

**ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง จำนวน 1 ชุด**  
**ราคา 1,500,000.00 บาท (หนึ่งล้านห้าแสนบาทถ้วน)**

**ประกอบด้วย**

**รายการที่ 1 เครื่องพิมพ์สามมิติขนาดใหญ่** **จำนวน 1 เครื่อง**

**1. รายละเอียดทั่วไป**

- 1.1 เป็นเครื่องพิมพ์ขึ้นงานต้นแบบให้เป็นวัตถุ 3 มิติ โดยมีส่วนปิดรอบด้านขณะใช้งาน
- 1.2 มีขนาดพิมพ์ 600x600x600 มม. หรือใหญ่กว่า
- 1.3 มีหัวฉีดไม่น้อยกว่า 2 หัว และสามารถปรับระดับหัวฉีดได้
- 1.4 มีระบบ Auto sleep เมื่อพิมพ์ขึ้นงานเสร็จ
- 1.5 มีจอ LCD แสดงสถานการณ์พิมพ์และข้อมูลต่างๆของเครื่อง
- 1.6 มีระบบ Auto-filament Detection สำหรับตรวจสอบเส้นใย Filament
- 1.7 สามารถทำงานต่อได้เพื่อพิมพ์ต่อไปหลังเกิดเหตุไฟดับ
- 1.8 มีความหนาต่ำสุดที่ 0.05 mm
- 1.9 ความแม่นยำของการเลื่อนตำแหน่ง (Positioning accuracy) XY : 5.08 micron, Z : 1.25 micron หรือดีกว่า
- 1.10 มีความเร็วในพิมพ์ที่ 115 mm/s หรือสูงกว่า
- 1.11 มีความเร็วในการเคลื่อนที่ 190 mm/s หรือสูงกว่า
- 1.12 รองรับ Filament ชนิด PLA หรือ ABS ได้
- 1.13 มีซอฟต์แวร์พร้อมใช้งานและสามารถติดตั้งใช้บนระบบปฏิบัติการ Windows หรือดีกว่า
- 1.14 สามารถใช้งานระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้

**2. อุปกรณ์ประกอบชุด**

- 2.1 ซอฟต์แวร์ใช้งาน จำนวน 1 ชุด

**รายการที่ 2 เครื่องพิมพ์สามมิติขนาดเล็ก** **จำนวน 1 เครื่อง**

**1. รายละเอียดทั่วไป**

- 1.1 เป็นเครื่องพิมพ์ขึ้นงานต้นแบบให้เป็นวัตถุ 3 มิติ โดยมีส่วนปิดรอบด้านขณะใช้งาน
- 1.2 มีขนาดพิมพ์ 200x120x150 มม. หรือใหญ่กว่า
- 1.3 มีพัดลมเป่าเพื่อให้อุ่นงานเนียนขึ้น
- 1.4 สามารถรองรับการใช้งานกับพลาสติกอ่อนแบบ เส้น Flex ได้
- 1.5 มีจอ LCD แสดงสถานการณ์พิมพ์และข้อมูลต่างๆของเครื่อง

- 1.6 มีพอร์ต USB และ SD card สำหรับใช้งาน
- 1.7 มีความเร็วในพิมพ์ในช่วง 10-200 mm/s หรือกว้างกว่า
- 1.8 มีซอฟต์แวร์พร้อมใช้งานและรองรับไฟล์แบบ stl, obj, jpg, png หรือมากกว่า
- 1.9 สามารถใช้งานระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้

## 2. อุปกรณ์ประกอบชุด

- 2.1 ซอฟต์แวร์ใช้งาน จำนวน 1 ชุด

### รายการที่ 3 คอมพิวเตอร์ประมวลผล จำนวน 20 เครื่อง

#### 1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ที่มีหน่วยประมวลผลแบบ Core i5 หรือสูงกว่า
- 1.2 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4GB
- 1.3 มีหน่วยบันทึกข้อมูลขนาดไม่น้อยกว่า 1 TB
- 1.4 มีช่องสื่อสารแบบ Bluetooth, WLAN 802.11 สำหรับใช้งานเป็นอย่างน้อย
- 1.5 ช่องต่อใช้งานภายนอกแบบ HDMI, USB เป็นอย่างน้อย
- 1.6 จอแสดงผลขนาด 21 นิ้วหรือใหญ่กว่า
- 1.7 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows ลิขสิทธิ์ พร้อมใช้งาน

#### 2. อุปกรณ์ประกอบชุด

- 2.1 เมาส์ จำนวน 1 ชุด
- 2.2 คีย์บอร์ด จำนวน 1 ชุด

### รายการที่ 4 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปสำหรับถอดรหัสสัญญาณสื่อสาร แบบ 4 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง

#### 1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคป ที่มีแบนด์วิธที่ 70 MHz หรือสูงกว่า
- 1.2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ
- 1.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณที่ 1 GSa/s ต่อช่องสัญญาณหรือดีกว่า
- 1.4 มีหน่วยความจำที่ 1 Mpts ต่อช่องสัญญาณหรือดีกว่า
- 1.5 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 140,000 waveform/sec
- 1.6 มีฟังก์ชันการวัดค่าอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 20 พารามิเตอร์
- 1.7 มีฟังก์ชัน ZOOM สำหรับดูสัญญาณเฉพาะส่วนที่ต้องการได้
- 1.8 มีฟังก์ชันถอดรหัสสัญญาณ RS232/UART, CAN/LIN, I2C/SPI
- 1.9 มีฟังก์ชันจ่ายสัญญาณ Sine, Square, pulse, ramp พร้อมใช้งาน



- 1.10 จอภาพชนิด TFT ขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว ที่มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 800x480 หรือดีกว่า และสามารถแสดงระดับสีได้ 64 ระดับหรือดีกว่า
  - 1.11 มีช่องต่อ USB สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล
  - 1.12 มีย่านปรับแนว Vertical ที่ 2 mV/div ถึง 5 V/div หรือกว้างกว่า
  - 1.13 มีค่าความแม่นยำของ DC Gain ที่ +4% หรือดีกว่า
  - 1.14 สามารถรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 400 Vpk หรือสูงกว่า
  - 1.15 มีย่านปรับของแนวแกนเวลาที่ 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
  - 1.16 มีทริกเกอร์โหมดที่ Edge, Pulse width, Video หรือมากกว่า
  - 1.17 มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ คือ Add, Subtract, Multiply, FFT ให้เลือกใช้งาน
2. อุปกรณ์ประกอบชุด
- 2.1 สายวัดสัญญาณ 70 MHz หรือดีกว่า จำนวน 4 เส้นต่อเครื่อง
  - 2.2 คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 5 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปสำหรับถอดรหัสสัญญาณสื่อสาร แบบ 2 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป
  - 1.1 เป็นดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคป ที่มีแบนด์วิธ 50 MHz หรือดีกว่า
  - 1.2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณ
  - 1.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 GSa/s หรือดีกว่า
  - 1.4 จอภาพชนิด TFT ขนาด 7 นิ้วหรือดีกว่า
  - 1.5 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 140,000 waveform/sec
  - 1.6 มีหน่วยความจำ 50 kpts หรือมากกว่า
  - 1.7 มีย่านปรับแนว Vertical ที่ 1 mV/div ถึง 10 V/div หรือกว้างกว่า
  - 1.8 มีค่าความแม่นยำของ DC Gain ที่ +4% หรือดีกว่า
  - 1.9 มีฟังก์ชัน ZOOM สำหรับดูสัญญาณเฉพาะส่วนที่ต้องการได้
  - 1.10 มีฟังก์ชันถอดรหัสสัญญาณ RS232/UART, I2C
  - 1.11 มีช่องจ่ายสัญญาณ 20 MHz (function generator) ภายในเครื่อง หรือดีกว่า
  - 1.12 มีช่องต่อ USB สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล
  - 1.13 มีย่านปรับของแนวแกนเวลาที่ 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
  - 1.14 มีทริกเกอร์โหมดที่ Edge, Pulse width, Video หรือมากกว่า
  - 1.15 มีย่าน Trigger holdoff ได้ตั้งแต่ 60 ns ถึง 1.5 s หรือดีกว่า
  - 1.16 มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ คือ Add, Subtract, Multiply, divide, FFT ให้เลือกใช้งาน





## 2. อุปกรณ์ประกอบชุด

2.1.1 สายวัดสัญญาณ Passive probe 70 MHz หรือดีกว่า จำนวน 2 เส้นต่อเครื่อง

2.1.2 คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน ชุด 1

รายการที่ 6 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ความละเอียด 6.5 หลัก จำนวน 1 เครื่อง

### 1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นเครื่องมือวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ขนาด 6.5 หลัก พร้อมสื่อสารแบบ USB และ LAN
- 1.2 จอแสดงผลสี TFT ขนาด 4.3 นิ้ว แบบตัวเลขและกราฟฟิก
- 1.3 มีสามารถวัด แรงดันไฟ AC / DC, กระแสไฟ AC / DC, ความต้านทานชนิด 2 wire/4 wire , ความถี่, ความจุไฟฟ้า, ไดโอด, อุณหภูมิ, หรือมากกว่า
- 1.4 มีอัตราการสุ่มวัดด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 ค่าต่อวินาที
- 1.5 มีหน่วยความจำเพื่อบันทึกค่าต่อเนื่อง 1,000 ค่า หรือมากกว่า
- 1.6 สามารถแสดงผลแบบ Histogram และ trend chart จากหน้าเครื่องได้
- 1.7 มีย่านการวัดแรงดันไฟฟ้าตรง 200mV ถึง 1000V หรือกว้างกว่า
- 1.8 มีย่านการวัดกระแสไฟฟ้าตรง 200 uA ถึง 10A หรือกว้างกว่า
- 1.9 มีย่านการวัดความจุไฟฟ้า 2nF ถึง 100 mF หรือกว้างกว่า
- 1.10 ภายในมีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้งานการวัดไม่น้อยกว่านี้: dB, dBm, Min/Max/Avg หรือมากกว่า
- 1.11 สามารถแสดงผลได้ 2 พารามิเตอร์ พร้อมกันหรือแบบ Dual line ได้

### 2. อุปกรณ์ประกอบชุด

- 2.1 สายวัด test lead จำนวน 1 ชุดต่อเครื่อง
- 2.2 ซอฟต์แวร์ควบคุมการใช้งานเครื่อง และแสดงผลเป็นกราฟ จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 7 ชุดบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ด้าน IoT และหุ่นยนต์ จำนวน 1 ชุด

#### 7.1 ชุดหุ่นยนต์แบบโปรแกรมได้ จำนวน 1 ชุด

- 7.1.1 เป็นหุ่นยนต์สำหรับเพื่อการศึกษาและวิจัยแบบเคลื่อนที่โดยการโปรแกรมแบบขับเคลื่อนได้
- 7.1.2 ใช้ชุดประมวลผลตระกูล ARM Cortex-M7 ผ่านการโปรแกรมผ่าน Arduino IDE
- 7.1.3 รองรับการใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ฝังตัวได้ อย่างเช่น Raspberry Pi 3
- 7.1.4 มีเซนเซอร์พร้อมใช้อย่าง gyroscope, accelerometer และ magnetometer แบบ 3 แกน
- 7.1.5 มี GPIO ไม่น้อยกว่า 16 ขา
- 7.1.6 มีแบตเตอรี่พร้อมใช้งาน และตัวชาร์จไฟ
- 7.1.7 มี LED แสดงสถานะและ push button ใช้งาน

7.1.8 มีอุปกรณ์แยกอย่างจอแสดงผล TFT Touchscreen ขนาด 8 นิ้ว ที่รองรับร่วมกับ Raspberry Pi

## 7.2 ชุดประมวลผลขนาดจิ๋วสำหรับ IoT จำนวน 5 ชุด

7.2.1 เป็นบอร์ดตระกูล ARM-Cortex มีความเร็ว 1.4 GHz แบบ 64 bit

7.2.2 มีพอร์ตสื่อสารอย่าง Wireless LAN และ Bluetooth

7.2.3 มีช่อง GPIO ไม่น้อยกว่า 36 pin

7.2.4 มีช่องเสียบ Micro SD card สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการ

7.2.5 มี USB ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

7.2.6 มีหน่วยความจำ SD card พร้อมติดตั้งระบบปฏิบัติการและสาย HDMI พร้อมใช้งาน

## 7.3 ชุดบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับ IoT จำนวน 5 ชุด

7.3.1 เป็นบอร์ดตระกูล Arduino ทั้ง Arduino UNO

7.3.2 ใช้ชิปตระกูล ATmega328P

7.3.3 มีคู่มือการใช้งานภาษาซีสำหรับ Programming

7.3.4 มีอุปกรณ์ประกอบใช้งานเป็นอย่างน้อยเช่น servo motor, stepper motor, 7-segment, LED, ความต้านทานแบบต่างๆ, breadboard, สายไฟ, LCD หรือมากกว่า

## 7.4 ชุดฝึกปฏิบัติการด้าน IOT Sensor Circuits Trainers จำนวน 1 ชุด

7.4.1 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Photo Sensor Circuits

7.4.2 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Switch Sensor Circuits

7.4.3 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Temperature Sensor Circuits

7.4.4 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Humidity Sensor Circuits

7.4.5 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Infrared Sensor Circuits

7.4.6 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Gas Sensor Circuits

7.4.7 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Ultrasonic Circuits

7.4.8 Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Color Sensor Circuits

7.4.9 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

- เป็นบอร์ดกำเนิดสัญญาณได้ตั้งแต่ 100 Hz ถึง 1 MHz หรือดีกว่า

- สามารถกำเนิดรูปคลื่น SINE, SQUARE, TRIANGLE, TTL Pulse พร้อมกัน 2 output ได้ภายในบอร์ดเดียวกัน

- สามารถจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด  $\pm 5V$ ,  $\pm 12V$  ภายในบอร์ดเดียวกัน ได้เป็นอย่างน้อย

- มีจอแสดงผลเป็นตัวเลขได้ไม่น้อยกว่า 6 หลัก

- สามารถใช้กับไฟฟ้า 220 V, 50 Hz ได้

คุณลักษณะทางเทคนิค Function Generator

-Waveform : Sine, Square, Triangle และ TTL Pulse หรือมากกว่า

- Amplitude : >10 Vpp (50W) หรือดีกว่า

- Resolution : 0.1 Hz, 1Hz, 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz หรือดีกว่า

- Frequency Range : 10Hz to 100 kHz (4 Ranges), 100Hz to 1 MHz (4 Ranges) หรือดีกว่า

- Time Base : Oscillation Frequency 60 Hz หรือดีกว่า

DC Power Supply

- Constant Voltage Output :  $\pm 5V$ ,  $\pm 12V$  หรือดีกว่า

- Variable Voltage Output :  $0V \sim \pm 15V$  หรือดีกว่า

General Information

- Power Requirement : AC/AC Adaptor, 230V/15V,

อุปกรณ์ประกอบต่อเครื่อง

- สายไฟ AC POWER CORD จำนวน 1 เส้น

- สายวัดสัญญาณเพื่อทำการทดลอง จำนวน 1 ชุด

- คู่มือการใช้งานอยู่ในรูปแบบหนังสือหรือ CD-ROM จำนวน 1 ชุด

รายการที่ 8 เครื่องสแกนวัตถุ 3 มิติ

จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 เป็นเครื่องสแกนวัตถุ 3มิติ โดยหมุนกล้องรอบวัตถุที่ต้องการ

1.2 มีความแม่นยำในการสแกนวัตถุที่ 0.1 mm หรือต่ำกว่า

1.3 ขนาดวัตถุเล็กสุดที่สามารถสแกนได้ 30x30x30 mm หรือเล็กกว่า

1.4 ขนาดวัตถุมากสุดที่สามารถสแกนได้ในโหมด Auto Scan ที่ 200x200x200 mm หรือใหญ่กว่า

1.5 มีความเร็วในการสแกนในโหมด Auto Scan น้อยกว่า 3 นาที

1.6 ความละเอียดของกล้องที่ 1 Mega Pixel หรือสูงกว่า

1.7 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB

2. อุปกรณ์ประกอบชุด

2.1 ซอตพ์แวร์พร้อมใช้งานเพื่อแสดงผลวัตถุ จำนวน 1 ชุด

2.2 สายเชื่อมต่อ USB จำนวน 1 เส้น



รายการที่ 9 สมาร์ททีวี

จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นทีวีขนาด 55 นิ้วหรือใหญ่กว่า
- 1.2 เป็นระบบ Smart TV ที่มีติดตั้ง application บนจอได้
- 1.3 มีความละเอียด 3600x2000 จุด หรือเทียบเท่าระดับคมชัดระดับ 4k
- 1.4 มีกำลังเอาต์พุตของเสียงระดับ 20 วัตต์หรือสูงกว่า
- 1.5 สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน LAN หรือ Wireless ได้
- 1.6 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ชุดและช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2. อุปกรณ์ประกอบชุด

- 2.1 ขาตั้งทีวีแบบเคลื่อนย้ายได้ จำนวน 1 ตัวต่อเครื่อง

รายการที่ 10 เครื่องพิมพ์สีมัลติฟังก์ชัน

จำนวน 1 เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นพิมพ์สีแบบหลากหลายฟังก์ชัน ประกอบด้วย เครื่องพิมพ์, เครื่องถ่ายและเครื่องสแกนในตัวเดียว
- 1.2 มีช่องการสื่อสารแบบ USB 2.0, Ethernet, Wireless 802.11b/g/n หรือมากกว่า
- 1.3 มีหน่วยความจำ 1GB ภายในเครื่อง
- 1.4 มีความเร็วในการพิมพ์เอกสาร 27 แผ่นต่อนาทีหรือเร็วกว่า
- 1.5 มีความสามารถในการพิมพ์ 2 ด้าน
- 1.6 ความละเอียดการพิมพ์สูงสุด 1200x1200 dpi หรือสูงกว่า
- 1.7 มีหน้าจอบริการการใช้งานเครื่องแบบกราฟฟิก

รายละเอียดอื่น ๆ

1. ผู้ขายรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. กำหนดส่งมอบสินค้าภายใน 100 วัน
3. ภายหลังการส่งมอบสินค้าแล้ว ผู้ขายจะต้องฝึกอบรมการใช้งาน และการบำรุงรักษาให้กับผู้ใช้งานได้อย่างครอบคลุมความสามารถของเครื่อง และด้วยความถูกต้อง โดยผู้ขายจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด
  - 3.1 อบรมการใช้งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติและเครื่องสแกนวัตถุ 3 มิติ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วัน
  - 3.2 อบรมการใช้งานเครื่องมือวัดเพื่อการเขียน Code โปรแกรมสำหรับภาษา python ผ่านพอร์ตการสื่อสารแบบ USB, LAN รวมไปถึงการอบรมการใช้งานเครื่องมือวัด เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วัน
  - 3.3 ผู้ขายแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบส่งสินค้าเพื่อแสดงต่อคณะกรรมการตรวจรับ
  - 3.4 ส่งมอบที่สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ