

## ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

รายการ ชุดสร้างตัวประมวลผลกลางระดับนาโนเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด

### 1. ความเป็นมา

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ได้รับการจัดสรรงบประมาณ ในส่วนงบยุทธศาสตร์ จากโครงการพัฒนาทักษะด้านเครื่องกลไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ประจำปีงบประมาณ 2553 เพื่อดำเนินการจัดซื้อ ชุดสร้างตัวประมวลผลกลางระดับ นาโนเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด

### 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดตั้งห้องปฏิบัติการนาโนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำหน้าที่รองรับการทำวิจัย ทางสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อย่างครบถ้วน
2. เพื่อทำหน้าที่ ในการให้การศึกษา ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปใน ระดับนาโนเทคโนโลยี
3. เพื่อเป็นห้องปฏิบัติการที่ให้การบริการ ทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แก่หน่วยงานภายนอก

### 3. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

1. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาจ้างด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์
2. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงาน ของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการตั้งให้คืนบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
3. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นและ/หรือต้องไม่เป็นผู้มี ผลประโยชน์ร่วมระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาจ้างด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอื่นเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมดา
4. ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธ ไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคา ได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
5. ผู้เสนอราคาต้องมีรายชื่อในบัญชีผู้รับเอกสารประกวดราคาซื้อด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ กับมหาวิทยาลัยฯ
6. ผู้เสนอราคาต้องผ่านการคัดเลือกผู้มีคุณสมบัติเบื้องต้น ในการซื้อของศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### 4. คุณลักษณะ

#### 4.1 ชุดประมวลผลแบบ FPGA

จำนวน 1 ชุด

#### คุณสมบัติทั่วไป

1. ตัวการ์ดจะต้องมีการเชื่อมต่อแบบ PXI Bus
2. ตัวการ์ดต้องเป็นการ์ดทดลองการใช้งานแบบ FPGA ที่ใช้ตัวประมวลผลแบบ FPGA รุ่น Virtex-5 LX30 หรือดีกว่า
3. ตัวการ์ดต้องสามารถรับค่าแบบอะนาลอก ได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ที่ความละเอียดขนาด 16 bit และมีแซมปลิงเรทไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 200 kS/s
4. ตัวการ์ดต้องสามารถส่งค่าแบบอะนาลอก ได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ที่ความละเอียดขนาด 16 bit และมีแซมปลิงเรทไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1 MS/s

5. ตัวการ์ดต้องสามารถส่งค่าดิจิทัล ได้ไม่น้อยกว่า 96 ช่อง

#### 4.2 Mixed Signal Oscilloscope ขนาด 100 MHz 4 Analog + 16 Digital Channels

จำนวน 2 เครื่อง

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นดิจิทัลออสซิลโลสโคปที่สามารถวัดสัญญาณความถี่ตั้งแต่ย่าน DC จนถึง 100 MHz ได้พร้อมกัน 4 อนุภาค ช่องสัญญาณและ 16 ดิจิตอลช่องสัญญาณ
2. ความสามารถในการวัดแบบ Logic Analyzer สามารถทำ Bus Trigger, Bus Decode รูปแบบบัส I2C, SPI, RS-232/422/485/UART, CAN และ LIN ได้หรือดีกว่า
3. เมื่อวัดสัญญาณพร้อมกันทั้ง 4 แชนแนลอนุภาค อัตราการสุ่มสัญญาณ ( Sampling Rate) แต่ละแชนแนลอนุภาคต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1 GS/s หรือดีกว่า
4. เมื่อวัดสัญญาณพร้อมกันทั้ง 16 แชนแนลดิจิทัล อัตราการสุ่มสัญญาณ ( Sampling Rate)
5. แต่ละแชนแนลดิจิทัลต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 500 GS/s หรือดีกว่า
6. ทุกแชนแนลอนุภาค Record Lengths ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1,000,000 จุด (1 Mpoint) หรือดีกว่า
7. สามารถตรวจจับสัญญาณที่มีความเร็วสูงในลักษณะสัญญาณจริง ที่อัตราการจับสัญญาณ (Capture Rate) ไม่น้อยกว่า 4,000 wfms/second หรือดีกว่า
8. สามารถตรวจหาสัญญาณ โดยการ Zoom, Pan, Play, Pause, Mark และ Search
9. มีช่องต่อ USB Port สำหรับบันทึก Waveform และค่า Set up ได้
10. จอภาพเป็นแอลซีดีจอสี (LCD Color ) ขนาดไม่น้อยกว่า 6.7 นิ้ว
11. ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

###### Vertical System- Analog Channels

1. มี Input Channels ไม่น้อยกว่า 4 Channels หรือดีกว่า
2. Bandwidth มีช่วงการทำงานตั้งแต่ DC ถึง 100 MHz หรือดีกว่า
3. Sensitivity มีช่วงการทำงานตั้งแต่ 2 mV/Div ถึง 5 V/Div หรือดีกว่า
4. DC Gain Accuracy มีค่าไม่เกิน  $\pm 3\%$  หรือดีกว่า
5. Maximum Input Voltage ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 300 Vrms หรือดีกว่า
6. Input Impedance มีค่า 1 MOhm  $\pm 2\%$

###### Horizontal Systems - Analog Channels

1. Time base Range มีช่วงการทำงานตั้งแต่ 4 nS/Div ถึง 100 S/Div หรือดีกว่า
2. Timebase Accuracy มีค่าไม่เกิน  $\pm 30$  ppm หรือดีกว่า
3. Sampling Rate แต่ละแชนแนล (On all channels) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1 GS/s หรือดีกว่า
4. Record Lengths แต่ละแชนแนล (On all channels) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1,000,000 จุด (1Mpoint) หรือดีกว่า

###### Vertical System- Digital Channels

1. มี Input Channels ไม่น้อยกว่า 16 Channels หรือดีกว่า
2. Maximum Input Voltage ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า  $\pm 40$  V หรือดีกว่า
3. Input Impedance มีค่าอยู่ในช่วง 90 k $\Omega$  ถึง 105 k $\Omega$  หรือดีกว่า

###### Horizontal Systems - Digital Channels

1. Sampling Rate สูงสุดต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1 GS/s หรือดีกว่า
2. Record Lengths สูงสุดต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 1,000,000 จุด (1Mpoint) หรือดีกว่า

### Trigger

1. Trigger Modes สามารถทริกเกอร์รูปแบบสัญญาณ Edge, Pulse Width, Runt, Logic, Setup & Hold, Video, Rise/Fall, I2C, SPI, RS-232/422/485/UART, CAN และ LIN
2. Trigger Coupling สามารถคัพปลิงสัญญาณ DC, HF Reject, LF Reject และ Noise Reject

### อุปกรณ์ประกอบ

1. สาย AC Power Cord จำนวน 1 เส้น/เครื่อง
2. สายวัดสัญญาณแบบอะนาล็อกที่มีช่วงความถี่การทำงาน DC ถึง 200 MHz และเลือก Attenuate 10x, 1x ได้จำนวน 4 เส้น/เครื่อง
3. สายวัดสัญญาณแบบลอจิก 16 แชนแนล 1 เส้น/เครื่อง
4. คู่มือการใช้ภาษาอังกฤษ โดยละเอียดจำนวน 1 เล่ม/เครื่อง
5. Software ที่สามารถควบคุมการทำงานและปรับฟังก์ชันต่าง ๆ บนเครื่อง ผ่านคอมพิวเตอร์ 1 แผ่น/เครื่อง

### คุณสมบัติอื่นๆ

1. ผู้ขายรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี
2. ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศ และมีเอกสารรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
3. ผู้ขายมีห้องตรวจซ่อมและมีห้องปรับเทียบที่ได้มาตรฐาน 17025 โดยมีเอกสารรับรอง
4. ผู้ขายต้องอบรมการใช้เครื่องให้กับบุคลากรจนสามารถใช้เครื่องได้อย่างถูกต้องไม่น้อยกว่า 2 คน

### 4.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบตั้งค่าได้ (ARBITRARY/ FUNCTION GENERATOR)

จำนวน 1 เครื่อง

### คุณสมบัติทั่วไป

1. สามารถกำเนิดสัญญาณ SINE, SQUARE, TRIANGLE, RAMP, PULSE, DC, NOISE, และ ARBITRARY
2. มีเอาต์พุต 1 แชนแนล
3. มีฟังก์ชัน LINEAR SWEEP และ LOG SWEEP
4. มีฟังก์ชัน AM, FM, PM, PWM และ FSK MODULATION
5. มีหน่วยความจำแบบ NON-VOLATILE สามารถบันทึกรูปคลื่น 4 รูป
6. อัตราการสุ่มตัวอย่าง 1GS/s
7. จอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 5.6"
8. มีอินเตอร์เฟซแบบ USB
9. มีลู่กันท์ ซึ่งใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สำหรับออกแบบรูปคลื่น ARBITRARY สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz

### คุณสมบัติทางเทคนิค

#### ย่านความถี่ (FREQUENCY RANGE)

1. SINE/SQUARE : 1mHz ถึง 100MHz/1mHz ถึง 50MHz
2. PULSE : 1mHz ถึง 50MHz
3. NOISE BANDWIDTH : 100 MHz
4. ARBITRARY : 1mHz ถึง 50MHz

### คุณสมบัติทางด้านเอาต์พุต

1. แอมพลิจูด (AMPLITUDE) : 20 mV ถึง 10 Vp-p (INTO 50  $\Omega$ )

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 2. ออฟเซท (OFFSET)          | : $\pm 5V_{pk}$ (INTO $50 \Omega$ )             |
| 3. ความละเอียด (RESOLUTION) | : 14 bits                                       |
| 4. OUTPUT IMPEDANCE         | : $50 \Omega$                                   |
| 5. ความถูกต้อง (ACCURACY)   | : $\pm (1\% \text{ of setting} + 1 \text{ mV})$ |

#### คุณภาพของสัญญาณ

- สัญญาณ SINE

##### HARMONIC DISTORTION

- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| 1 mHz ถึง 20 kHz | : $< -60 \text{ dBc}$ |
| 20 kHz ถึง 1MHz  | : $< -60 \text{ dBc}$ |
| 1MHz ถึง 5 MHz   | : $< -50 \text{ dBc}$ |

- สัญญาณ SQUARE WAVE

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| RISE/FALL TIME | : $\leq 5 \text{ ns}$ |
|----------------|-----------------------|

- สัญญาณ PULSE WAVE

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| PULSE WIDTH          | : 8 ns ถึง 999 s |
| EDGE Transition time | : 5 ns ถึง 625 s |

- BURST MODE : TRIGGERED และ GATED (1 ถึง 1,000,000 รอบ)

- SWEEP MODE

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ชนิด (TYPE)       | : LINEAR และ LOG  |
| เวลา (SWEEP TIME) | : 10 ms ถึง 100 s |

- INTERNAL FREQUENCY REFERENCE

- |           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| STABILITY | : $\pm 1 \text{ ppm}$          |
| AGING     | : $\pm 1 \text{ ppm PER YEAR}$ |

#### อุปกรณ์ประกอบ

- สายไฟ 1 เส้น
- คู่มือการใช้งาน 1 ชุด

#### คุณสมบัติอื่นๆ

- ผู้ขายรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
- ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากประเทศผู้ผลิต หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศ ซึ่งจะต้องมีหนังสือรับรองมาขึ้นยื่น พร้อมทั้งมีห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้มาตรฐาน มอก.17025
- คณะกรรมการมีสิทธิ์ที่จะพิจารณาเลือกซื้อสินค้าจากผู้ขายรายใดก็ได้ ที่กรรมการเห็นว่าเมื่อซื้อแล้วเป็นประโยชน์ต่อทางราชการสูงสุด
- มีการสาคิดให้กับผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ถูกต้องหรือจัดการฝึกอบรมการใช้และการบำรุงรักษาให้กับผู้ใช้งาน สามารถใช้งานได้ถูกต้อง จำนวน 2 คน

#### 4.4 เครื่องวัดและวิเคราะห์สัญญาณความถี่ (Spectrum Analyzer)

จำนวน 1 เครื่อง

#### คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถวิเคราะห์คลื่นความถี่ในย่านตั้งแต่ 9 kHz ถึง 3 GHz
- มีค่า Noise level :  $-135 \text{ dBm}$  ที่ Center frequency 1GHz, Pre-Amp ON

3. เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ชนิดตั้งโต๊ะ (Portable)
4. สามารถเลือกภาคการวัดต่างๆโดยใช้ปุ่มสวิทช์เลือกทางด้านหน้า
5. สามารถแสดงผลค่าที่วัดได้ในรูป Graphic และ Alphanumeric บนจอ LCD Color TFT 6.5 นิ้ว
6. มีฟังก์ชัน Emission Mask, OBW/ACP และ Limit test functions
7. สามารถบันทึกผลการวัดสัญญาณและรูปภาพหน้าจอได้โดยผ่านพอร์ต USB และรองรับเป็นไฟล์ BMP
8. สามารถทำงานได้ทั้งกับแรงดันไฟสลับ 220V 50 Hz, แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 12V และ แบตเตอรี่(Optional)

#### คุณสมบัติเฉพาะ

1. Frequency range : ตั้งแต่ 9 kHz ถึง 3 GHz
2. Frequency reference aging :  $2 \times 10^{-6}$  / year
3. Temperature stability :  $2.5 \times 10^{-6}$  ( 0° ถึง 50°C)
4. Frequency counter resolution : 1 Hz ถึง 1 kHz
5. Frequency span : 5 kHz ถึง 3 GHz, 0 Hz
6. Frequency span accuracy : น้อยกว่า  $\pm 1$  %
7. Resolution bandwidth : 100 Hz ถึง 1 MHz
8. Resolution bandwidth accuracy : น้อยกว่า  $\pm 12$  %
9. Video bandwidths : 10 Hz ถึง 3 MHz
10. Sweep time : 20 ms ถึง 1000 s
11. Zero span setting : 50  $\mu$ s ถึง 1000 s
12. Sweep time accuracy : น้อยกว่า  $\pm 2$  %
13. Measurement range : Noise ถึง + 30 dBm
14. Maximum input level : +30 dBm และ  $\pm 50$  VDC
15. Reference level range : - 140 dBm ถึง +40 dBm
16. Detector : Normal, Posi-peak, Nega-peak, Sample, RMS, Average
17. Display unit : dBm, dBmV, dB $\mu$ V, dB $\mu$ , Vemf, dBpW, W และ V
18. Display range : 100, 50, 20, 10, 5dB, Linear
19. Gain compression (1dB) : มากกว่า -5dBm Preamplifier off ; Frequency >20 MHz
20. Second Harmonic distortion : น้อยกว่า -70dBc Preamplifier off ; Frequency >20 MHz
21. Third order intermodulation : น้อยกว่า -60dBc
22. Residual response : -90 dBm
23. Trigger : Free, Video, EXT, IF
24. RF input connector : แบบ N type 50  $\Omega$
25. Calibration signal output : -20 dBm ที่ 20 MHz
26. Calibration signal accuracy :  $\pm 0.3$  dBm
27. Interface : GPIB, LAN, Video output, Audio output และ 2 USB
28. Display : LCD Color TFT 6.5 นิ้ว
29. Power supply operating : สามารถรองรับ AC, DC และ Battery
30. AC Power input : สามารถรองรับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz โดยมีการเลือกแบบอัตโนมัติ
31. DC Power input : + 11 V ถึง + 17V
32. Weight : มีน้ำหนักเบา หรือไม่น้อยกว่า 5 กิโลกรัม

## อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

1. คู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
2. N type to BNC connector 1 อัน
3. สายไฟ AC 1 เส้น

## คุณสมบัติอื่นๆ

1. ผู้ขายต้องรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. มีการอบรมการใช้งาน ไม่น้อยกว่า 1 วัน
3. ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศ ซึ่งจะต้องมีหนังสือรับรองเท่านั้น
4. คณะกรรมการมีสิทธิ์ที่จะเลือกซื้อสินค้าจากผู้ขายรายใดก็ได้ ที่กรรมการพิจารณาแล้ว เห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อทางราชการ สูงสุด

## 4.5 เครื่องวัดอเนกประสงค์แบบดิจิทัล

จำนวน 2 เครื่อง

### คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบมือถือที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า AC, แรงดันไฟฟ้า DC, แรงดันไฟฟ้า AC+DC กระแสไฟฟ้า AC, กระแสไฟฟ้า DC, กระแสไฟฟ้า AC+DC, เลือกการแสดงผลทั้งแรงดันไฟ AC และ DC พร้อมกันได้, ความต้านทาน, ความจุไฟฟ้า, ความถี่ทางไฟฟ้า, อุณหภูมิ, และสามารถตรวจสอบไดโอดได้
2. แสดงเป็นตัวเลขด้วยจอ LCD 40,000 Count หรือ  $4\frac{3}{4}$  หลัก และมี Analog Bar Graph 80 Segment, Update Rate 4 ครั้งต่อวินาที สำหรับการแสดงผลแบบ Digital, 20 ครั้งต่อวินาที สำหรับการแสดงผลแบบ Analog Bar Graph
3. มีฟังก์ชัน Auto Power Off, Auto Calibration, Auto Hold, แสดงค่า Max/Min, Max-Min แสดงสถานะ ของ Hi/Lo Limits, dBm/dB Reading
4. มี Memory Store and Recall
5. ตัว Case มียางป้องกันการกระแทก
6. แสดงผลเป็น True RMS
7. Shock & Vibration : MIL-T-28800E Type II
8. เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน IEC, UL3111, CSA

### คุณสมบัติทางเทคนิค

1. ย่านการวัด AC Voltage  
Range : 0 ถึง 750V  
Accuracy :  $\pm (0.7\%)$
2. ย่านการวัด DC Voltage  
Range : 0 ถึง 1000V  
Accuracy :  $\pm (0.06\%)$
3. ย่านการวัด AC Current  
Range :  $40 \mu A$  ถึง 10.00A  
Accuracy :  $\pm 0.8\%$
4. ย่านการวัด DC Current  
Range :  $40 \mu A$  ถึง 10.00A

- Accuracy :  $\pm 0.2\%$
- 5. ย่านการวัดค่าความต้าน
  - Range :  $0\ \Omega$  ถึง  $40\ M\Omega$
  - Accuracy :  $\pm 0.3\%$
- 6. ย่านการวัดคาปาซิแตนซ์
  - Range :  $4\ nF$  ถึง  $10mF$
  - Accuracy :  $\pm 0.9\%$
- 7. ย่านการวัด Frequency
  - Range :  $40Hz.$  ถึง  $4\ MHz$
  - Accuracy :  $\pm 0.01\%$
- 8. ย่านการวัดอุณหภูมิ
  - Range :  $-200^{\circ}C$  ถึง  $1300^{\circ}C$  (Not Include Probe Range)
  - Accuracy :  $\pm 1^{\circ}C$
- 9. สามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ และมี Software สำหรับเก็บข้อมูลในการวัด

#### อุปกรณ์ประกอบ

- 1. สายวัดสัญญาณ 1 ชุด
- 2. สายวัดอุณหภูมิ 1 ชุด
- 3. คู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
- 4. มี Software 1 ชุด
- 5. สาย Optical RS232 1 เส้น

#### 4.6 บอร์ดทดลอง FPGA

จำนวน 1 บอร์ด

#### คุณสมบัติทั่วไป

- 1. สามารถรองรับการทำงานแบบ Families: Cyclone III FPGA
- 2. สามารถรองรับการทำงานแบบ Embedded Design
- 3. มีใบรับรองจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย

#### 4.7 บอร์ดทดลอง TMD DSK 6416 kit

จำนวน 1 บอร์ด

#### คุณสมบัติทั่วไป

- 1. รองรับการทำงานแบบ Embedded
- 2. มีช่องเสียบสัญญาณอินพุตขนาด  $3.5\ mm$
- 3. มี  $16\ MB$  SDRAM
- 4. รองรับมาตรฐาน IEEE JTAG

#### 4.8 บอร์ดทดลอง ARM 9 LAC

จำนวน 5 บอร์ด

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. มีระบบการทำงานภายในด้วย Samsung S3C2440 (ARM920T core) clocked at up to 533MHz
2. มีความจำภายใน 64MB SDRAM
3. มีจอแสดงผลแบบ LCD touchscreen

#### 4.9 Computer สำหรับงานประมวลผล

จำนวน 2 ชุด

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะมีเมาส์ คีย์บอร์ด และจอภาพภายใต้ผลิตภัณฑ์เดียวกัน
2. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความเร็วสัญญาณนาฬิกา ไม่น้อยกว่า 2.33 GHz หรือสูงกว่า
3. มีแผงวงจรหลัก (Main board) ที่มีความเร็วบัส ไม่น้อยกว่า 1,333 MHz
4. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR2 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 320 GB จำนวน 1 หน่วย
6. มี DVD-RW จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
7. มีจอภาพแบบ LCD มีขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว หรือดีกว่า

#### 4.10 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการและครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการ

จำนวน 1 งาน

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. งานกันห้องปฏิบัติการอาคาร 18 ห้อง 18401 โดยใช้วัสดุกระจกใสพร้อมกรอบอลูมิเนียม ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 x 7 เมตร พร้อมประตูแบบสวิง จำนวน 1 งาน
2. มีครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการดังนี้

##### 4.10.1 เก้าอี้

จำนวน 14 ตัว

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. เก้าอี้นั่งเป็นแบบมีพนักพิงที่มีความแข็งแรงทนทานบุด้วยฟองน้ำและหุ้มด้วยผ้า
2. มีขาเป็นโลหะ แกนกลางเดี่ยว 5 แฉกมีล้อสำหรับเลื่อนละหมุนได้
3. สามารถปรับระดับได้ด้วยการหมุนหรือโยกขึ้นลง
4. มีขนาด 650 W X 675D X 910 H

##### 4.10.2 Partition

จำนวน 19 ตัว

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. มีขนาด 120 X120 Cm
2. มีวัสดุหุ้มด้วยผ้า
3. มีขาชิดกลาง จำนวน 1 ชิ้น

##### 4.10.3 เครื่องปรับอากาศขนาด 24000 BTU

จำนวน 3 เครื่อง

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นเครื่องปรับอากาศแยกส่วนชนิดตั้งพื้นหรือแขวนเพดาน ขนาดไม่ต่ำกว่า 24000 BTU



2. เป็นเครื่องปรับอากาศที่ปิดเครื่องหมายสำหรับเครื่องปรับอากาศตามระเบียบกรมสรรพสามิตว่าด้วยการปิดและการควบคุมเครื่องหมายสำหรับเครื่องปรับอากาศ
3. เครื่องปรับอากาศทุกเครื่องต้องเป็นรุ่นที่ได้รับฉลากประสิทธิภาพเบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

#### 4.10.4 โตะปฏิบัติงาน

จำนวน 1 ตัว

##### คุณสมบัติทั่วไป

1. โครงสร้างทำด้วยไม้ปาร์ติเกิลหรือวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานที่ดีกว่า
  2. โตะทดลองมีขนาด 2 เมตร หรือดีกว่า
  3. มีลิ้นชักสำหรับวางคีย์บอร์ด
5. ระยะเวลาดำเนินการ  
ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2552 – ธันวาคม 2552
6. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน  
90 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญา
7. วงเงินในการจัดหา  
วงเงินงบประมาณ 2,000,000.00 บาท



(นายธนากรณ์ สุกนอล)

ผู้กำหนดรายละเอียด



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชันน์ อมตญา)

ผู้ตรวจสอบ



(รองศาสตราจารย์ ดร. วินิจ โชติสว่าง)

ผู้อนุมัติ