

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.รายการจัดซื้อจัดจ้าง ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด

2.กำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ

2.1 คุณลักษณะทั่วไป

ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการทดลองที่ใช้ในการเรียนการสอนสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ประกอบด้วย

-ชุดทดลอง Micromouse เป็นชุดทดลองการเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมและแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์จำลองของหุ่นยนต์หนูขนาดเล็กที่ต้องไปยังเป้าหมาย โดยใช้เซ็นเซอร์อินฟราเรดตรวจจับสภาพเส้นทางทั้งเขาวงกต กำบังกั้น หรือรางเส้น เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์

-ชุดทดลอง Micro-electro mechanical systems เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับระบบไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (MEMS) ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานประยุกต์ใช้งานได้ เช่น การทำงานของเซ็นเซอร์ต่างๆ การทำงานของไมโครมอเตอร์และทรานซิสเตอร์ขนาดเล็ก เป็นต้น

-ชุดทดลอง Android App Experiment Module เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชัน Android เพื่อการทดสอบและปรับปรุงการออกแบบแอปพลิเคชัน

2.2 คุณลักษณะเฉพาะ

ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด ประกอบด้วย

2.2.1 ชุดทดลองปัญญาประดิษฐ์ AI แบบ Intelligent Micromouse จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1.1 ชุด Hardware มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1.1.1 Road conditions for wall maze solving micromouse

2.2.1.1.2 Road conditions for line maze solving micromouse

2.2.1.1.3 Road conditions for line follower

2.2.1.2 ชุด Software มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.1.2.1 สามารถทำการจำลอง Simulation of Wall Maze Solving Micromouse ได้

2.2.1.2.2 ออกแบบ Students design แบบ 16 x 16 wall maze software interface และ observe how micromouse solve the maze ได้

2.2.1.2.2.1 Maze size แบบ 16 x 16

2.2.1.2.2.2 Users สามารถ save และ load the designed map ได้

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 2.2.1.2.2.3 Algorithm แบบ gradient descent algorithm ได้
 - 2.2.1.2.2.4 Simulation speed แบบ fast/medium/slow ได้
 - 2.2.1.2.2.5 Micromouse movement แบบ full run/step run/pause ได้
 - 2.2.1.2.3 สามารถทำการ Simulation of Line Maze Solving Micromouse ได้
 - 2.2.1.2.4 ออกแบบ Students design 20 x 20 line maze from software interface และ observe how micromouse solve the maze ได้
 - 2.2.1.2.4.1 Maze size แบบ 20 x 20
 - 2.2.1.2.4.2 Users สามารถ save และ load the designed map
 - 2.2.1.2.4.3 Users สามารถ assign starting และ ending point of the maze
 - 2.2.1.2.4.4 Algorithm แบบ simplification method ได้
 - 2.2.1.2.4.5 Simulation speed แบบ fast/medium/slow ได้
 - 2.2.1.2.4.6 Micromouse movement แบบ full run/step run/pause ได้
 - 2.2.1.2.5 Micromouse Turning Control ร่วมกับ MATLAB ได้
 - 2.2.1.2.6 Motor Control สามารถใช้ร่วมกับ MATLAB ได้
- 2.2.1.3 ส่วนประกอบ
- 2.2.1.3.1 มี MCU แบบ DSPIC33FJ128MC804 (ISP Circuit Included) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า ดังนี้
 - 2.2.1.3.1.1 เป็นแบบ 16-bit digital signal controller
 - 2.2.1.3.1.2 มี 44-pin
 - 2.2.1.3.1.3 มี 128K byte program flash memory
 - 2.2.1.3.1.4 มี 16K byte RAM
 - 2.2.1.3.2 มี Gyroscope Chip ดังนี้
 - 2.2.1.3.2.1 มี Measurement range : ± 1000 dps
 - 2.2.1.3.2.2 มี Sensitivity : 1.1 mV/dps
 - 2.2.1.3.3 มี DC Motor แบบ 12V จำนวน 3 ชุด

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 2.2.1.3.4 มี H Bridge Motor Driver จำนวน 3 ชุด ดังนี้
 - 2.2.1.3.4.1 มี Delivers up to 3A continuous output
 - 2.2.1.3.4.2 มี Operates at supply voltages up to 55V
 - 2.2.1.3.4.3 มี Low Rds(on) typically 0.3 ohms per switch
- 2.2.1.3.5 มี Rotary Optical Encoder 500 Pulse จำนวน 3 ชุด
- 2.2.1.3.6 มี Infrared Transmitter ย่าน $\lambda_p = 940\text{nm}$ จำนวน 9 ชุด
- 2.2.1.3.7 มี Infrared Receiver แบบ light-to-voltage จำนวน 9 ชุด
- 2.2.1.3.8 มี Fixture สำหรับ Infrared Transmitter และ Receiver จำนวน 5 ชุด
- 2.2.1.3.9 มี TACT Switch จำนวน 3 ชุด
- 2.2.1.3.10 มี Power Switch แบบ 5V, 12V จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.3.11 Limit Switch จำนวน 2 ชุด
- 2.2.1.3.12 Power LED จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.3.13 LED จำนวน 6 ชุด
- 2.2.1.3.14 Beeper จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.3.15 Display แบบ 128 x 64 graphic/character LCD Display จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.3.16 USB Port จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.3.17 ชุดจ่ายไฟ จำนวน 1 ชุด ดังนี้
 - 2.2.1.3.17.1 Power Input : 90V ~ 264V AC, 47Hz ~ 63Hz
 - 2.2.1.3.17.2 Output : DC 5V/5A, 12V/2.5A

2.2.1.4 สามารถทำการทดลองได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- 2.2.1.4.1 การทดลอง MPLAB software simulation
- 2.2.1.4.2 การทดลอง Digital I/O port control
- 2.2.1.4.3 การทดลอง LCD display control
- 2.2.1.4.4 การทดลอง Timer and timer interrupt control
- 2.2.1.4.5 การทดลอง Output compare module
- 2.2.1.4.6 การทดลอง PWM control
- 2.2.1.4.7 การทดลอง Analog-to-Digital converter module

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 2.2.1.4.8 การทดลอง Universal asynchronous receiver transmitter
- 2.2.1.4.9 การทดลอง Infrared signal normalization
- 2.2.1.4.10 การทดลอง Line detection
- 2.2.1.4.11 การทดลอง Wall following robot simulation
- 2.2.1.4.12 การทดลอง Line following robot simulation
- 2.2.1.4.13 การทดลอง Road condition detection for line following robot
- 2.2.1.4.14 การทดลอง Road condition detection for wall following robot
- 2.2.1.4.15 การทดลอง Line following control
- 2.2.1.4.16 การทดลอง Encoder
- 2.2.1.4.17 การทดลอง PID control (Require MATLAB SIMULINK, optional)
- 2.2.1.4.18 การทดลอง Encoder feedback control
- 2.2.1.4.19 การทดลอง Motor speed control
- 2.2.1.4.20 Motor position control
- 2.2.1.4.21 การทดลอง Micromouse turning control simulation (Require MATLAB SIMULINK, optional)
- 2.2.1.4.22 การทดลอง Micromouse central speed control
- 2.2.1.4.23 การทดลอง Micromouse central position control
- 2.2.1.4.24 การทดลอง Micromouse attitude control

2.2.1.5 อุปกรณ์ประกอบ

- 2.2.1.5.1 เครื่องวัดแบบ Digital Multimeter จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.5.2 Software SIMULINK จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.5.3 ชุดประมวลผลควบคุมและการทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.5.4 มี Power Cord จำนวน 1 ชุด
- 2.2.1.5.5 มี Maze Wall จำนวน 3 ชุด
- 2.2.1.5.6 มี Maze Post จำนวน 4 ชุด
- 2.2.1.5.7 มี Line Track Pad จำนวน 7 ชุด
- 2.2.1.5.8 มี Pad Guide Rail จำนวน 4 ชุด

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

2.2.1.5.9 มี USB Cable จำนวน 1 ชุด

2.2.1.5.10 มี 6-pin Programmer Cable จำนวน 1 ชุด

2.2.1.5.11 มี Experiment Manual จำนวน 1 ชุด

2.2.1.5.12 มี Experiment CD จำนวน 1 ชุด

2.2.1.5.13 มี PICKIT 3 programmer จำนวน 1 ชุด

2.2.2 ชุดทดลอง Android APP Experiment Module จำนวน 3 ชุด

2.2.2.1 ชุด Module หลัก มีดังนี้

2.2.2.1.1 มีตัวประมวลผลตระกูล TI AM ARM Cortex-A8 processor, up to 720MHzหรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.2.1.2 มีหน่วยความจำ 200MB DDR3

2.2.2.1.3 มีจอ ขนาดไม่น้อยกว่า 4.3" LCD แบบ touch panel

2.2.2.1.4 มี Wi-Fi/two ports Ethernet

2.2.2.1.5 มี Audio Out-stereo

2.2.2.1.6 มี Six function button

2.2.2.1.7 มี Two USB port and one ZigBee port

2.2.2.2 ชุด ZigBee Switching Board

2.2.2.3 ชุด ZigBee Transceiver Module จำนวน 3 ชุด มีดังนี้

2.2.2.3.1 มี Core chips ตระกูล TI CC หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.2.3.2 มี Coverage ย่าน 30m ~ 50m

2.2.2.3.3 มี Tx. power ขนาด 4.0dBm

2.2.2.3.4 มี Rx. sensitivity ขนาด -95dBm (Nominal)

2.2.2.3.5 มี Baud rate supports ที่ 1.2Kbps/2.4Kbps/4.8Kbps/9.6Kbps/19.2Kbps/38.4Kbps/57.6Kbps/115.2Kbps

2.2.2.3.6 มี Connection point-to-multi points

2.2.2.3.7 มี Standard 2.4GHz IEEE 802.15.4/ZigBee protocol

2.2.2.3.8 มี Data rate ขนาด 250Kbps

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ห่มั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ต้นตระกูล)

- 2.2.2.3.9 มี Frequency ย่าน 2.4GHz ~ 2.5GHz
- 2.2.2.3.10 มี Modulation แบบ DSSS
- 2.2.2.3.11 มี Antenna (SMA female) + external dipole antenna
- 2.2.2.3.12 มี Antenna impedance ขนาด 50 ohms
- 2.2.2.3.13 มี Power supply ขนาด 5V ~ 6V DC
- 2.2.2.3.14 มี Current consumption แบบ TX : 35.5mA at +4.5dBm, RX : 24mA
- 2.2.2.3.15 มี Operation temperature ที่ -20 degree Celsius ~ +75 degree Celsius
- 2.2.2.4 มี ZigBee Sensor Module x 2 (Temperature and Humidity Meter) ดังนี้
 - 2.2.2.4.1 มี Operation voltage : 5V ~ 27V DC
 - 2.2.2.4.2 มี Operation temperature : -40 degree Celsius ~ 125 degree Celsius
 - 2.2.2.4.3 มี Operation humidity : 0 ~ 100%RH
 - 2.2.2.4.4 มี Temperature Accuracy ± 0.3 degree Celsius
 - 2.2.2.4.5 มี Humidity Accuracy $\pm 3\%$ RH at 25 degree Celsius
 - 2.2.2.4.6 มี Baud rate : 9600bps, 8 Data bits, None parity, 1 Stop bit
- 2.2.2.5 มี UVC Camera ดังนี้
 - 2.2.2.5.1 มี Sensor : CMOS sensor
 - 2.2.2.5.2 มี Max. dynamic preview resolution : 2.0M up
 - 2.2.2.5.3 มี Max. static photo resolution : 8.0M up
 - 2.2.2.5.4 มี Static photo storage format : JPG, BMP
 - 2.2.2.5.5 มี Interface : USB 2.0
 - 2.2.2.5.6 มี Power supply : USB port supply or 5V DC, 120mA
- 2.2.2.6 สามารถทำการทดลอง ได้ไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - 2.2.2.6.1 การทดลอง Hello Android
 - 2.2.2.6.2 การทดลอง Chess
 - 2.2.2.6.3 การทดลอง e-Book Reader
 - 2.2.2.6.4 การทดลอง Video Player - YouTube
 - 2.2.2.6.5 การทดลอง Video Player - Media Transfer Protocol (MTP)

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมีนสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

2.2.2.6.6 การทดลอง Android APP Version Compatibility Issues of Debug Message

2.2.2.6.7 การทดลอง UVC Camera

2.2.2.6.8 การทดลอง Accelerometer

2.2.2.6.9 การทดลอง Touch Event

2.2.2.6.10 การทดลอง ZigBee Transceiver Module

2.2.2.6.11 การทดลอง ZigBee Sensor Module

2.2.2.7 อุปกรณ์ประกอบ

2.2.2.7.1 สาย USB Cable (Type A to Type B) จำนวน 2 ชุด

2.2.2.7.2 สาย D-SUB Cable (Female) จำนวน 2 ชุด

2.2.2.7.3 ชุด AC Adaptor (Input : 100V ~ 240V AC, Output : 5V DC/3A) จำนวน 1 ชุด

2.2.2.7.4 คู่มือ Experiment Manual จำนวน 1 ชุด

2.2.2.7.5 ชุดประมวลผลควบคุมและการทดลอง จำนวน 1 ชุด

2.2.2.7.6 ชุด Installation CD จำนวน 1 ชุด

2.2.3 ชุดทดลอง Micro-electro mechanical Systems จำนวน 3 ชุด

2.2.3.1 เป็นชุดทดลองแบบ MEMS (Micro-electro mechanical Systems) based Sensors

2.2.3.2 โมดูล 3-Axis Accelerometer Unit มีคุณสมบัติดังนี้

2.2.3.2.1 มีช่วงการวัด (Measurement range) ± 2 / ± 4 / ± 8 / $\pm 16g$ หรือมากกว่า

2.2.3.2.2 มี Nonlinearity (full scale) $\pm 0.5\%$ หรือดีกว่า

2.2.3.2.3 มีค่าของ Inter-axis alignment error ± 0.1 Degree หรือดีกว่า

2.2.3.2.4 มีความไวของ Degrees cross-axis sensitivity $\pm 1\%$ หรือดีกว่า

2.2.3.2.5 สามารถใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 9V ได้

2.2.3.2.6 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (connection) แบบ Bluetooth 2.0 หรือดีกว่า

2.2.3.2.7 มีจอแสดงผล (Display) แบบ LCD Module หรือเทียบเท่า

2.2.3.2.8 สามารถเลือกโหมดการทำงาน (Selection mode) แบบ Demo / PC ได้

2.2.3.3 สามารถทำการทดลองได้ไม่น้อยกว่าเรื่องต่อไปนี้

2.2.3.3.1 การทดลอง Measurement of gravity

2.2.3.3.2 การทดลอง Measurement of gravity with software interface

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 2.2.3.3.3 การทดลอง Sensing data analysis and gravity unit conversion
- 2.2.3.3.4 การทดลอง Calculation of tilt angle from X and Y plane
- 2.2.3.3.5 การทดลอง Pitch rotation analysis and calculation
- 2.2.3.3.6 การทดลอง Roll rotation analysis and calculation
- 2.2.3.3.7 การทดลอง Pitch & Roll demonstration
- 2.2.3.3.8 การทดลอง Data acquisition with sensing gravity
- 2.2.3.4 โมดูล 3-Axis Gyroscope Unit มีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.2.3.4.1 มีช่วงการวัด (Measurement range) $\pm 250 / \pm 500 / \pm 2000$ dps หรือดีกว่า
 - 2.2.3.4.2 มีค่าของ Nonlinearity (full scale) $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า
 - 2.2.3.4.3 มีการเปลี่ยนแปลงความไวต่ออุณหภูมิ (Sensitivity change vs. temperature) $\pm 2\%$
 - 2.2.3.4.4 สามารถใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 9V ได้
 - 2.2.3.4.5 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (connection) แบบ Bluetooth 2.0 หรือดีกว่า
 - 2.2.3.4.6 มีจอแสดงผล (Display) แบบ LCD Module หรือเทียบเท่า
 - 2.2.3.4.7 สามารถเลือกโหมดการทำงาน (Selection mode) แบบ Demo / PC ได้
- 2.2.3.5 สามารถทำการทดลองได้ไม่น้อยกว่าเรื่องต่อไปนี้
 - 2.2.3.5.1 การทดลอง Measurement of angle
 - 2.2.3.5.2 การทดลอง Measurement of angular velocity with software interface
 - 2.2.3.5.3 การทดลอง Sensing data analysis and angle unit conversion
 - 2.2.3.5.4 การทดลอง Digital zero-rate level calibration
 - 2.2.3.5.5 การทดลอง X-axis angle measurement with software interface
 - 2.2.3.5.6 การทดลอง Y-axis angle measurement with software interface
 - 2.2.3.5.7 การทดลอง Z-axis angle measurement with software interface
 - 2.2.3.5.8 การทดลอง Pitch rotation demonstration
 - 2.2.3.5.9 การทดลอง Roll rotation demonstration
 - 2.2.3.5.10 การทดลอง Yaw rotation demonstration
 - 2.2.3.5.11 การทดลอง Data acquisition with sensing angular data

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพงษ์ ไทรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมีนสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

2.2.3.6 โมดูล Magnetometer Unit มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.3.6.1 มีช่วงการวัด (Measurement range) $\pm 1.3 / \pm 1.9 / \pm 2.5 / \pm 4.0 / \pm 4.7 / \pm 5.6 / \pm 8.1$ gauss หรือดีกว่า
- 2.2.3.6.2 มี Magnetic cross-axis sensitivity : $\pm 1\%FS/gauss$ หรือดีกว่า
- 2.2.3.6.3 สามารถใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 9V ได้
- 2.2.3.6.4 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (connection) แบบ Bluetooth 2.0 หรือดีกว่า
- 2.2.3.6.5 มีจอแสดงผล (Display) แบบ LCD Module หรือเทียบเท่า
- 2.2.3.6.6 สามารถเลือกโหมดการทำงาน (Selection mode) แบบ Demo / PC ได้

2.2.3.7 สามารถทำการทดลองได้ไม่น้อยกว่าเรื่องต่อไปนี้

- 2.2.3.7.1 การทดลอง Magnetic north identification
- 2.2.3.7.2 การทดลอง 3-axis magnetic field sensing experiments
- 2.2.3.7.3 การทดลอง Sensing with magnet
- 2.2.3.7.4 การทดลอง Magnetic file interference and calibration
- 2.2.3.7.5 การทดลอง 8-motion calibration
- 2.2.3.7.6 การทดลอง Electronic compass
- 2.2.3.7.7 การทดลอง Data acquisition with sensing magnetic field

2.2.3.8 โมดูล Digital Barometer Unit มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.2.3.8.1 สามารถใช้กับแบตเตอรี่ขนาด 9V ได้
- 2.2.3.8.2 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (connection) แบบ Bluetooth 2.0 หรือดีกว่า
- 2.2.3.8.3 มีจอแสดงผล (Display) แบบ LCD Module หรือเทียบเท่า
- 2.2.3.8.4 สามารถเลือกโหมดการทำงาน (Selection mode) แบบ Demo/PC ได้
- 2.2.3.8.5 มี Barometer ช่วงการวัด 600 to 1040 hPa หรือดีกว่า
- 2.2.3.8.6 มีมิเตอร์วัดอุณหภูมิ ช่วงการวัด -30 to $50^{\circ}C$ หรือดีกว่า

2.2.3.9 สามารถทำการทดลองได้ไม่น้อยกว่าเรื่องต่อไปนี้

- 2.2.3.9.1 การทดลอง Measurement of room temperature and pressure
- 2.2.3.9.2 การทดลอง Measurement of temperature with software interface
- 2.2.3.9.3 การทดลอง Sensing data analysis and temperature unit conversion

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

2.2.3.9.4 การทดลอง Measurement of pressure with software interface

2.2.3.9.5 การทดลอง Sensing data analysis and pressure unit conversion

2.2.3.10 ชุดประมวลผลควบคุมและการทดลอง จำนวน 1 ชุด

2.3 อุปกรณ์ประกอบ

2.3.1 ชุดดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบพกพา จำนวน 3 เครื่อง มีดังนี้

2.3.1.1 สามารถทำการวัดแรงดัน กระแส และความต้านทานได้

2.3.1.2 แสดงผลการวัดแบบดิจิตอล

2.3.1.3 มีเมนูเลือก วัด VAC, VDC, OHM, CAPACITOR, Hz, Amp

2.3.2 เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (Vernier Caliper) จำนวนไม่น้อยกว่าจำนวน 9 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.3.2.1 มีช่วงการวัดไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0 ถึง 150 มิลลิเมตร หรือ 6 นิ้ว

2.3.2.2 มีค่าความละเอียดในการวัดไม่น้อยกว่า 0.02 มิลลิเมตร

2.3.2.3 สามารถทำการวัดด้านนอก, วัดด้านใน, วัดความลึก และ step ได้

2.3.2.4 ตัวชุดการวัดทำจากวัสดุเหล็ก stainless steel หรือดีกว่า

2.3.3 โต๊ะวางชุดฝึก พร้อมใช้งาน จำนวน 4 ชุด มีดังนี้

2.3.3.1 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิล มีความหนา 28 มิลลิเมตร

2.3.3.2 ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้านปิดขอบโต๊ะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC หนา 2 มิลลิเมตร

2.3.3.3 พื้นโต๊ะมีขนาด ความยาว 1500 มิลลิเมตร X ความกว้าง 800 มิลลิเมตร

2.3.3.4 โครงสร้างขาโต๊ะเป็นเหล็กกล่องขนาด 50 x 50 มิลลิเมตร หนา 2 มิลลิเมตร

2.3.3.5 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูง 800 มิลลิเมตร

2.3.4 แก้วหัวกลม พร้อมใช้งาน จำนวน 15 ชุด มีดังนี้

2.3.4.1 แผ่นรองนั่งที่เป็นไม้กลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

2.3.4.2 ขอบของแก้วอลูมิเนียมทั้งด้านบนและด้านล่าง

2.3.4.3 สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้

2.3.4.4 ขาแก้วเป็นเหล็กมีความแข็งแรง โครงเหล็กรัดขาล่าง ปลายขาสวมเป็นยางหรือพลาสติกแข็ง

2.3.4.5 ขาแก้วเป็นเหล็กกลมขนาดไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

2.3.4.6 ขาแก้วมีจำนวน 4 ขา เป็นแบบขาสุ่ม

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 2.3.5 ตู้บานเลื่อนกระจก ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ฟุต จำนวน 2 ตัว
- 2.3.6 ตู้บานเลื่อนทึบ ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ฟุต จำนวน 2 ตัว
- 2.3.7 ชุด Function Generator แสดงผลแบบดิจิตอล 20MHz Dual Ch จำนวน 2 ตัว
 - 2.3.7.1 มีจอแสดงผลแบบ Monochrome LCD
 - 2.3.7.2 มีช่องสัญญาณ 2 ช่อง
 - 2.3.7.3 สามารถปรับเลือกค่า Amplitudes ได้
- 2.3.8 ชุดผลิตโอโซนแบบกระจายในบรรยากาศ จำนวน 1 ชุด มีดังนี้
 - 2.3.8.1 ผลิตโอโซนเปลี่ยนออกซิเจนในอากาศ เพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรคในอากาศ
 - 2.3.8.2 หลอดผลิตโอโซน ขนาด 16 x 100 มม. จำนวน 15 หลอด
 - 2.3.8.3 หม้อแปลงไฟแรงสูง ขนาด 3.3 kV จำนวน 5 ชุด
 - 2.3.8.4 หม้อแปลงแรงดันต่ำ ขนาด 180 VA จำนวน 2 ชุด
 - 2.3.8.5 Driver Board ขับโอโซน จำนวน 5 ชุด
 - 2.3.8.6 ใช้พัดลมในการกระจายก๊าซโอโซน
 - 2.3.8.7 มี Pre-Filter ซึ่งสามารถถอดล้างได้ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
 - 2.3.8.8 สามารถนาฬิกาตั้งเวลาทำงานในตัว ตั้งช่วงเวลาทำงาน 30 นาทีได้ หรือตั้งให้ทำงานต่อเนื่องได้
 - 2.3.8.9 เครื่องใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 270 วัตต์ ต่อ ชั่วโมง
 - 2.3.8.10 คู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษา เป็นภาษาไทย จำนวน 1 ชุด
 - 2.3.8.11 ขนาดเครื่อง ไม่น้อยกว่า 50x50x60ซ.ม.(กxลxส)

3. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 3.1 เป็นชุดฝักหรือชุดทดลองที่ผลิตจากโรงงานมาตรฐาน ตามแต่ละภูมิภาคอย่างน้อยดังต่อไปนี้คือ CE, หรือ ISO9001 หรือ JIS หรือ DIN พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง
- 3.2 ถ้าเป็นชุดฝักหรือชุดทดลองที่ผลิตในประเทศไทย จะต้องได้รับมาตรฐาน มอก. และ ISO และ CE และมีหน่วยงานมาตรฐานด้านอุตสาหกรรม รับรองพร้อมเอกสารจากผู้มีอำนาจสูงสุดรับรอง พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต พร้อมเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายเพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขายและอะไหล่ พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)

- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารโรงงานผลิต หรือ Website หรือพาณัะกรรมการไปดู ตัวอย่างเครื่อง เพื่อความชัดเจนและบริการหลังการขาย พร้อมแนบเอกสารในวันยื่นซอง
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องแนบคู่มือใบงาน และการใช้และบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ในวันยื่นซอง
- 3.6 เงื่อนไขในการเสนอราคา ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
- 3.7 ผู้เสนอราคา ต้องมีการรับประกันคุณภาพตามสัญญา ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.8 ผู้เสนอราคา ต้องมีแผนการบริการอย่างต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 2 ปี หลังจากหมดระยะการรับประกันคุณภาพ ตามสัญญาไปแล้วโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- 3.9 ผู้เสนอราคาได้ต้องมีการติดตั้งและสธิตการใช้งานให้กับผู้ใช้หรือผู้เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง (ครั้งละไม่น้อยกว่า 3 วัน) หรือมีผู้เชี่ยวชาญทำการอบรมการใช้งาน ณ โรงงานผู้ผลิต หรือ หน่วยงานที่จัดซื้อ ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายผู้เสนอราคาได้จะต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น
- 3.10 สถานที่ส่งมอบที่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. สถานที่ติดตั้ง

อาคารปฏิบัติการคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ขนาดพื้นที่ใช้สอย 15 ตรม.

5. ผู้ขายจะต้องดำเนินการตีทะเบียนครุภัณฑ์ตามรูปแบบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
6. วงเงินจัดหา 4,950,000 บาท (สี่ล้านเก้าแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
7. เงื่อนไขในการเสนอราคา เสนอราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
8. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบรายละเอียดเพิ่มเติม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอย หนองกรุง 1 แขวง ลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

- E-mail: pasadu@kmitl.ac.th

- โทรศัพท์: 02-329-8000 ต่อ 6087

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ ไพรินทร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ)

..... กรรมการและเลขานุการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล)