

## ร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)

### โครงการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการออกแบบระบบสมองกลฝังตัว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน ๔ ชุด

#### ๑. ความเป็นมา

เนื่องจากในปัจจุบันสถานประกอบการต้องการบุคลากรวิศวกรรมไฟฟ้า-โทรคมนาคมสายปฏิบัติการเชิงประจักษ์ ดังนั้นทางหลักสูตรมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำชุดเครื่องมือดังกล่าวนี้มาประกอบการสอนให้กับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า-โทรคมนาคม เพื่อให้นักศึกษาจบไปแล้วสร้างชื่อเสียงให้กับมหาวิทยาลัยและการบรรลุเป้าหมายของการเป็นวิศวกรสายปฏิบัติการซึ่งเป็นการตอบสนองความต้องการของภาครัฐและเอกชน ชุดเครื่องมือจะสามารถนำไปใช้ได้กับรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร นอกจากนี้ยังประโยชน์กับอาจารย์ผู้สอนได้ประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างความรู้ การถ่ายทอดองค์ความรู้ใหม่ตลอดจนใช้ประกอบการสร้างงานวิจัยให้กับมหาวิทยาลัยฯ และชุมชน

#### ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ/คุณภาพได้ เนื่องจากในการทำวิจัย วิทยานิพนธ์ และบริการวิชาการ ในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวิจัยระดับสูงและอุปกรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือในการทดลองที่ต้องการความแม่นยำสูง

๒.๒ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ของประเทศและแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชชมกล้านนาในด้านเพิ่มขีดความสามารถและศักยภาพในเชิงวิชาการ การวิจัย และการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติให้สอดคล้องกับวิทยาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ ตลอดจนเพื่อสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมได้

#### ๓. คุณสมบัติผู้มีสิทธิเสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่จะจัดซื้อจัดจ้างดังกล่าว

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขยัน) (นายเอกทัศน์ พงษ์วรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัย  
ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม  
ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่น  
ข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

๓.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก  
ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบ ในปริมาณงาน สิ่งของ หรือ  
มูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่น ทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก  
กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการ ร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก  
ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่ง  
เป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วม  
ค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใด รายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการ  
ร่วมค้า

๓.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย  
อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

๓.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการเป็นไปตามหนังสือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อ  
จัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ) ๐๔๐๕.๒/ว๑๒๔ ลงวันที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๖ ข้อ ๑.๑  
และข้อ ๑.๒

#### ๔. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการออกแบบระบบสมองกลฝังตัว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่  
จำนวน ๔ ชุด ประกอบด้วย

- |  |                 |
|--|-----------------|
| ๑. ชุดฝึกการเรียนรู้ สมองกลฝังตัวและไอโอที   | จำนวน ๔ ชุด     |
| ๒. ดิจิตอลออสซิลโลสโคปมีฟังก์ชัน Bode plot เพื่อใช้วิเคราะห์การตอบสนองทางด้านความถี่<br>(frequency response) | จำนวน ๔ เครื่อง |
| ๓. เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำแบบอิสระ   | จำนวน ๔ เครื่อง |
| ๔. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบตั้งโต๊ะ   | จำนวน ๔ เครื่อง |
| ๕. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง   | จำนวน ๔ เครื่อง |

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขยัน) (นายเอกทัศน์ พงกขวรรธน์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)



๔.๑ ชุดฝึกการเรียนรู้ สมองกลฝังตัวและไอโอที่จำนวน ๔ ชุด มีคุณลักษณะเฉพาะ ดังนี้

- ๔.๑.๑ ESP๓๒ ทำงานแบบ Dual Core มี โปรเซสเซอร์ ๒ ตัวทำงานได้พร้อมกัน
- ๔.๑.๒ ESP๓๒ มี Wi-Fi และ Bluetooth ๔.๐
- ๔.๑.๓ ESP๓๒ ความถี่ Clock ความเร็วสูงสุดถึง ๒๔๐ MHz
- ๔.๑.๔ ESP๓๒ หน่วยความจำ RAM ๕๑๒ kB
- ๔.๑.๕ ESP๓๒ มีความสามารถอีกหลายหลาย เช่น Capacitive Touch , ADCs , DAC , UART ,SPI ,I๒C

๔.๑.๖ บอร์ดทดลองมีอุปกรณ์ดังนี้

- ๔.๑.๖.๑ เซนเซอร์แก๊สมีเทน
- ๔.๑.๖.๒ เซนเซอร์คาร์บอน
- ๔.๑.๖.๓ เซนเซอร์อุณหภูมิ
- ๔.๑.๖.๔ เซนเซอร์แสง
- ๔.๑.๖.๕ ไจโร
- ๔.๑.๖.๖ เซนเซอร์เลเซอร์
- ๔.๑.๖.๗ ตัวต้านทานปรับค่าได้ ๓ ตัว
- ๔.๑.๖.๘ ปุ่มกด ๓ ปุ่ม
- ๔.๑.๖.๙ จอ OLED
- ๔.๑.๖.๑๐ NEO pixel
- ๔.๑.๖.๑๑ บัสเซอร์
- ๔.๑.๖.๑๒ LED
- ๔.๑.๖.๑๓ มอเตอร์
- ๔.๑.๖.๑๔ รีเลย์
- ๔.๑.๖.๑๕ เซอร์โว

๔.๒ ดิจิตอลออสซิลโลสโคปมีฟังก์ชัน Bode plot เพื่อใช้วิเคราะห์การตอบสนองทางด้านความถี่ (frequency response) จำนวน ๔ เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- ๔.๒.๑ เป็นดิจิตอลสอเรียจอสซิลโลสโคป ที่มีแบนด์วิธ ๕๐ MHz หรือสูงกว่า
- ๔.๒.๒ สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน ๒ ช่องสัญญาณหรือมากกว่า
- ๔.๒.๓ มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑ GSa/s หรือดีกว่า
- ๔.๒.๔ จอภาพชนิด WVGA ขนาด ๗ นิ้วหรือดีกว่า
- ๔.๒.๕ มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า ๙๙,๐๐๐ waveform/sec
- ๔.๒.๖ สามารถวิเคราะห์ Serial protocol แบบ : I<sup>2</sup>C, UART/RS-๒๓๒

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฤชดา ยิ่งขันธ์) (นายเอกทัศน์ พงษ์วรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)

- ๔.๒.๗ มีฟังก์ชัน Bode plot เพื่อใช้วิเคราะห์การตอบสนองทางด้านความถี่ (frequency response)
- ๔.๒.๘ มีช่องจ่ายสัญญาณ ๒๐ MHz (function generator) ภายในเครื่อง
- ๔.๒.๙ มีฟังก์ชัน ZOOM สำหรับดูสัญญาณเฉพาะส่วนที่ต้องการได้
- ๔.๒.๑๐ มีช่องจ่ายสัญญาณเสริมเพื่อใช้สำหรับอบรมและฝึกการใช้งานเครื่อง (Training signal)
- ๔.๒.๑๑ เมนูการใช้งานภาษาไทยบนตัวเครื่อง
- ๔.๒.๑๒ มีช่องต่อ USB ๒.๐ สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล
- ๔.๒.๑๓ มีเอกสารแต่งตั้งตัวแทนการขายจากผู้ผลิต

#### รายละเอียดเฉพาะ

- ๔.๒.๑๔ มีหน่วยความจำ : ๒๐๐ kpts หรือมากกว่า
- ๔.๒.๑๕ โหมดการแสดงผลในแกนเวลา : ปกติ (Normal), X-Y และ Roll
- ๔.๒.๑๖ Vertical Range : ๑ mV/div ถึง ๑๐ V/div หรือกว้างกว่า
- ๔.๒.๑๗ DC Gain Accuracy : ๔% หรือดีกว่า
- ๔.๒.๑๘ Maximum Input Voltage : ๑๕๐ Vrms, ๒๐๐ Vpk หรือสูงกว่า
- ๔.๒.๑๙ Time base range : ๕ ns/div ถึง ๕๐ s/div หรือกว้างกว่า
- ๔.๒.๒๐ Time base accuracy : ๕๐ ppm  $\pm$  ๕ ppm per year หรือดีกว่า
- ๔.๒.๒๑ Trigger coupling : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือดีกว่า
- ๔.๒.๒๒ Acquisition modes: Normal, Averaging, Peak, High resolution หรือมากกว่า
- ๔.๒.๒๓ Trigger mode : Edge, Pulse width, Video, หรือมากกว่า
- ๔.๒.๒๔ FFT window modes : Hanning, flat top, Blackman-Harris หรือมากกว่า
- ๔.๒.๒๕ Trigger holdoff range : ได้ตั้งแต่ ๖๐ ns ถึง ๑๐ s หรือกว้างกว่า
- ๔.๒.๒๖ ฟังก์ชันรูปสัญญาณ Math : Add, Subtract, multiply, divide, FFT, filter หรือมากกว่า

๔.๓ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำแบบอิสระ จำนวน ๔ เครื่อง

#### รายละเอียดทั่วไป

- ๔.๓.๑ เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณแบบตั้งโต๊ะชนิด ๑ ช่องสัญญาณ
- ๔.๓.๒ สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่น Sine ที่มีความถี่ของการสร้างสัญญาณได้สูงสุด ๒๐ MHz หรือสูงกว่า

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขันธ์) (นายเอกทัศน์ พลภุชวรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)



- ๔.๓.๓ สามารถสร้างสัญญาณมาตรฐาน เช่น Sine, square, ramp, pulse, triangle, Gaussian noise, DC หรือดีกว่า
- ๔.๓.๔ สามารถทำงานในโหมด Continuous, modulate, frequency sweep, gated burst หรือดีกว่า
- ๔.๓.๕ สามารถสร้างสัญญาณ Arbitrary แบบ Cardiac, exponential fall, exponential rise, Gaussian pulse, haversine, Lorentz, D-Lorentz หรือดีกว่า
- ๔.๓.๖ สามารถมอดูเลชั่นสัญญาณแบบ Amplitude modulation (AM), frequency modulation (FM), phase modulation (PM), frequency shift keying (FSK) หรือดีกว่า
- ๔.๓.๗ สามารถเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน USB และ LAN
- ๔.๓.๘ สามารถใช้กับไฟ ๒๒๐V, ๕๐ Hz ได้
- ๔.๓.๙ หน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า ๗-inch WVGA display
- ๔.๓.๑๐ บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต เพื่อรองรับบริการหลังการขาย

#### รายละเอียดเฉพาะ

ดังนี้

- ๔.๓.๑๑ เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Sine ที่มีลักษณะดังนี้
- ๔.๓.๑๑.๑. ย่านความถี่ (Frequency range) : ๑  $\mu$ Hz to ๒๐ MHz
- ๔.๓.๑๑.๒. ความละเอียด (resolution) : ๑  $\mu$ Hz
- ๔.๓.๑๑.๓. ค่า Phase noise (SSB) ไม่เกิน ๑๐ kHz offset: -๑๐๕ dBc / Hz หรือดีกว่า
- ๔.๓.๑๒ เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Square and pulse ที่มีลักษณะ
- ๔.๓.๑๒.๑. ย่านความถี่ (Frequency ranges) : ๑  $\mu$ Hz to ๑๐ MHz
- ๔.๓.๑๒.๒. ความละเอียด (resolution) : ๑  $\mu$ Hz
- ๔.๓.๑๒.๓. มีค่า Jitter :  $\leq 5$  MHz: ๒ ppm of the period + ๑๐๐ ps > ๕ MHz: ๑๐๐ ps
- ๔.๓.๑๓ เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Ramp and triangle ที่มีลักษณะดังนี้
- ๔.๓.๑๓.๑. ย่านความถี่ (Frequency ranges) : ๑  $\mu$ Hz to ๒๐๐ kHz
- ๔.๓.๑๓.๒. ความละเอียด (resolution) : ๑  $\mu$ Hz
- ๔.๓.๑๓.๓. มีค่า Linearity (typical) :  $\leq 0.1\%$  from ๕% to ๙๕% of the signal amplitude ( $V_{out} \geq 1$  Vpp)
- ๔.๓.๑๔ เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Arbitrary waveforms ที่มีลักษณะดังนี้
- ๔.๓.๑๔.๑. ความยาวของรูปคลื่น (Waveform length) : ๘ Sa to ๘ MSa per channel (maximum up to ๑ MSa per waveform)

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขยัน) (นายเอกทัศน์ พุกขวรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพร ขัดปิก)

๔.๓.๑๔.๒. อัตราการสุ่ม (Sample rate) : ๑  $\mu$ Sa/s to ๒๕๐ MSa/s, ๑  $\mu$ Sa/s resolution

๔.๓.๑๔.๓. ความละเอียดของแรงดัน (Voltage resolution) : ๑๖ bits

#### ๔.๔ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบตั้งโต๊ะจำนวน ๔ เครื่อง

##### รายละเอียดทั่วไป

- ๔.๔.๑ เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดค่า DC voltage, DC current, true RMS AC voltage, AC Current, two- and four-wire resistance, frequency, continuity, diode test, temperature, and capacitance ได้
- ๔.๔.๒ จอแสดงผลแบบ ๗-inch dual-measurement color display หรือดีกว่า
- ๔.๔.๓ มีความเร็วในการอ่านค่า reading rate up to ๑๑๐ readings/s
- ๔.๔.๔ มีหน่วยความจำ ๕,๐๐๐ points logging memory สำหรับการเก็บข้อมูลหรือดีกว่า
- ๔.๔.๕ พอร์ตสำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบ built-in gigabit LAN and USB หรือดีกว่า
- ๔.๔.๖ รองรับการใช้งาน USB flash drive สำหรับ copy / load การตั้งค่า เพื่อง่ายต่อการทดสอบซ้ำ
- ๔.๔.๗ สามารถทำงานได้ช่วงอุณหภูมิ ๐ °C to ๕๕ °C หรือดีกว่า
- ๔.๔.๘ ผ่านมาตรฐาน Tested to IEC/EN ๖๐๐๘๖-๒, CAT II, ๓๐๐ V: CAT I ๑๐๐๐ Vdc ๗๕๐ Vac rms
- ๔.๔.๙ บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต เพื่อรองรับบริการหลังการขาย

##### รายละเอียดเฉพาะ

- ๔.๔.๑๐ ฟังก์ชัน DC voltage; ย่านการวัด (Range) : ๑๐๐.๐๐๐ mV, ๑.๐๐๐๐๐ V, ๑๐.๐๐๐๐ V, ๑๐๐.๐๐๐ V, ๑๐๐๐.๐๐ V หรือดีกว่ามีความแม่นยำ (Accuracy) : ๐.๐๒๕ + ๐.๐๐๕ ที่ย่าน ๑๐.๐๐๐๐ V, ๑๐๐.๐๐๐ V (ที่ ๒๓ °C  $\pm$  ๕ °C )
- ๔.๔.๑๑ ฟังก์ชัน Resistance; ย่านการวัด (Range) : ๑๐๐.๐๐๐  $\Omega$ , ๑.๐๐๐๐๐ k $\Omega$ , ๑๐.๐๐๐๐ k $\Omega$ , ๑๐๐.๐๐๐ k $\Omega$ , ๑.๐๐๐๐๐ M $\Omega$ , ๑๐.๐๐๐๐ M $\Omega$ , ๑๐๐.๐๐๐ M $\Omega$  หรือดีกว่า มีความแม่นยำ (Accuracy) : ๐.๐๖๕ + ๐.๐๐๕ ที่ย่าน ๑๐.๐๐๐๐ k $\Omega$ , ๑๐๐.๐๐๐ k $\Omega$ , ๑.๐๐๐๐๐ M $\Omega$  (ที่ ๒๓ °C  $\pm$  ๕ °C )
- ๔.๔.๑๒ ฟังก์ชัน DC current ย่านการวัด (Range) : ๑๐.๐๐๐๐ mA, ๑๐๐.๐๐๐ mA, ๑.๐๐๐ ๐๐ A, ๓.๐๐๐ ๐ A หรือดีกว่ามีความแม่นยำ (Accuracy) : ๐.๑๐ + ๐.๐๑๕ (ที่ ๒๓ °C  $\pm$  ๕ °C )
- ๔.๔.๑๓ ฟังก์ชัน True RMS AC voltage; ย่านการวัด (Range) : ๑๐๐.๐๐๐ mV, ๑.๐๐๐ ๐๐V to ๗๕๐.๐๐ V หรือดีกว่ามีความแม่นยำ (Accuracy) : ๐.๒ + ๐.๑ ที่ช่วงความถี่ ๔๕ Hz - ๑๐ kHz (ที่ ๒๓ °C  $\pm$  ๕ °C )

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขันธ์) (นายเอกทัศน์ พุกขวรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)



๔.๔.๑๔ ฟังก์ชัน True RMS AC current; ย่านการวัด (Range) : ๑๐.๐๐๐๐ mA to ๓.๐๐๐ ๐A  
มีความแม่นยำ (Accuracy) : ๐.๕ + ๐.๑ ที่ช่วงความถี่ ๔๕ Hz – ๑ kHz (ที่ ๒๓ °C ± ๕ °C ) มี Math ฟังก์ชันดังนี้ Null, dBm, dB, Min/Max/Avg, hold limit test

#### ๔.๕ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจำนวน ๔ เครื่อง

##### รายละเอียดทั่วไป

- ๔.๕.๑. ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาออก: ๐-๖๐.๐๐V
- ๔.๕.๒. ช่วงกระแสไฟขาออก: ๐-๒๔.๐๐A
- ๔.๕.๓. ช่วงกำลังไฟขาออก: ๐-๑๔๔๐W
- ๔.๕.๔. ความละเอียดในการวัดการตั้งค่ากระแสไฟขาออก: ๐.๐๑A
- ๔.๕.๕. ความแม่นยำของแรงดันไฟฟ้าขาออกระหว่างการตั้งค่าและการวัด:  $\pm(๐.๓\% + ๓ \text{ หลัก})$
- ๔.๕.๖. ช่วงตรวจอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ภายนอก:  $-๑๐\text{ }^{\circ}\text{C} \sim ๑๐๐\text{ }^{\circ}\text{C}/๐\text{ }^{\circ}\text{F} \sim ๒๐๐\text{ }^{\circ}\text{F}$
- ๔.๕.๗. เซ็นเซอร์ภายนอกตรวจอุณหภูมิความถูกต้อง:  $\pm ๓\text{ }^{\circ}\text{C}/\pm ๖\text{ }^{\circ}\text{F}$
- ๔.๕.๘. เวลาตอบสนองโหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่: ๒ms (โหลด๐.๑A ๕A)
- ๔.๕.๙. การควบคุมโหมดโหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่:  $\pm(๐.๑\% + ๒ \text{ หลัก})$
- ๔.๕.๑๐. การควบคุมโหมดโหมดกระแสคงที่:  $\pm(๐.๑\% + ๓ \text{ หลัก})$
- ๔.๕.๑๑. เวลาตอบสนองโหมดแรงดันไฟฟ้าคงที่:  $\pm ๒\%$
- ๔.๕.๑๒. การตั้งค่าความสว่างหน้าจอ: ๐-๕ (รวม๖ระดับ)

#### ๕. เงื่อนไขอื่น ๆ

๑. ครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนและเป็นของแท้จากผู้ผลิต ไม่ได้มีการถอดหรือใส่ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเข้าไป
๒. ในการส่งมอบครุภัณฑ์ หากมีการชำรุดบกพร่องเสียหาย หรือมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ได้ระบุไว้ให้ผู้ขายเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้กับมหาวิทยาลัย โดยไม่มีข้อโต้แย้งใด ๆ
๓. ผู้ขายต้องจัดให้มีการสาธิตและสอนการใช้งานพร้อมทั้งการบำรุงรักษาที่ถูกต้องให้แก่พนักงานอาจารย์มหาวิทยาลัย หรือผู้ที่เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้
๔. ระบบไฟฟ้าของครุภัณฑ์ใช้ได้กับระบบไฟฟ้าของประเทศไทย พร้อมมีระบบสายกราวด์ เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว โดยใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. หรือเทียบเท่าสากล และระบบไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งขันธ์) (นายเอกทัศน์ พลภุขวรรณ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)

๖. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมด ภายในระยะเวลา ๑๒๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

๗. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ (เลือกหลักเกณฑ์แบบใดแบบหนึ่ง)

๑. ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาคัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา (ใช้ราคาต่ำสุด)

๘. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

งบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการออกแบบระบบสมองกลฝังตัว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน ๔ ชุด จำนวนเงิน ๕๐๐,๐๐๐ บาท (ห้าแสนบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

๙. งวดงานและการจ่ายเงิน (เลือกแบบใดแบบหนึ่ง)

มหาวิทยาลัยจะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยได้รับมอบสิ่งของไว้โดยครบถ้วนแล้ว

๑๐. อัตราค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัย เป็นรายวันอัตราร้อยละ ๐.๒๐ (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

๑๑. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือข้อขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา ๑ ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือข้อขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน ๓๐ วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

คณะกรรมการผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษดา ยิ่งยั่น)

ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(นายเอกทัศน์ พฤกษวรรณ)

ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระพีพันธ์ ชัดปิก)