดและวิเคราะห์สัญญาณแบบตั้งโต๊ะ โดยแสดงผลเป็นเส้นกราฟและข้อมูลต่างๆ

1.2 มีฟังก์ชั่นการใช้งานแบบระดับกำลังส่งของช่องสัญญาณที่ใช้งาน (Channel Power), ขนาดแถบความถี่ที่ใช้งาน (Occupied Bandwidth), ระดับกำลังส่งของสัญญาณช่องข้างเคียง (Adjacent Channel Power), ฟังก์ชั่นครบกระจายสะสม (Complementary cumulative distribution function หรือ CCDF), ความผิดเพี้ยนจากสัญญาณฮาร์โมนิกส์ (Harmonic Distortion), ระดับกำลังส่งแบบช่วงๆ (Burst Power), ระดับการกระจายสัญญาณรบกวน (Spurious Emission), การสร้างกรอบแถบสัญญาณ (Spectrum Emission Mask) ได้

1.3 รองรับการเชื่อมต่อหรือติดตั้งชุดวิเคราะห์สัญญาณ Vector Signal Analyzer (VSA) ที่สามารถแสดงผลข้อมูลแบบ constellation ได้ และแสดงผลแบบ multi-domain ได้ด้วย

1.4 มีฟังก์ชั่นการวัดสัญญาณสำหรับ short Range communication และ IoT อย่าง LoRa สำหรับใช้งาน

1.5 ตัวมีหน้าจอสัมผัสแบบ Multi-touch สำหรับใช้งาน และมีปุ่มปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆบนเครื่อง

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1.	ย่านความถี่ใช้งาน (DC coupled)	: 9 kHz ถึง 26 GHz หรือกว้างกว่า
2.2.	อัตราความถี่เอจจิ้ง (Aging rate)	: $\pm 1 \times 10^{-6}$/ปี หรือดีกว่า
2.3.	ความละเอียดของช่วงความถี่ที่ดีที่สุด	: 10 Hz หรือน้อยกว่า
2.4.	ช่วงเวลากวาดเริ่มจากความถี่สูงกว่า 10 Hz	: 1 ms ถึง 4,000 s หรือดีกว่า
2.5.	การกวาดแบบทริกเกอร์ (Sweep Trigger)	: Free run, video, RF burst, Periodic timer หรือดีกว่า
2.6.	แบนด์วิดท์ความละเอียด (RBW)	: 1 Hz ถึง 3 MHz, 8 MHz หรือดีกว่า
2.7.	แบนด์วิดท์วีดีโอ (VBW)	: 1 Hz ถึง 3 MHz, 8 MHz หรือดีกว่า

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

กิตติพงศ์ ..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

2.8. จำนวนจุดการกวาดสัญญาณสูงสุด : 40,000 จุดหรือมากกว่า

2.9. ช่วงการลดทอนทางอินพุต : 0 ถึง 70 dB (ขั้นละ 10 dB) หรือดีกว่า

2.10. ระดับการแสดงค่าสัญญาณรบกวนแบบเฉลี่ย (Display Average Noise Level: DANL) ตลอดย่านการใช้งาน อยู่ที่ -122 dBm หรือต่ำกว่า

2.11. ความผิดเพี้ยนอินเตอร์มอดูเลชันอันดับสาม (Third-Order Intermodulation Distortion: TOI) ตลอดย่านการใช้งานอยู่ที่ +10 dBm หรือมากกว่า

2.12. ระดับของสัญญาณที่ปลอดภัยสูงสุด (Maximum Safe Input Level)

2.13. ค่ากำลังงานเฉลี่ย (Average power) : +30 dBm (1 W) หรือสูงกว่า

2.14. แรงดันไฟตรง (กรณี AC coupled) : 48 Vdc หรือสูงกว่า

2.15. หน่วยสเกลแสดงผล (Scale Unit) : dBm, dBmV, dBmA, V, W, A หรือดีกว่า

2.16. สามารถตรวจจับสัญญาณ : Normal, peak, RMS average หรือมากกว่า

2.17. จอแสดงผล : สี ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้วหรือดีกว่า

2.18. เก็บข้อมูลภายใน (Internal Data Storage) : อย่างน้อย 100 GB หรือดีกว่า

2.19. การเชื่อมต่อ : พอร์ต GPIB, LAN และ USB 2.0 หรือมากกว่า

2.20. หน้าปัทม์ด้านหลัง (Rear Panel) : Trigger, Monitor output หรือมากกว่า

2.21. หัวต่อ : N-type (ตัวเมีย)

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายนำสัญญาณ SMA จำนวน 1 เส้น

3.2. อะแดปเตอร์ N-to-SMA จำนวน 1 ตัว

3.3. ชุดโปรแกรมซอฟต์แวร์ Vector Signal Analyzer (VSA) แบบถูกลิขสิทธิ์ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) สำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เครื่องมือกำเนิดสัญญาณย่านไมโครเวฟ (Microwave Signal Generator) แบบตั้งโต๊ะ

1.2. หน้าจอแสดงผลสี และสามารถป้อนค่าหรือควบคุมการทำงานจากหน้าเครื่องได้

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1. ย่านความถี่ใช้งาน : 9 kHz ถึง 20 GHz หรือกว้างกว่า

2.2. ความละเอียดการเซตค่าความถี่ : 0.01 Hz หรือน้อยกว่า

2.3. เพาเวอร์เอาต์พุต : -20dBm ถึง +15 dBm หรือกว้างกว่า

2.4. ความละเอียดการเซตค่าแอมปลิจูด : 0.01 dB หรือน้อยกว่า

2.5. ค่าความแม่นยำ CW (ตลอดย่านการทำงาน) : +0.9 dB หรือน้อยกว่า

2.6. SWR (ตลอดย่านการทำงาน) : น้อยกว่า 1.8:1

2.7. Single-SideBand (SSB) Phase Noise (CW) ตลอดย่านความถี่ใช้งาน ณ 20 kHz offset ที่ -90 dBc/Hz หรือน้อยกว่า

2.8. Harmonic (CW) ในส่วนของ Spectral Purity ตลอดย่านความถี่ใช้งาน มีค่า -25 dBc หรือน้อยกว่า

2.9. Non-harmonics (CW) ในส่วนของ Spectral Purity ตลอดย่านความถี่ใช้งาน มีค่า -60 dBc หรือน้อยกว่า

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

2.10. ช่องการเชื่อมต่อ แบบ GPIB, LAN, USB 2.0 หรือมากกว่า
2.11. มีฟังก์ชั่นการวัดค่ากำลังสัญญาณ กับต่อร่วมกับ USB Average power sensor
2.12. มีช่องเชื่อมต่ออื่นๆ สำหรับ Reference input, 10MHz output หรือมากกว่า
2.13. มีหัวต่อใช้งานแบบ 3.5mm (ตัวผู้)

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายนำสัญญาณหัวต่อ SMA หรือ 3.5mm จำนวน 1 เส้น

รายการที่ 3 ดิจิทัลออสซิลโลสโคป สำหรับงานอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 10 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ที่มีแบนด์วิทธิ์ 50 MHz หรือสูงกว่า
1.2. สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณหรือมากกว่า
1.3. มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 GSa/s ต่อช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
1.4. จอภาพชนิด WVGA ขนาด 7 นิ้วหรือดีกว่า
1.5. หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 50 kpts
1.6. มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 40,000 waveform/sec
1.7. มีช่องจ่ายสัญญาณภายในเครื่อง โดยสามารถสร้างสัญญาณ sine/pulse/ramp และ AM/FM/FSK ได้
1.8. มีช่องจ่ายสัญญาณเสริมเพื่อใช้สำหรับอบรมและฝึกการใช้งานเครื่อง (Training signal)
1.9. เมนูใช้งานภาษาไทยบนตัวเครื่อง

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1. โหมดการแสดงผลในแกนเวลา : ปกติ (Normal), X-Y และ Roll
2.2. Vertical Range : 0.5 mV/div ถึง 10 V/div หรือกว้างกว่า
2.3. Time base range : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
2.4. Trigger coupling : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือดีกว่า
2.5. Acquisition modes : Normal, Averaging, Peak, High resolution หรือมากกว่า
2.6. Trigger mode : Edge, Pulse width, Video, หรือมากกว่า
2.7. FFT window modes : Hanning, flat top, Blackman-Harris หรือมากกว่า
2.8. Trigger holdoff range : ได้ตั้งแต่ 60 ns ถึง 10 s หรือกว้างกว่า
2.9. ฟังก์ชั่นรูปสัญญาณ Math : Add, Subtract, multiply, divide, FFT, filter หรือมากกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายโพรบวัดสัญญาณ 75MHz จำนวน 2 เส้น

รายการที่ 4 แหล่งจ่ายไฟตรง จำนวน 10 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงแบบ 3 เอาต์พุต
1.2. สามารถจ่ายกำลังได้สูงสุด 195 วัตต์หรือมากกว่า
1.3. เอาต์พุตที่ 1 : แรงดันไฟฟ้า 0-30V, กระแสไฟฟ้า 0-3A หรือดีกว่า
1.4. เอาต์พุตที่ 2 : แรงดันไฟฟ้า 0-30V, กระแสไฟฟ้า 0-3A หรือดีกว่า
1.5. เอาต์พุตที่ 3 : แรงดันไฟฟ้า 2.5/5.0V, กระแสไฟฟ้า 3A หรือดีกว่า
1.6. มีหน้าจอแสดงผลแบบ LED และความละเอียดการแสดงผล 3 digits หรือดีกว่า

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ .... 19 ก.พ. 2563

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

1.7. มีความละเอียดในการเซตค่าได้ 10mV หรือ 10mA ที่หน้าเครื่อง

1.8. สามารถต่อใช้งานร่วมกันแบบ series และ parallel ได้

2. อุปกรณ์ประกอบ

2.1. สายไฟสำหรับต่อใช้งาน จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 5 เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบฟังก์ชั่น **จำนวน 10 เครื่อง**

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณแบบตั้งโต๊ะ แบบ 1 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า

1.2. สามารถสร้างรูปสัญญาณ Sine, Square, Ramp, Pulse, noise หรือมากกว่าได้

1.3. สามารถสร้างสัญญาณแบบ Arbitrary waveform ได้

1.4. สามารถมอดูเลชั่นสัญญาณแบบ AM, DSK-AM, FM, PM, FSK, ASK, PWM หรือมากกว่า

1.5. สามารถสร้างสัญญาณ Burst และ Sweep ได้

1.6. จอแสดงผลสี LCD ที่สามารถแสดงผลรูปของสัญญาณเพื่อการเซตค่าได้

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1. ความถี่ใช้งาน

สัญญาณ Sine	: 1 mHz ถึง 10 MHz หรือกว้างกว่า
สัญญาณ Square	: 1 mHz ถึง 1 MHz หรือกว้างกว่า
สัญญาณ Ramp	: 1 mHz ถึง 200 kHz หรือกว้างกว่า
สัญญาณ noise	: แบนด์วิทธิ์ ไม่น้อยกว่า 5 MHz
2.2. แอมปลิจูด	: 10 mVpp ถึง 10 Vpp (50Ω)
2.3. Arbitrary waveform length	: 16 kpts หรือมากกว่า
2.4. ค่า Offset ของ DC	: + 5 V into 50Ω
2.5. การป้องกัน	: Short - Circuit หรือมากกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายนำสัญญาณ BNC-to-alligator จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 6 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์พกพา **จำนวน 10 เครื่อง**

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบ True RMS มีความละเอียดระดับไม่ต่ำกว่า 10,000 counts

1.2. สามารถวัด แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความต้านทาน, ความถี่, ความต่อเนื่อง, ไดโอด, อุณหภูมิ, Capacitance หรือมากกว่า

1.3. จอแสดงผลแบบ Backlight ที่สามารถปรับค่าได้ และฟังก์ชั่นอ่านค่าแบบ switch counter

1.4. มีมาตรฐานความปลอดภัย CAT III 1000V และมีมาตรฐาน CE, CSA รองรับ

1.5. มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟตรง (Vdc) ได้ตั้งแต่ 1V ถึง 1000V ความละเอียดต่ำสุด 0.1mV หรือดีกว่า

1.6. มีย่านการวัดค่ากระแสไฟตรง (Idc) ได้ตั้งแต่ 1mA ถึง 10A ความละเอียดต่ำสุด 0.1μA หรือดีกว่า

1.7. มีย่านการวัดค่าความต้านทาน ได้ตั้งแต่ 1kΩ ถึง 100MΩ ความละเอียดต่ำสุด 0.1Ω หรือดีกว่า

1.8. มีย่านการวัดค่าแรงดันไฟสลับ (Vac) ได้ตั้งแต่ 1V ถึง 1000V ความละเอียดต่ำสุด 0.1mV หรือดีกว่า

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

1.9. มีย่านการวัดค่ากระแสไฟสลับ (Iac) ได้ตั้งแต่ 1mA ถึง 10A ความละเอียดต่ำสุด 0.1μA หรือดีกว่า

1.10. มีย่านการวัดค่าความถี่ได้จาก 100Hz ถึง 100kHz ความละเอียดต่ำสุด 0.1Hz หรือดีกว่า

1.11. วัดค่าคาปาซิแตนท์ ได้จาก 1000nF ถึง 10mF หรือกว้างกว่า

2. อุปกรณ์ประกอบ

2.1. สายวัดสัญญาณ แดง - ดำ จำนวน 1 ชุดต่อเครื่อง

รายการที่ 7 ชุดวิเคราะห์วงจรโครงข่ายสื่อสารสำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นเครื่อง Vector Network Analyzer แบบตั้งโต๊ะที่มีความถี่ใช้งานสูงสุด 18 GHz หรือสูงกว่า

1.2. สามารถทำงานแบบ S-parameter แบบ 2 พอร์ต 50 โอห์ม

1.3. ตัวเครื่องมีพอร์ต USB (หน้าและหลัง), LAN, GPIB, I/O หรือมากกว่า

1.4. สามารถกำหนดการกวาดสัญญาณแบบ Linear frequency, Log frequency, segment หรือมากกว่า

1.5. รองรับการสอบเทียบแบบ Short-Open-Load-Through (SOLT), TRL, unknown หรือมากกว่า

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. ความถี่ใช้งานอยู่ในช่วง 100kHz ถึง 18 GHz หรือกว้างกว่า

2.2. ค่าความแม่นยำ CW ที่ 7 ppm หรือดีกว่า

2.3. สามารถจ่ายกำลังของ test port ตลอดย่านใช้งานที่ -15 dBm ถึง -5 dBm หรือสูงกว่า

2.4. ระดับสัญญาณป้อนเข้าสำหรับการวัดที่ +6 dBm หรือสูงกว่า

2.5. มีค่า system dynamic range ตลอดย่านใช้งานที่ 60 dB หรือมากกว่า

2.6. ระดับสัญญาณป้อนเข้าที่ทำให้เกิดเสียหาย +25 dBm หรือสูงกว่า

2.7. มีค่า Noise floor ตลอดย่านความถี่ใช้งานที่ -102 dBm หรือต่ำกว่า

2.8. มีค่า stability ที่ 0.02 dB ต่ออองศาเซลเซียลหรือดีกว่า (ณ ความถี่ 1 GHz)

2.9. มีค่า System bandwidth ที่ 10 Hz, 4 kHz, 70 kHz, 300 kHz หรือมากกว่า

2.10. จอแสดงผลสีแบบสัมผัสขนาด 10.4 นิ้ว หรือใหญ่กว่า

2.11. มีช่องเชื่อมต่อเสริมแบบ Video out สำหรับใช้งาน

2.12. จำนวนจุดการวัดค่า (NOP) สูงสุดที่ 10,000 จุดหรือมากกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายเคเบิ้ล N-to-SMA ความยาวไม่น้อยกว่า 2 ฟุต จำนวน 2 เส้น

3.2. ชุดสอบเทียบอิเล็กทรอนิกส์หัวต่อ 3.5 mm (รองรับความถี่ใช้งานเครื่อง) จำนวน 1 ชุด

3.3. เมาส์และคีย์บอร์ด จำนวน 1 ชุด

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ .... 19 ก.พ. 2563

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

รายการที่ 8 ชุดโพรบวัดสัญญาณไดอิเล็กทริก **จำนวน 1 เครื่อง**

1. **รายละเอียดของโปรแกรมแสดงผล**
   - 1.1. ตัวโปรแกรมสามารถวัดและแสดงค่า permittivity (ε, tan δ, Cole-Cole) และ permeability (μ, tan δ) ได้
   - 1.2. สามารถติดตั้งใช้งานร่วมกับ ชุดวิเคราะห์วงจรโครงข่ายสื่อสารสำหรับเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง หรือ Network analyzer ได้เป็นอย่างดี
   - 1.3. สามารถแสดงผลการวัดเป็นค่าตารางและรูปกราฟได้
   - 1.4. สามารถทำรายงาน ในรูปของ PDF ได้ และมีฟังก์ชั่นคณิตศาสตร์พื้นฐานใช้งาน
2. **รายละเอียดของหัวโพรบ**
   - 2.1. หัวโพรบแบบท่อขนาดเล็กหรือ Slim
     - 2.1.1. รองรับความถี่ใช้งาน ช่วง 500 MHz ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
     - 2.1.2. รองรับอุณหภูมิใช้งาน ช่วง 0 องศา ถึง 100 องศา หรือดีกว่า
     - 2.1.3. สามารถใช้งานสารที่เป็นของเหลว
     - 2.1.4. ตัวโพรบมีโครงสร้างวัสดุเป็น Nickel เพื่อวัดค่า
     - 2.1.5. ตัวโพรบมีความยาวไม่น้อยกว่า 180 mm
     - 2.1.6. ตัวโพรบมีหัวต่อขนาด 2.4 mm
   - 2.2. หัวโพรบใช้งานอุณหภูมิสูง
     - 2.2.1. รองรับความถี่ใช้งาน ช่วง 200 MHz ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
     - 2.2.2. รองรับอุณหภูมิใช้งาน ช่วง -20 องศา ถึง +200 องศา หรือดีกว่า
     - 2.2.3. สามารถใช้งานสารที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก และเป็นของแข็งหน้าสัมผัสเรียบ
     - 2.2.4. ตัวโพรบมีหน้าวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 18 mm
     - 2.2.5. ตัวโพรบมีหัวต่อขนาด 3.5 mm
3. **อุปกรณ์ประกอบ**
   - 3.1. แท่นจับโพรบ เพื่อให้วางโพรบในแนวดิ่งได้ จำนวน 1 ชุด
   - 3.2. สายนำสัญญาณ จำนวน 1 เส้น
   - 3.3. กล่องใส่โพรบ จำนวน 1 กล่อง
   - 3.4. อะแดปเตอร์ 2.4mm to 3.5mm จำนวน 1 ตัว
   - 3.5. อะแดปเตอร์ 3.5mm to type-N จำนวน 1 ตัว
   - 3.6. คอมพิวเตอร์พกพาขนาดหน้าจอไม่น้อยก่วา 14นิ้ว พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows จำนวน 1 เครื่อง

รายการที่ 9 ชุดวิเคราะห์สัญญาณโทรศัพท์ 5G และ LTE แบบเคลื่อนที่ **จำนวน 1 เครื่อง**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   - 1.1. เป็นเครื่องวัดสัญญาณไมโครเวฟแบบพกพา (Handheld) ที่รองรับความถี่ได้สูงสุดถึง 14 GHz หรือสูงกว่า
   - 1.2. มีฟังก์ชั่นวิเคราะห์สัญญาณแถบความถี่ (Spectrum Analyzer)
   - 1.3. มีฟังก์ชั่นการขยายสัญญาณต่ำๆ (pre-amplifier) ได้
   - 1.4. มีฟังก์ชั่นการวัดสัญญาณโทรศัพท์ในอากาศระบบ LTE FDD
   - 1.5. มีฟังก์ชั่นการวัดสัญญาณโทรศัพท์ในอากาศระบบ 5G NR
   - 1.6. มีฟังก์ชั่นระบุแผนที่สำหรับพื้นที่ indoor และ outdoor ให้ใช้งาน

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ .... 19 ก.พ. 2563

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

1.7. ตัวเครื่องมี Bandwidth analysis 100MHz หรือมากกว่า

1.8. มีฟังก์ชั่นรับสัญญาณจาก GPS

1.9. จอแสดงสีขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว ชนิด Transflective

1.10. มีแบตเตอรี่ ใช้งาน ไม่น้อยกว่า 2.5 ชั่วโมง

1.11. ตัวเครื่องถูกออกแบบให้ใช้งานตามมาตรฐาน MIL-PRF-28800F Class 2 และ EN 60529 IP53

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1.	ย่านความถี่ใช้งาน	: 9 kHz ถึง 14 GHz หรือกว้างกว่า
2.2.	Frequency reference aging	: ± 1 ppm/year หรือดีกว่า
2.3.	Resolution bandwidth (RBW)	: 10 Hz ถึง 5 MHz หรือกว้างกว่า
2.4.	Video bandwidth (VBW)	: 1 Hz ถึง 5 MHz หรือกว้างกว่า
2.5.	เวลาการกวาดสัญญาณ	: 0.01 ms ถึง 5000s หรือกว้างกว่า
2.6.	ชนิด Trigger	: Free run, external, RF burst หรือมากกว่า
2.7.	ย่านการวัด	: สูงสุดไม่น้อยกว่า +19 dB
2.8.	ย่าน input attenuator	: 0 ถึง 40 dB (5 dB step) หรือดีกว่า
2.9.	สัญญาณป้อนเข้าสูงสุดที่ทนได้สัญญาณ CW เฉลี่ย	: +26 dBm, 0.5 Watts หรือมากกว่า
2.10.	ย่านการวัดแบบ Dynamic (DANL) ตลอดย่าน (9 kHz ถึง 14 GHz)	ต้องน้อยกว่า -128 dBm
2.11.	หน่วยการแสดงผล	: dBm, dBmV, W, V, dBmA, dBG, dBT หรือมากกว่า
2.12.	Trace detector	: Normal, peak, sample, average(RMS) หรือมากกว่า
2.13.	จำนวนจุดรูปสัญญาณ	: 1,000 หรือมากกว่า
2.14.	จำนวน marker	: 5 หรือมากกว่า
2.15.	จำนวน Trace การแสดงผล	: 4 หรือมากกว่า
2.16.	หน่วยเก็บบันทึกข้อมูล	: ภายในเครื่อง 1 GB และบันทึกภายนอกแบบ SD card
2.17.	หัวต่อวัดสัญญาณ	: type-N (ตัวเมีย)
2.18.	พอร์ตเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	: USB 2.0 และ LAN

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. อะแดปเตอร์ N-to-SMA จำนวน 1 เส้น

3.2. อุปกรณ์ Mixer รองรับช่วงสัญญาณ 24 ถึง 40GHz หัวต่อ 2.92 mm จำนวน 1 ชุด

3.3. สายอากาศย่านความถี่ 26GHz จำนวน 1 ตัว

3.4. สายอากาศที่รองรับย่านความถี่โทรศัพท์ 5G จำนวน 1 ตัว

3.5. สายอากาศ GPS จำนวน 1 ตัว

3.6. กระเป๋าใส่เครื่อง 1 ใบ

3.7. ชุดจ่ายไฟ AC adapter จำนวน 1 ชุด

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

กิตติพงศ์ ..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

รายการที่ 10 เครื่องวัดการสะท้อนกลับของแสงเชิงเวลา (OTDR) **จำนวน 3 เครื่อง**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   - 1.1. เป็นเครื่องพกพา ขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา
   - 1.2. พร้อมจอแสดงผลสี LCD
   - 1.3. ช่องต่อ USB และช่องบันทึกข้อมูลแบบ micro SD
   - 1.4. มีแบตเตอรี่ภายในเครื่อง
2. **รายละเอียดด้านเทคนิค**
   - 2.1. ระยะ Dead zone : Event ที่ 1.5m และ Attenuation ที่ 5 m หรือดีกว่า
   - 2.2. Pulse width : 10ns, 100ns, 500ns, 10μs หรือมากกว่า
   - 2.3. ระยะทางทดสอบ : 100m, 1km, 10km, 40km, 100km หรือมากกว่า
   - 2.4. ความละเอียดการสูญเสีย : 0.001 dB หรือละเอียดกว่า
   - 2.5. ความละเอียดระยะทาง : 0.1m หรือน้อยกว่า
   - 2.6. หัวต่อ : SC & FC interchangeable
   - 2.7. VFL : 1mW
3. **อุปกรณ์ประกอบ**
   - 3.1. กระเป๋าใส่เครื่อง จำนวน 1 ใบ
   - 3.2. ชุดจ่ายไฟแบบ AC/DC adapter จำนวน 1 ชุด
   - 3.3. หน่วยความจำ SC card จำนวน 1 อัน
   - 3.4. สาย USB จำนวน 1 เส้น
   - 3.5. เครื่อง Fusion Splice จำนวน 1 ชุด
   - 3.6. เครื่องตัด Cleaver อัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 10 ชุดประมวลผลตั้งโต๊ะ **จำนวน 30 เครื่อง**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   - 1.1. เป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ที่มีหน่วยประมวลผลแบบ Core i5 หรือสูงกว่า
   - 1.2. มีหน่วยความจำ 4GB หรือมากกว่า
   - 1.3. มีหน่วยบันทึกข้อมูลแบบ SSD ขนาด 250GB หรือมากกว่า
   - 1.4. มีช่องสื่อสารแบบ LAN (Ethernet) และมีช่องสื่อสารแบบ USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
2. **อุปกรณ์ประกอบ**
   - 2.1. เมาส์ จำนวน 1 ชุด
   - 2.2. คีย์บอร์ด จำนวน 1 ชุด
   - 2.3. จอแสดงผลขนาด 18.5 นิ้ว หรือใหญ่กว่า
   - 2.4. อุปกรณ์ทั้งชุดอยู่ภายในเครื่องหมายการค้าเดียวกัน

รายการที่ 12 เครื่องพิมพ์ชิ้นงาน 3 มิติ **จำนวน 1 เครื่อง**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   - 1.1. เป็นเครื่องสร้างชิ้นงานต้นแบบ 3 มิติ โดยสามารถสร้างชิ้นงานที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 280x250x300 มม.
   - 1.2. มีหน้าจอสี touch screen ที่สามารถควบคุมได้จากหน้าเครื่องเพื่อให้ใช้งานสะดวก
   - 1.3. สามารถพิมพ์ต่อเนื่องได้หลังเกิดปัญหาไฟดับ

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

1.4. มีระบบแจ้งเตือนสำหรับเส้นพลาสติกเพื่อการพิมพ์งานต่อเนื่อง เมื่อเส้นพลาสติกหมด

1.5. มีตัวกรองอากาศ Air filter

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. ระยะห่างเลเยอร์ : 0.05 ถึง 0.4 มม. หรือมากกว่า

2.2. ความเร็วในการพิมพ์ : 36 ถึง 200 มม./วินาที หรือมากกว่า

2.3. การเชื่อมต่อ : USB/Ethernet/WIFI หรือมากกว่า

2.4. ชนิดไฟล์รองรับ : 3mf/stl/obj/fpp/bmp/png/jpg หรือมากกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. เส้นพลาสติกสำหรับพิมพ์งาน จำนวน 2 ม้วน

รายการที่ 13 เครื่องกัดแผ่นลายพิมพ์สำหรับทำ PCB จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นเครื่องกัดแบบ CNC milling ที่มี 3 หัวแกน (3-Axis)

1.2. รองรับการกัดชิ้นงานทั้ง โลหะ, พลาสติก, ไม้, แผ่นลายวงจร PCB

1.3. รองรับใช้งานระบบไฟฟ้า 220V/50Hz สำหรับประเทศไทยได้

1.4. เชื่อมผ่าน USB

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. ระยะการทำงานเครื่อง

2.1.1. แกน X : 140 mm หรือมากกว่า

2.1.2. แกน Y : 200 mm หรือมากกว่า

2.1.3. แกน Z : 40 mm หรือมากกว่า

2.2. ความละเอียดของมอเตอร์ : 0.004 mm หรือดีกว่า

2.3. ชนิดมอเตอร์ : brushless motor

2.4. Repeatability : 0.02 mm หรือดีกว่า

2.5. ความเร็วการเคลื่อนที่ (X,Y,Z) : 170mm/min หรือมากกว่า

2.6. ความเร็วของ Spindle : 10,000 rpm หรือมากกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. สาย USB จำนวน 1 เส้น

3.2. ซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานเครื่อง จำนวน 1 ชุด

3.3. ชุดดอกสว่าน จำนวน 1 ชุด

3.4. ชุดแผ่น PCB จำนวน 1 ชุด

3.5. Double jaw clamp จำนวน 1 ชุด

3.6. Aluminum clamp จำนวน 4 ชิ้น

รายการที่ 14 ชุดทดลองเทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและความปลอดภัย จำนวน 2 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นชุดฝึกทดลองสำเร็จรูปประกอบด้วยบอร์ดหลักและชุดคิตพร้อมสายเชื่อมต่อ บรรจุในกล่อง

1.2. เรียนรู้การทำงานของเกตเวย์ (gateway) และเซนเซอร์โหนด (sensor node) หรือดีกว่า

1.3. เรียนรู้การจัดการระบบ IoT และติดตั้งร่วมกันระหว่าง gateway, sensor node และคลาวด์ (cloud)

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ ....

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

1.4. มีเอกสารการทดลองในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word เพื่อสามารถแก้ไขเอกสารได้

1.5. เอกสารสำหรับการทดลองมีหัวข้ออย่างน้อยคือ

1.5.1. การจัดการเชื่อมต่อ MQTT

1.5.2. การเก็บและจัดการข้อมูลด้วย Grafana และ influxDB

1.5.3. การเซตจาก sensor node ไปสู่ cloud

1.5.4. ความปลอดภัยระหว่าง sensor node และ gateway ด้วยเทคนิค AES-256

1.5.5. การอนุญาตการเข้าถึง sensor node และข้อมูลของเซนเซอร์

1.5.6. การติดตั้ง NTRU ในไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6. มีตัวอย่างการเขียนโปรแกรมบนพื้นฐานภาษา C หรือ Python

1.7. เอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขาย

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. IoT gateway มี CPU แบบ quad-core ความเร็ว 1.4GHz หรือสูงกว่า

2.2. IoT gateway มีช่องสื่อสาร Wi-Fi, Bluetooth หรือมากกว่า

2.3. IoT gateway มีหน่วยความจำ 1GB หรือมากกว่า

2.4. IoT sensor node ทำงานด้วยพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถทำการวัดพลังงานในตัวได้

2.5. IoT sensor node มีจอ LCD พร้อม 10-bit ADC ในตัว หรือดีกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. เซนเซอร์วัดสัญญาณ Heart rate และ Pulse-Oximetry จำนวน 1 ชุด

3.2. เอกสารเนื้อหาการทดลองในรูป CD หรือ USB flash drive จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 15 ชุดทดลองการสื่อสารดิจิตอลมอดูเลชั่น จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1. เป็นชุดฝึกทดลองสำเร็จรูป บรรจุในกล่อง ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสื่อสารในรูปแบบมอดูเลชั่นทั้ง Analog และ Digital

1.2. ตัวบอร์ดมีโครงสร้างมาจาก FPGA ที่มี I-Q band-pass modulator พร้อม 10MHz carrier ภายใน

1.3. มีเอกสารการทดลองในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word เพื่อสามารถแก้ไขเอกสารได้

1.4. เอกสารสำหรับการทดลองมีหัวข้ออย่างน้อยคือ

1.4.1. การสร้างและวิเคราะห์สัญญาณแบบ BASK

1.4.2. การสร้างและวิเคราะห์สัญญาณแบบ BPSK

1.4.3. การสร้างและวิเคราะห์สัญญาณแบบ QPSK และ 8-PSK

1.4.4. การสร้างและวิเคราะห์สัญญาณแบบ AM และ FM

1.4.5. การสร้างและวิเคราะห์สัญญาณแบบ QAM

1.5. มีช่องต่อสำหรับวัดสัญญาณ RF ที่ออกมาจากบอร์ดอย่างน้อย 2 จุด

1.6. เอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขาย

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. Signal generation method : DDS หรือดีว่า

2.2. IQ modulation schemes : AM/FM/BPSK/QPSK/QAM16/QAM32 หรือมากกว่า

2.3. Crystal Oscillator : 8MHz หรือปรับค่าได้

2.4. Low-pass filter : DC ถึง 12 MHz หรือกว้างกว่า

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563

3. อุปกรณ์ประกอบ
   3.1. ดิจิตออสโลสโคป 100MHz ที่มีช่องสัญญาณ 4 ช่องอนาล็อกและ 8 ช่องลอจิก ที่สามารถแสดงเมนูใช้ภายในภาษาไทยบนตัวเครื่องได้ จำนวน 1 เครื่อง
   3.2. สายนำสัญญา SMA-to-BNC จำนวน 2 เส้น
   3.3. เอกสารเนื้อหาการทดลองในรูป CD หรือ USB flash drive จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 16 ชุดทดลองการสื่อสารระบบ LTE **จำนวน 1 ชุด**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   1.1. เป็นชุดฝึกทดลองสำเร็จรูป ด้านการสื่อสารคลื่นวิทยุแบบ LTE (eNodeB) และเครือข่าย
   1.2. ตัวบอร์ดมีโครงสร้างเป็นแบบ SDR ที่พัฒนาภายใต้รูปแบบ GNU Radio
   1.3. มีเอกสารการทดลองในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word เพื่อสามารถแก้ไขเอกสารได้
   1.4. เอกสารสำหรับการทดลองมีหัวข้ออย่างน้อยคือ
      1.4.1. การใช้ GNU radio กับ SDR ดูความถี่กระจายของรูปแบบ LTE
      1.4.2. การจำลองเครือข่าย LTE
      1.4.3. การค้นหา Cell ของ LTE
      1.4.4. วิเคราะห์โปรโตคอล LTE
   1.5. เอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขาย
2. **รายละเอียดด้านเทคนิค**
   2.1. มีระบบปฏิบัติ Linux ที่ติดตั้งบน Embedded PC เพื่อจำลองการทำงานชุดฝึก
   2.2. ใช้อุปกรณ์ประเภท Software-Define Radio สำหรับ LTE
      2.2.1. มีความถี่ใช้งาน 100kHz ถึง 3.8GHz หรือกว้างกว่า
      2.2.2. แบนด์วิทธ์ ไม่น้อยกว่า 60 MHz
      2.2.3. สัญญาณ TX และ RX เป็นแบบ 2x2
   2.3. ตัววิเคราะห์ LTE เป็นประเภท Software-Define Radio
      2.3.1. มีความถี่ใช้งาน 10MHz ถึง 3.5 GHz หรือกว้างกว่า
      2.3.2. แบนด์วิทธ์ ไม่น้อยกว่า 30 MHz
      2.3.3. สัญญาณ TX และ RX เป็นแบบ 1x1
3. **อุปกรณ์ประกอบ**
   3.1. เอกสารเนื้อหาการทดลองในรูป CD หรือ USB flash drive จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 17 ชุดทดลองการสื่อสารเทคโนโลยี MEMS **จำนวน 2 ชุด**

1. **รายละเอียดทั่วไป**
   1.1. เป็นชุดฝึกทดลองสำเร็จรูปประกอบด้วยบอร์ดควบคุม IoT controller และชุดเซนเซอร์ MEMS
   1.2. เรียนรู้เทคโนโลยีเซนเซอร์แบบ Micro-Electro-Mechanical (MEMS)
   1.3. เรียนรู้การจัดการข้อมูลและวิเคราะห์เซนเซอร์ MEMS
   1.4. มีเนื้อหาของชุดฝึกเชื่อมโยงการใช้งานเครื่องมือวัดประเภทออสซิลโลสโคป (oscilloscope) ร่วมด้วย
   1.5. เอกสารสำหรับการทดลองมีหัวข้ออย่างน้อยคือ
      1.5.1. การวัดด้วยเซนเซอร์แบบสถิต (static)
      1.5.2. การวัดด้วยเซนเซอร์แบบพลวัต (dynamic)

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ .... 19 ก.พ. 2563

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

1.5.3. แอปพลิเคชันของเซนเซอร์ประมวลผลแบบเรียลไทม์

1.5.4. การจัดการด้านพลังงานของเซนเซอร์

1.5.5. การเชื่อมต่อเซนเซอร์ด้วยการสื่อสารแบบ SPI & I2C

1.5.6. ความปลอดภัยของเซนเซอร์

1.6. มีช่องสื่อสารแบบ LAN (Ethernet) และมีช่องสื่อสารแบบ USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

1.7. มีเอกสารการทดลองในรูปแบบไฟล์ Microsoft Word เพื่อสามารถแก้ไขเอกสารได้

1.8. มีตัวอย่างการเขียนโปรแกรมบนพื้นฐานภาษา C หรือ Python

1.9. เอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขาย

2. รายละเอียดด้านเทคนิค

2.1. บอร์ดควบคุม IoT controller มีช่องสื่อสารแบบ Wi-Fi, Bluetooth (BLE) หรือมากกว่า

2.2. บอร์ดควบคุม IoT controller มีวงจร ADC และหัวต่อเซนเซอร์ หรือมากกว่า

2.3. บอร์ดเซนเซอร์มีเซนเซอร์แบบ Three DOF Accelerometer X, Y, Z (300mV/g)

2.4. บอร์ดเซนเซอร์มีเซนเซอร์แบบ Three DOF Gyro Roll, Pitch, Yaw

2.5. บอร์ดเซนเซอร์มีเซนเซอร์แบบ Vibration motor

3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1. ดิจิตออสโลสโคป 70MHz ที่มีช่องสัญญาณ 4 ช่องอนาล็อก ที่สามารถแสดงเมนูใช้ภายในภาษาไทยบนตัวเครื่องได้ และมีฟังก์ชั่นวัดสัญญาณ I2C และ SPI ได้ จำนวน 1 เครื่องต่อชุด

3.2. เอกสารเนื้อหาการทดลองในรูป CD หรือ USB flash drive จำนวน 1 ชุด

3.3. ชุดจ่ายไฟ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 18 ชุดเรียนรู้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและชุดประกอบ จำนวน 1 ชุด

1. ประกอบด้วย

1.1.	บอร์ดทดลอง FPGA ตระกูล Altera	จำนวน 5 บอร์ด
1.2.	หุ่นยนต์แขนกลโปรแกรมได้เพื่อการศึกษา	จำนวน 2 ชุด
1.3.	หุ่นยนต์มีล้อแบบโปรแกรมได้	จำนวน 2 ชุด
1.4.	เครื่องยิงเลเซอร์ขนาด 60W เชื่อมต่อผ่าน USB	จำนวน 1 ชุด

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... กิตติพงศ์ ....

(ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์) (อ.กิตติพงศ์ นวลใย) (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์) 19 ก.พ. 2563

5. รายละเอียดอื่นๆ

5.1. ผู้เสนอราคาได้ต้องดำเนินการส่งมอบและติดตั้ง ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

5.2. บริษัทผู้เสนอราคาได้ ต้องรับประกันการใช้งานเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.3. หลังการส่งมอบเสร็จสิ้นผู้เสนอราคาได้ต้องมีการสาธิตการใช้งานหรือฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้รับผิดชอบ เป็นจำนวนรวมไม่น้อยกว่า 3 วัน โดยอาจเป็นเวลาต่อเนื่องหรือแบ่งเป็นช่วงเวลาตามที่บุคลากรผู้รับผิดชอบเป็นผู้กำหนด

5.4. กำหนดส่งมอบภายในไม่เกิน 120 วันนับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขายกับทางมหาวิทยาลัยฯ

5.5. เอกสารการใช้งานเครื่องหรือคู่มือการใช้งานเครื่อง 1 เล่มต่อรายการ

ปาณิศา แก้วสวัสดิ์ ..... (ผศ.ดร.ปาณิศา แก้วสวัสดิ์)

กิตติพงศ์ ..... (อ.กิตติพงศ์ นวลใย)

..... (อ.กฤษณ์ ไชยวงศ์)

19 ก.พ. 2563