

ขอบเขตของงาน (Term of Reference: TOR) และข้อกำหนด  
โครงการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม  
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



หน้า 1/89

วันที่

หน้า 1

## สารบัญ

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ความเป็นมา.....                                                                                                                                                                | 4  |
| 2. วัตถุประสงค์.....                                                                                                                                                              | 5  |
| 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา.....                                                                                                                                                      | 5  |
| 4. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ.....                                                                                                                                        | 6  |
| 5. คุณสมบัติเฉพาะ.....                                                                                                                                                            | 6  |
| 6 การฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี.....                                                                                                                                              | 9  |
| 7. ระยะเวลาดำเนินการ.....                                                                                                                                                         | 9  |
| 8 กำหนดส่งมอบ .....                                                                                                                                                               | 10 |
| 9 รายการส่งมอบ.....                                                                                                                                                               | 10 |
| 10 สถานที่ส่งมอบ .....                                                                                                                                                            | 10 |
| 11 วงเงินในการจัดซื้อ.....                                                                                                                                                        | 10 |
| 12 การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ.....                                                                                                                             | 10 |
| 13 เงื่อนไขการชำระเงิน .....                                                                                                                                                      | 11 |
| 14 ค่าปรับ .....                                                                                                                                                                  | 11 |
| 15 กำหนดยี่นราคา.....                                                                                                                                                             | 11 |
| 16 เงื่อนไขอื่น ๆ.....                                                                                                                                                            | 11 |
| 17 ข้อสงวนสิทธิ์.....                                                                                                                                                             | 11 |
| 18 หลักประกันการเสนอราคา .....                                                                                                                                                    | 11 |
| ภาคผนวก ก. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB .....                                                                                 | 13 |
| ภาคผนวก ข. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับระบบทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS)..... | 48 |
| ภาคผนวก ค. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB .....                                                                                           | 55 |
| ภาคผนวก ง. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat.....                                                        | 68 |
| ภาคผนวก จ. หลักเกณฑ์การพิจารณาคะแนน.....                                                                                                                                          | 75 |



|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| บัญชีแนบท้าย รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม ..... | 81 |
|-------------------------------------------------------------------------|----|

## สารบัญภาพ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างโต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 3 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB ..... | 39 |
| ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่างโต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 4 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB ..... | 40 |
| ภาพที่ 3 ตัวอย่างตู้แบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB .....     | 41 |
| ภาพที่ 4 ตัวอย่างเก้าอี้ใช้ในห้อง clean room .....                           | 44 |
| ภาพที่ 5 ตัวอย่างเก้าอี้ห้องปฏิบัติการ .....                                 | 45 |
| ภาพที่ 6 ตัวอย่างเก้าอี้ทำงาน .....                                          | 45 |
| ภาพที่ 7 ตัวอย่างโต๊ะทดสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-461 (EUT ติดตั้งบนโต๊ะ) .....   | 52 |
| ภาพที่ 8 ตัวอย่าง 3U Cubesat Structure .....                                 | 68 |
| ภาพที่ 9 ตัวอย่างอุปกรณ์ระบบสื่อสารสำหรับดาวเทียม Cubesat .....              | 70 |

## สารบัญตาราง

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตารางที่ 1 ตารางรายการอุปกรณ์สำหรับการทดสอบหัวข้อ CE102 CS101 CS114 CS115 CS116 ..... | 49 |
| ตารางที่ 2 ตารางเกณฑ์การพิจารณาคะแนนด้านเทคนิค .....                                  | 75 |





หน้า 3/89

8 ม.ค. 62

  
นาย

ขอบเขตของงาน (Term of Reference: TOR) และข้อกำหนด  
โครงการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม  
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

---

1. ความเป็นมา

ตามมติคณะรัฐมนตรี ในการประชุมเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2560 อนุมัติการดำเนินโครงการระบบดาวเทียมสำรวจเพื่อการพัฒนา หรือ THEOS-2 โดยมอบหมายให้สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : สทอภ. เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ ซึ่งหนึ่งในภารกิจในโครงการ THEOS-2 นั้น คือการเตรียมความพร้อมโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยอาคารประกอบและทดสอบดาวเทียม และอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม เพื่อรองรับการพัฒนาชิ้นส่วนอุปกรณ์ สร้าง ประกอบ และทดสอบดาวเทียม โดยเฉพาะดาวเทียมขนาดเล็กในประเทศไทย

สทอภ. มีความประสงค์จะจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม เพื่อใช้สำหรับงานสนับสนุน การออกแบบ ประกอบ และการทดสอบระบบดาวเทียม ตลอดจนการดำเนินการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบดาวเทียม รวมทั้ง การวิจัยพัฒนาต่อเนื่องด้านเทคโนโลยีอวกาศและอากาศยาน สทอภ. จึงจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือฯ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิจัย พัฒนา นวัตกรรม และการสร้างความพร้อมของบุคลากรในการวิจัยพัฒนาเข้าสู่ตลาดอุตสาหกรรมอวกาศและอากาศยานของประเทศ และในระดับนานาชาติ

คำนิยาม

|                         |                                                                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MIL-STD-461             | United States Military Standard<br>(test equipment for Electromagnetic compatibility)           |
| IEC                     | International Electrotechnical Commission                                                       |
| IEEE 299 หรือ EN50147-1 | IEEE Standard Method for Measuring the Effectiveness<br>of Electromagnetic Shielding Enclosures |
| ISO 9001                | ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001                                           |
| ISO/IEC 17025           | หน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025                                         |
| TIS, CE, FCC Marking    | เครื่องหมายรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์                                                               |
| EUT                     | Equipment Under Test                                                                            |
| EMI                     | Electromagnetic Interference Testing                                                            |
| EMS                     | Electromagnetic Susceptibility Testing                                                          |
| Sub-System LAB          | Sub-System Laboratory                                                                           |
| RF LAB                  | Radio Frequency Laboratory                                                                      |
| Cubesat 1 U             | ดาวเทียมขนาดเล็ก มีขนาด 10 x 10 x 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร                                          |

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมการพัฒนา ระบบดาวเทียมให้มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามมาตรฐานสากล สทอภ. จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการรองรับการทดลอง วิจัย พัฒนา อุปกรณ์ ชิ้นส่วน และซอฟต์แวร์ ระบบดาวเทียม นอกจากนี้แล้วยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับการพัฒนา ระบบปฏิบัติการภาคพื้นดิน โดยมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

- 2.1 จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB
- 2.2 จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับระบบทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS)
- 2.3 จัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB
- 2.4 จัดหาอุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat

## 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุตามที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.2 ผู้เสนอราคาสามารถดำเนินการได้ในรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้
  - 3.2.1 ผู้เสนอราคาเป็นนิติบุคคลรายเดียว
  - 3.2.2 ผู้เสนอราคาเป็นกิจการร่วมค้า (Joint Venture) ต้องแสดงวัตถุประสงค์ของการร่วมงาน และภาระผูกพันในการรับผิดชอบร่วมกันในการดำเนินงานตามที่ สทอภ. กำหนดจนแล้วเสร็จสมบูรณ์ โดยต้องยื่นหนังสือข้อตกลงการร่วมค้าพร้อมการยื่นข้อเสนอ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้ง เวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกัน หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาครั้งนี้
- 3.6 นิติบุคคลที่จะเข้าร่วมเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องในสาระสำคัญ
- 3.7 นิติบุคคลที่เข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ
- 3.8 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้
- 3.9 ผู้เสนอราคาต้องผ่านการคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นในการจัดซื้อของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)



#### 4. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ จะพิจารณาข้อเสนอผู้เสนอราคาประกอบด้วย

- |                                   |              |    |       |
|-----------------------------------|--------------|----|-------|
| - พิจารณาจากข้อกำหนดทางด้านเทคนิค | น้ำหนักคะแนน | 70 | คะแนน |
| - พิจารณาจากราคาที่เสนอ           | น้ำหนักคะแนน | 30 | คะแนน |

รายละเอียดการพิจารณาคะแนนข้อกำหนดทางด้านเทคนิคอ้างอิงตามภาคผนวก จ.

#### 5. คุณสมบัติเฉพาะ

##### 5.1 คุณสมบัติทั่วไป

5.1.1 ผู้เสนอราคา ต้องยื่นข้อเสนอทางเทคนิค (Technical Proposal) ประกอบด้วย

5.1.1.1 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบ (Compliance Table) ระหว่างข้อกำหนดของ สทอภ. พร้อมระบุอย่างชัดเจนในแต่ละรายการว่าตรงกับข้อกำหนดของ สทอภ. ในข้อใด

5.1.1.2 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำเอกสารรายละเอียดคุณสมบัติของอุปกรณ์ เครื่องมือ (Data Sheet หรือ Catalog หรือ Brochure) พร้อมรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification) ระบุรุ่นที่เสนอทุกรายการ (Model Number, Part Number) โดยต้องทำเครื่องหมายและหมายเลขข้อกำหนดที่อ้างอิงอย่างชัดเจนเพื่อประกอบการพิจารณาของคณะกรรมการฯ และรายการตามภาคผนวก ข. ต้องเสนอผังการเชื่อมต่อ (Wiring Diagram)

5.1.1.3 ผู้เสนอราคาต้องยื่นผลงานการขายเครื่องมือวัด เป็นวงเงินไม่น้อยกว่า 10,000,000 บาท (สิบล้านบาทถ้วน) ในสัญญาเดียวเป็นคู่สัญญาโดยตรงกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชน ภายใน 5 ปี นับจากวันยื่นข้อเสนอและเป็นสัญญาที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว อย่างน้อย 1 สัญญา โดยผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารสำเนาสัญญาการซื้อขายและสำเนาใบกำกับภาษี พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

5.1.1.4 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตเครื่องมือวัดที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 หรือผู้แทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์เสนอขายในปีปัจจุบัน รายการตาม”บัญชีแนบท้าย รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม” โดยต้องยื่นหลักฐานพร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

5.1.1.5 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำแผนการ Calibration รายการตาม”บัญชีแนบท้าย รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม” พร้อมรายชื่อศูนย์บริการภายในประเทศ และหน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับมาตรฐาน ISO/IEC 17025

5.1.1.6 ผู้เสนอราคาต้องเสนอแผนการดำเนินงาน (Implementation Plan) ให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่ส่งมอบงาน

5.1.1.7 ผู้เสนอราคาต้องเสนอแผนการติดตั้ง (Installation Procedure) และแผนการทดสอบก่อนส่งมอบ (Onsite Acceptance Test Procedure) พร้อมขั้นตอนอย่างละเอียด ในรายการตามภาคผนวก ข.

  
หน้า 6/89 นว  
หน้า ๘

- 5.1.1.8 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางประมาณการใช้ภาระโหลดไฟฟ้า ของอุปกรณ์  
เครื่องมือวัด โดยแยกตามรายการแต่ละภาคผนวกให้ชัดเจน
- 5.1.1.9 ผู้เสนอราคาต้องเสนอแผนการอบรม ประกอบด้วย หัวข้อการจัดอบรม รายการ  
เครื่องมือวัดที่จะทำการอบรม และรายละเอียดเนื้อหาการอบรม การใช้งาน  
และการบำรุงรักษา ณ สถานที่ส่งมอบ (Onsite Training) ทุกภาคผนวก
- 5.1.1.10 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำเอกสารตามภาคผนวก ข. ประกอบด้วย Company  
profile และหนังสือรับรองจากโรงงานผู้ผลิต ระบบฯ ที่เสนอเป็นไปตาม  
มาตรฐาน MIL-STD-461 Rev. F หรือ G (หรือเทียบเท่า) และหนังสือรับรอง  
ผลงานจากหน่วยงานผู้ใช้งาน รุ่นที่เสนอเคยติดตั้งใช้งานภายในประเทศ หรือใน  
ต่างประเทศ ไม่น้อยกว่า 1 สถานที่
- 5.1.1.11 ผู้เสนอราคาต้องมี วิศวกร (EMC Engineer) หรือผู้เชี่ยวชาญด้าน EMC หรือ  
EMI/EMS ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คน ตาม  
รายการภาคผนวก ข. ซึ่งเป็นผู้ควบคุมการติดตั้งระบบฯ และเป็นผู้อบรมการ  
ใช้งาน ให้คำปรึกษาหลังการขาย โดยแนบประวัติการทำงานและเอกสาร  
รับรองความเชี่ยวชาญ หรือ Certificate ลงนามรับรองสำเนาถูกต้อง
- 5.1.2 ผู้ขายต้องส่งมอบพร้อมติดตั้งตามพื้นที่ที่ สทอภ. กำหนด และสามารถดำเนินการทดสอบ  
ได้ตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดที่อ้างอิง หาก สทอภ. พิสูจน์ได้ว่าพัสดุที่เสนอและส่งมอบ  
ไม่ใช่เครื่องมือวัดตามเกณฑ์มาตรฐานที่อ้างอิง เช่น ค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนขั้นต่ำ  
คุณสมบัติทางเทคนิคที่อ้างอิง เป็นต้น ผู้ขายต้องจัดหาหรือเปลี่ยนพัสดุโดยไม่มีค่าใช้จ่าย  
เพิ่มเติม
- 5.1.3 ผู้ขายต้องติดตั้ง เชื่อมต่อ และทดสอบระบบที่เกี่ยวข้องให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์  
ทั้งนี้วัสดุ และอุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการจัดหา แต่มีความจำเป็นที่ต้องติดตั้ง  
เพื่อให้ระบบสามารถทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทดสอบดาวเทียม  
สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ รายการตามภาคผนวก ข ผู้ขายจะต้องจัดหาพร้อมติดตั้ง  
ให้ระบบฯสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 5.1.4 ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำเข้าและส่งออก ในการจัดหาเครื่องมือสำหรับการ  
ประกอบ การติดตั้ง การทดสอบ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการดำเนินการทั้งหมด
- 5.1.5 ผู้ขายต้องรับผิดชอบการดำเนินการลงทะเบียน และขออนุญาตอุปกรณ์ กสทช. และ  
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้องเป็นไปตามระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- 5.1.6 กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ นอกเหนือจากที่ สทอภ. ได้เคยเห็นชอบไว้ ผู้ขายต้อง  
ดำเนินการแจ้ง สทอภ. ทราบล่วงหน้าอย่างน้อย 30 วัน และให้ความเห็นชอบก่อนการ  
ส่งมอบทุกครั้ง
- 5.1.7 ผู้ขายต้องสำรวจตำแหน่งที่ติดตั้งอาคารปฏิบัติการดาวเทียม จัดทำผังการติดตั้ง (Layout)  
เสนอขออนุมัติคณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ให้ความเห็นชอบก่อนการส่งมอบภายใน  
15 วันทำการนับถัดจากวันลงนามในสัญญา
- 5.1.8 ผู้ขายต้องศึกษารายละเอียด และทำความเข้าใจขอบเขตของงาน (TOR) ตลอดจนปัญหา  
ข้อขัดแย้งหรือไม่ชัดเจนต่าง ๆ ให้ถูกต้องเสียก่อน เมื่อผู้ขายเริ่มดำเนินการแล้วเกิดมี  
ปัญหาจากข้อขัดแย้งหรือคลาดเคลื่อนไม่ชัดเจนก็ตาม รวมถึงอุปกรณ์ เครื่องมือ



เครื่องมือวัดนั้น ผลิตหรือประกอบไม่ดีพอและไม่สามารถทำการติดตั้งหรือทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์ แต่เป็นสิ่งจำเป็นจะต้องมีตามหลักเทคนิค ผู้ขายจะต้องดำเนินการแก้ไข โดยเร็วที่สุดและไม่เรียกร่วงเวลาตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นใดเพิ่มเติมทั้งสิ้น

- 5.1.9 ผู้ขายสามารถเข้าดำเนินการ ติดตั้ง ทดสอบ ส่งมอบงานตามสัญญาจ้างทั้งหมดและการ ดำเนินการที่เกี่ยวข้องตามสัญญาได้ในวัน-เวลาราชการ จันทร์-ศุกร์ (ยกเว้น วันหยุดราชการหรือวันหยุดนักขัตฤกษ์) ตั้งแต่ เวลา 08.00 น.- เวลา 17.00 น. ในกรณีที่ ผู้ขายมีความจำเป็นต้องเข้าดำเนินงานฯ นอกเหนือจากวันและเวลาดังกล่าว จะต้องทำ หนังสือขออนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรพร้อมระบุเหตุผลความจำเป็น และรายชื่อ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของผู้ขายยื่นเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อพิจารณา อนุญาตเป็นคราวๆ ไป

## 5.2 คุณสมบัติด้านเทคนิค

คุณสมบัติทางเทคนิคอุปกรณ์ เครื่องมือวัดที่กำหนดเป็นคุณสมบัติขั้นต่ำ ผู้ขายสามารถเสนอ อุปกรณ์ เครื่องมือวัดที่มีคุณสมบัติดีกว่าที่ระบุในขอบเขตของงานฯ ทั้งนี้ สทอภ. สงวนสิทธิ์ที่จะ พิจารณาข้อเสนอของผู้ขาย โดยผลการพิจารณาของ สทอภ. ถือเป็นที่สุด

- 5.2.1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB ต้องมีคุณสมบัติทาง เทคนิคขั้นต่ำ ตามรายละเอียด ภาคผนวก ก.
- 5.2.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดสำหรับการทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทาง แม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS) ต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำ ตามรายละเอียด ภาคผนวก ข.
- 5.2.3 อุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB ต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำ ตามรายละเอียด ภาคผนวก ค.
- 5.2.4 อุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการ ออกแบบ Cubesat ต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำ ตามรายละเอียด ภาคผนวก ง.
- 5.2.5 เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB และเครื่องมือวัดสำหรับการ ทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า และเครื่องมือวัดสำหรับ ห้องปฏิบัติการ RF LAB ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน และไม่ใช้สินค้า คงค้าง ตกรุ่น แสดงวันที่ผลิตย้อนหลังไม่เกิน 3 ปี และไม่ใช้สินค้ากลุ่ม refurbished
- 5.2.6 เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB และเครื่องมือวัดสำหรับการ ทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า และเครื่องมือวัดสำหรับ ห้องปฏิบัติการ RF LAB ยกเว้น สายสัญญาณ หัวต่อ อุปกรณ์ต่อพ่วง ต้องส่งมอบพร้อม เอกสาร Factory Acceptance Test และ Certificate of Calibration จากโรงงาน ผู้ผลิต หรือผลการสอบเทียบที่รับรอง โดยหน่วยงานสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ออกเอกสารรับรองการทดสอบไม่เกิน 120 วัน ก่อนวันกำหนดส่งมอบกับ สทอภ.
- 5.2.7 เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB และเครื่องมือวัดสำหรับการ ทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า และเครื่องมือวัดสำหรับ ห้องปฏิบัติการ RF LAB ยกเว้นสายสัญญาณ หัวต่อ อุปกรณ์ต่อพ่วง ต้องส่งมอบคู่มือการ ใช้งานอุปกรณ์ (User Manual) และคู่มือบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Manual) ทั้ง



ในรูปแบบของเอกสารพิมพ์ (Hard Copy) และในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Digital File) อย่างละ 5 ชุด

- 5.2.8 เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB และเครื่องมือวัดสำหรับการทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า และเครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB ยกเว้นสายสัญญาณ หัวต่อ อุปกรณ์ต่อพ่วง ต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ CE หรือ FCC หรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องรับรองผลิตภัณฑ์ ตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

## 6 การฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผู้ขาย จะต้องนำเสนอแผนการฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 6.1 ผู้ขายต้องจัดทำแผนการอบรม วัตถุประสงค์เนื้อหาการอบรมในแต่ละหลักสูตร โดยหลักสูตรต้องทำการอธิบายอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถใช้งานอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง ทั้งนี้ผู้ขายต้องจัดทำแบบทดสอบ และรายงานผลการทดสอบของ ผู้เข้ารับการอบรมรายงานต่อ สทอภ.
- 6.2 ผู้ขายต้องจัดทำสื่อการสอนต้องถูกจัดทำอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจ วัตถุประสงค์ของการใช้อุปกรณ์, เข้าใจกระบวนการทำงานของอุปกรณ์, เข้าใจการตั้งค่าพารามิเตอร์ และอ่านค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์, เข้าใจการแสดงผล และการรายงานผลของอุปกรณ์ และเข้าใจวิธีการบำรุงรักษา ส่งมอบ สทอภ.
- 6.3 ผู้ขายต้องดำเนินการจัดอบรมตามแผนงาน ณ สถานที่ส่งมอบ (Onsite Training) แก่เจ้าหน้าที่ สทอภ. จำนวนไม่น้อยกว่า 5 คน ต่อรายการหรืออุปกรณ์

## 7. ระยะเวลาดำเนินการ

ผู้ขายจะต้องดำเนินการตามขอบเขตของงานและข้อกำหนดฯ รวมทั้ง ส่งมอบงานให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 300 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยแบ่งการส่งมอบงานเป็นงวดๆ จำนวน 3 งวด ดังนี้

- 7.1 งวดที่ 1 ผู้ขายต้องดำเนินการส่งมอบ ติดตั้ง และทดสอบการใช้งาน พร้อมคู่มือ และอบรมการใช้ให้แล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้าง โดยประกอบด้วย
- 7.1.1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB รายละเอียดตามภาคผนวก ค.
- 7.1.2 คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (User Manual), คู่มือบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Manual), เอกสาร Factory Acceptance Test และ เอกสาร Certificate of Calibration และการฝึกอบรม เฉพาะรายการเครื่องมือวัดตามภาคผนวก ค.
- 7.2 งวดที่ 2 ผู้ขายต้องดำเนินการส่งมอบ ติดตั้ง และทดสอบการใช้งาน พร้อมคู่มือ และอบรมการใช้ให้แล้วเสร็จภายใน 240 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้าง โดยประกอบด้วย
- 7.2.1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB รายละเอียดตามภาคผนวก ก.
- 7.2.2 คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (User Manual), คู่มือบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Manual), เอกสาร Factory Acceptance Test และ เอกสาร Certificate of Calibration และการฝึกอบรม เฉพาะรายการเครื่องมือวัดตามภาคผนวก ก.

7.3 งวดที่ 3 ผู้ขายต้องดำเนินการส่งมอบ ติดตั้ง และทดสอบการใช้งาน พร้อมคู่มือ และอบรมการใช้ รวมทั้งการดำเนินงานทั้งหมดภายใต้สัญญาให้แล้วเสร็จภายใน 300 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้าง โดยประกอบด้วย

7.3.1 อุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับการทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS) รายละเอียดตาม ภาคผนวก ข.

7.3.2 คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (User Manual), คู่มือบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Manual), เอกสาร Onsite Acceptance Test และ Factory Acceptance Test และ เอกสาร Certificate of Calibration รายการตามภาคผนวก ข.

7.3.3 การฝึกอบรม Onsite Training and Hand on Training ตามภาคผนวก ข.

7.3.4 อุปกรณ์ และชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการ ออกแบบ Cubesat และเอกสารที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดตามภาคผนวก ง.

7.3.5 การฝึกอบรม Onsite Training ตามภาคผนวก ง.

## 8 กำหนดส่งมอบ

ผู้ขายจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมด พร้อมติดตั้งและทดสอบระบบฯ ให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ รวมทั้งฝึกอบรมฯ ให้แล้วเสร็จ ภายในระยะเวลา 300 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาฯ

ทั้งนี้ การส่งมอบพัสดุ ผู้ขายสามารถส่งมอบงานข้ามงวดได้ โดยให้เป็นดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจรับฯ ที่จะให้ความเห็นชอบการส่งงานข้ามงวดได้ โดยพิจารณาการดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานทางวิศวกรรม

## 9 รายการส่งมอบ

ผู้ขายต้องส่งมอบรายการพัสดุ ตามเอกสาร”บัญชีแนบท้าย รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม” ให้ครบถ้วนตามข้อกำหนดฯ

## 10 สถานที่ส่งมอบ

ณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เลขที่ 88 หมู่ 9 ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

## 11 วงเงินในการจัดซื้อ

งบประมาณในการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม เป็นจำนวนเงิน 40,000,000.- บาท (-สี่สิบล้านบาทถ้วน-) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

## 12 การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ

ผู้ขายต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือข้อขัดข้องของสิ่งของ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่ส่งมอบงานครบถ้วนตามข้อกำหนดในสัญญา โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือข้อขัดข้อง อันเนื่องจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายต้องจัดการซ่อมแซมให้แล้วเสร็จ ภายใน 15 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง โดย สทอภ. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องจัดหาอุปกรณ์สำรองใช้งานระหว่างซ่อมแซม แก้ไข ปรับปรุงตามความต้องการของ สทอภ. หากผู้ขายบิดพลิ้ว ไม่กระทำการดังกล่าว หรือไม่ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยภายในเวลาที่ สทอภ. กำหนด สทอภ. มีสิทธิ์

ที่จะดำเนินการแก้ไขตามที่เห็นสมควรเอง หรือจ้างผู้อื่นให้ทำงานนั้น โดยผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบที่เกิดขึ้น  
เพื่อการนี้ทั้งสิ้น

### 13 เงื่อนไขการชำระเงิน

สตอก. จะชำระเงินค่าสิ่งของพร้อมติดตั้งและทดสอบเครื่องมือ ให้แก่ผู้ขายเป็นงวดๆ จำนวน 3 งวด  
ดังนี้

- 13.1 งวดที่ 1 เป็นจำนวนร้อยละ 25 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบงานตามข้อ 7.1  
ถูกต้องครบถ้วน แล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการ  
ตรวจรับพัสดุฯ ได้ตรวจรับเรียบร้อยแล้ว
- 13.2 งวดที่ 2 เป็นจำนวนร้อยละ 25 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบงานตามข้อ 7.2  
ถูกต้องครบถ้วน แล้วเสร็จภายใน 240 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการ  
ตรวจรับพัสดุฯ ได้ตรวจรับเรียบร้อยแล้ว
- 13.3 งวดที่ 3 เป็นจำนวนร้อยละ 50 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบงานตามข้อ 7.3  
ถูกต้องครบถ้วน แล้วเสร็จภายใน 300 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และคณะกรรมการ  
ตรวจรับพัสดุฯ ได้ตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

### 14 ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของพร้อมติดตั้งและทดสอบใช้งานได้ภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา  
ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ สตอก. เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยัง  
ไม่ได้ส่งมอบ

### 15 กำหนดยื่นราคา

ผู้เสนอราคาต้องกำหนดยื่นราคาที่เสนอไม่น้อยกว่า 30 วัน นับถัดจากวันยื่นยื่นราคาสุดท้าย

### 16 เงื่อนไขอื่น ๆ

- 16.1 หากอุปกรณ์เครื่องมือหรือซอฟต์แวร์หรือสิ่งของใดที่ผู้ขายส่งมอบ ละเมิดลิขสิทธิ์หรือ  
ทรัพย์สินทางปัญญาของผู้ใด ผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้น
- 16.2 อุปกรณ์เครื่องมือและซอฟต์แวร์ที่ส่งมอบต้องเป็นสิทธิ์การใช้งานตลอดอายุการใช้งาน
- 16.3 หากอุปกรณ์เครื่องมือมีการปรับปรุงซอฟต์แวร์ควบคุม (Patch Software) หรือระบบ  
ซอฟต์แวร์ต่างๆ ผู้ขายต้องดำเนินการเข้ามาปรับปรุงรุ่น โดย สตอก. มีสิทธิ์ในการอัปเดต  
เป็นรุ่นใหม่ล่าสุด ตามความต้องการโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม เป็นระยะเวลาอย่าง  
น้อย 1 ปี นับถัดจากวันส่งมอบงานครบถ้วนตามข้อกำหนดในสัญญา

### 17 ข้อสงวนสิทธิ์

การลงนามในสัญญาจะกระทำต่อเมื่อสำนักงานฯ ได้รับอนุมัติเงินค่าพัสดุประจำปีงบประมาณ 2561  
จากสำนักงบประมาณแล้วเท่านั้น

### 18 หลักประกันการเสนอราคา

ผู้เสนอราคาจะต้องยื่นหลักประกันการเสนอราคาอัตราร้อยละ 5 ของวงเงินงบประมาณที่จัดหาค้างนี้



ภาคผนวก ก.

คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัด  
สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB



หน้า 12/89

รชช



ชงพ



ภาคผนวก ก. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB  
ห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB

1 Handheld Digital Multimeter จำนวน 5 เครื่อง

1.1 รายละเอียดทั่วไป

- 1.1.1 เป็นเครื่องมือแบบพกพา สามารถวัดกระแส, แรงดัน, ความถี่, ความต้านทาน หรือมากกว่า
- 1.1.2 มีจอแสดงผลภายในตัว
- 1.1.3 มีค่าความละเอียดในการแสดงผลไม่น้อยกว่า 50,000 หน่วย (count หรือ digit)
- 1.1.4 สามารถวัดค่า DC VOLTS, DC CURRENT, TRUE RMS AC VOLTS, TRUE RMS AC CURRENT, FREQUENCY, dBm measurement หรือดีกว่า
- 1.1.5 มีฟังก์ชันการคำนวณแบบ Maximum, Minimum , Peak hold หรือมากกว่า
- 1.1.6 ระดับความปลอดภัย Safty Rating : CAT IV 600 V, CAT III 1000 V
- 1.1.7 มีแบตเตอรี่ภายในตัว
- 1.1.8 ผ่านการทดสอบ EMC Compliance : IEC/EN 61326
- 1.1.9 ผ่านการทดสอบ Safty Compliance หรือ Shock Test : IEC/EN 61010
- 1.1.10 Operating Temperature -20°C ถึง 55°C หรือกว้างกว่า
- 1.1.11 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 1.1.12 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 1.2.1 วัดแรงดัน DC/AC สูงสุด (True RMS) 1,000 V, ความถูกต้อง DC 0.03% และ ความถูกต้อง AC 0.4% ที่ย่านความถี่ 45Hz - 1kHz หรือดีกว่า
- 1.2.2 วัดกระแส DC/AC สูงสุด (True RMS) 10 A, ความถูกต้อง DC 0.3% และ ความถูกต้อง AC 0.8% ที่ย่านความถี่ 45-1kHz หรือดีกว่า
- 1.2.3 วัดความต้านทาน ไม่น้อยกว่า 500 M $\Omega$ , ความถูกต้อง 8 % หรือดีกว่า
- 1.2.4 วัดค่าความจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 100 mF, ความถูกต้อง 3% หรือดีกว่า
- 1.2.5 วัดค่าความถี่ ไม่น้อยกว่า 500 kHz, ความถูกต้อง 0.02% หรือดีกว่า

1.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 1.3.1 Alligator clips จำนวน 1 ชุด
- 1.3.2 สายวัด Test Probe lead จำนวน 1 ชุด
- 1.3.3 กระเป๋าแบบ Soft carrying case จำนวน 1 ใบ

## 2 Handheld Clamp Meter จำนวน 5 เครื่อง

### 2.1 รายละเอียดทั่วไป

- 2.1.1 เป็นเครื่องมือแบบพกพา สามารถวัดกระแส, แรงดัน, ความถี่, ความต้านทาน หรือมากกว่า
- 2.1.2 ลักษณะเครื่องเป็นแบบ Clamp มีขนาด 33 มม. หรือมากกว่า
- 2.1.3 มีจอแสดงผลภายในตัว
- 2.1.4 มีฟังก์ชันการคำนวณแบบ Maximum, Minimum , Peak hold หรือมากกว่า
- 2.1.5 มีแบตเตอรี่ภายในตัว
- 2.1.6 ระดับความปลอดภัย CAT IV 600 V, CAT III 1000 V safety rating
- 2.1.7 ผ่านการทดสอบ EMC Compliance : IEC/EN 61326
- 2.1.8 ผ่านการทดสอบ Safty Compliance หรือ Shock Test : IEC/EN 61010
- 2.1.9 Operating Temperature -10°C ถึง 50°C หรือดีกว่า
- 2.1.10 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 2.1.11 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 2.2.1 วัดแรงดัน DC/AC สูงสุด 1,000 V, ความถูกต้อง DC 1% และความถูกต้อง AC 1.5% ที่ย่านความถี่ 70-400Hz หรือดีกว่า
- 2.2.2 วัดกระแส DC/AC ไม่น้อยกว่า 600 A, ความถูกต้อง DC 2% และความถูกต้อง AC 3% ที่ย่านความถี่ 50-100Hz หรือดีกว่า
- 2.2.3 วัดความต้านทาน ไม่น้อยกว่า 60 k $\Omega$ , ความถูกต้อง 2% หรือดีกว่า
- 2.2.4 วัดค่าความจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 1,000  $\mu$ F, ความถูกต้อง 3% หรือดีกว่า
- 2.2.5 วัดค่าความถี่ ไม่น้อยกว่า 500 Hz, ความถูกต้อง 0.5% หรือดีกว่า

### 2.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 2.3.1 สาย Test lead kit จำนวน 1 ชุด
- 2.3.2 กระเป๋าแบบ Soft Carrying Case จำนวน 1 ใบ

## 3 Electronic Tools Set จำนวน 2 ชุด

### 3.1 รายละเอียดทั่วไป

- 3.1.1 ก้านปรับจูน (2 ชิ้น), ก้านวัดความห่าง
- 3.1.2 ค้อนขนาด 4 ออนซ์, ตะไบขนาดเล็ก, ตะไบชุด (3 ชิ้น) คละขนาด พร้อมด้ามตะไบ
- 3.1.3 ก้านหกเหลี่ยม (9 ชิ้น), ชุดหกเหลี่ยม (10 ชิ้น), คละขนาดชุดหกเหลี่ยม (7 ชิ้น) ขนาด 2 - 8 มม.
- 3.1.4 มีด , ใบมีด, กรรไกรขนาด 5 นิ้ว, กรรไกรอิเล็กทรอนิกส์
- 3.1.5 แวนขยายขนาดเล็ก, กระจกส่องในที่แคบ
- 3.1.6 ก้านหัวน็อต (9 ชิ้น) คละขนาด อยู่ในช่วง 3/16 - 1/2 นิ้ว
- 3.1.7 ตัววัดไฟ, ปากกาไฟฉาย



- 3.1.8 คีมตัดขนาด 4 - 1/4 นิ้ว, 5 - 1/4 นิ้ว, คีมคอม้าขนาด 7 นิ้ว และ 10 นิ้ว, คีมปากจิ้งจก 4 - 3/4 นิ้ว, 6 - 3/4 นิ้ว, คีมถ่างแหวน, คีมล็อก 5 นิ้ว
- 3.1.9 เซ็นเตอร์พัน 3/32 นิ้ว, พินพัน 1/16 นิ้ว, 1/8 นิ้ว
- 3.1.10 ไม้บรรทัดขนาด 6 นิ้ว, ตลับเมตร
- 3.1.11 ไส้ควงแฉกออฟเซ็ท, ปากแบนออฟเซ็ท, ขนาด 5/16 x 6 นิ้ว, ไส้หนาฟีกา (7 ชั้น), ปากแฉก, ปากแบน, ด้ามไสควง T
- 3.1.12 ด้ามอุปกรณ์ปลายตัด-แปรง
- 3.1.13 หัวแร้งแช่, ด้ามดูดตะกั่ว, ด้ามอุปกรณ์ช่วยบัดกรี
- 3.1.14 ด้ามถอด - ใส่สปริง
- 3.1.15 ปากคีบ, ด้ามคีบ DIP/IC
- 3.1.16 ประแจเลื่อน 6 นิ้ว
- 3.1.17 กระเป๋ใส่เครื่องมือพร้อมช่องใส่เครื่องมือ (กระเป๋ามีล้อลาก)

#### 4 DC Power Supply จำนวน 12 เครื่อง

##### 4.1 รายละเอียดทั่วไป

- 4.1.1 เป็นเครื่องจ่ายแรงดันและกระแสแบบ 3 Outputs
- 4.1.2 มีระบบป้องกันแบบ Over Voltage Protection and Over Current Protection
- 4.1.3 สามารถกำหนดค่าแรงดันและกระแสได้
- 4.1.4 มีจอแสดงผลภายในตัว และสามารถแสดงผลค่าแรงดันและกระแสได้พร้อมกัน
- 4.1.5 เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 195 วัตต์
- 4.1.6 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 4.1.7 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.1.8 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

##### 4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

###### DC power supply output no. 1 and 2 (ปรับค่าได้)

- 4.2.1 สามารถปรับแรงดันครอบคลุมช่วง 0 V ถึง 30 V และสามารถจำกัดกระแสสูงสุดได้ระหว่าง 0 A ถึง 3 A หรือมากกว่า

Load and line regulation (output 1 and 2)

- 4.2.2  $CV \leq 0.02\%$  และ  $CC \leq 0.2\%$  หรือดีกว่า

Programming accuracy (setting accuracy) (output 1 and 2)

- 4.2.3  $CV \leq 0.25\%$  และ  $CC \leq 0.30\%$  หรือดีกว่า

Resolution (output 1 and 2)

- 4.2.4 Voltage 10 mV และ Current 10 mA หรือดีกว่า

Readback accuracy (output 1 and 2)

- 4.2.5  $CV \leq 0.25\%$  และ  $Current \leq 0.25\%$  หรือดีกว่า

Ripple (output 1 and 2)

4.2.6  $CV \leq 5 \text{ mVrms}$  และ  $\text{Current} \leq 6 \text{ mArms}$  ที่ช่วงความถี่ 20Hz - 20MHz หรือดีกว่า

DC power supply output no. 3 (ปรับค่าหรือเลือกให้แรงดันคงที่)

4.2.7 สามารถปรับค่าให้คงที่ แรงดัน 5 V และ กระแส 3 A หรือดีกว่า

#### 4.3 อุปกรณ์ประกอบ

4.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น

4.3.2 สายจ่ายแรงดันเอาต์พุตประกอบหัวต่อและปากคีบ (Alligator Clips) ความยาวไม่น้อยกว่า 50 ซม. โดยทำจากลวดทองแดงชุบดีบุก (Tinned Copper Strands) ดีเกลียวเบอร์ 18 SWG หรือดีกว่า และใช้สายไฟฟ้ามาตรฐานไม่ต่ำกว่า UL 1007 สายไฟมีสามสี จำนวน 6 เส้น

### 5 Mixed Signal Oscilloscope จำนวน 1 เครื่อง

#### 5.1 รายละเอียดทั่วไป

5.1.1 สามารถวัดความถี่ครอบคลุมแถบความถี่ไม่น้อยกว่า 350 MHz หรือดีกว่า

5.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกันได้ 4 ช่องสัญญาณอนาล็อก (Analog signal input) และ 16 ช่องสัญญาณดิจิทัล (Digital signal input) หรือมากกว่า

5.1.3 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ GPIB, USB และ LAN หรือมากกว่า

5.1.4 มีอัตรา Sample rate ไม่น้อยกว่า 2.5 GSa/s per channel หรือดีกว่า

5.1.5 ช่องสัญญาณ input ต้องสามารถปรับรับสัญญาณ Input แบบ DC และ AC หรือมากกว่า

5.1.6 ผ่านการทดสอบ EMC Compliance : IEC/EN 61326 หรือ EC Council Directive 2004/108/EC

5.1.7 ผ่านการทดสอบ Safty Compliance หรือ Shock Test : UL/IEC/EN 61010

5.1.8 Operating Temperature : 0°C ถึง 45°C หรือดีกว่า

5.1.9 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking

5.1.10 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.1.11 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

#### 5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.1 Vertical Sensitivity 1 mV/div ถึง 5V/div หรือดีกว่า

5.2.2 Horizontal มีช่วงของ Time Base ตั้งแต่ 2 nS/div ถึง 50 S/div หรือกว้างกว่า

5.2.3 Rise time 2 nS หรือดีกว่า

5.2.4 Trigger Coupling : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือมากกว่า

5.2.5 Input Impedance 1M $\Omega$  หรือมากกว่า

5.2.6 Max Input Voltage 150 Vrms หรือดีกว่า

- 5.2.7 Trigger มีอย่างน้อย 5 แบบ คือ Edge, Pulse Width, Runt, Rise/Fall time, Video หรือมากกว่า
- 5.2.8 Waveform Processing : Add, subtract, multiply และ divide waveforms หรือมากกว่า
- 5.2.9 Automatic Measurement ได้ไม่น้อยกว่า 20 พารามิเตอร์
- 5.2.10 Serial protocol analysis : ARINC429, CAN, FlexRay, I<sup>2</sup>C, LIN, USB 2.0, MIL-STD1553, SPI, UART/RS232 หรือมากกว่า
- 5.3 อุปกรณ์ประกอบ
  - 5.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
  - 5.3.2 สายวัดสัญญาณแบบอนาล็อก ได้ไม่น้อยกว่า 500 MHz หรือดีกว่า จำนวน 4 เส้น
  - 5.3.3 สายวัดสัญญาณแบบ high-voltage passive probe ไม่น้อยกว่า 4kV จำนวน 1 เส้น
  - 5.3.4 สายวัดสัญญาณดิจิตอล จำนวน 1 ชุด (ตามจำนวนช่องสัญญาณดิจิตอล)

## 6 Digital Multimeter จำนวน 3 เครื่อง

### 6.1 รายละเอียดทั่วไป

- 6.1.1 เป็นเครื่องมือแบบตั้งโต๊ะ สามารถวัดกระแส แรงดัน ความต้านทาน หรือมากกว่า
- 6.1.2 แสดงผลเป็นตัวเลข ที่แสดงค่าได้ไม่น้อยกว่า 7.5 หลัก สามารถแสดงผลแบบ Graphical Display หรือมากกว่า
- 6.1.3 สามารถวัดค่า DC VOLTS, DC CURRENT, TRUS RMS AC VOLTS, TRUE RMS AC CURRENT, FREQUENCY, PERIOD, CONTINUITY, DIODE , Capacitance, Temperature, 2 and 4 wire resistance หรือมากกว่า
- 6.1.4 มีค่า Basic dcV accuracy ไม่เกิน 16 ppm หรือดีกว่า
- 6.1.5 มีค่า Memory ไม่น้อยกว่า 2 million readings หรือมากกว่า
- 6.1.6 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ GPIB, USB และ LAN หรือมากกว่า
- 6.1.7 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 6.1.8 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 6.1.9 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 6.2.1 วัดแรงดัน DC สูงสุด 1,000 V, ความถูกต้อง 0.002% of reading ที่ 24hours หรือดีกว่า
- 6.2.2 วัดแรงดัน AC Voltage (TRUE RMS) ไม่น้อยกว่า 700 V และความถี่สูงสุด 300 KHz ความถูกต้อง 4% of reading ที่ 1 year หรือดีกว่า
- 6.2.3 วัดกระแส DC สูงสุด 10 A, ความถูกต้อง 0.07% of reading ที่ 24 hours หรือดีกว่า
- 6.2.4 วัดกระแส AC (True RMS) ไม่น้อยกว่า 1A, ความถูกต้อง 0.15% of reading ที่ 1 year หรือดีกว่า



- 6.2.5 วัดความต้านทาน สูงสุด 1,000 MΩ, ความถูกต้อง 2% of reading ที่ 24 hours หรือดีกว่า
- 6.2.6 วัดค่าความจุไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 100 μF, ความถูกต้อง 0.4% of reading ที่ 2 years หรือดีกว่า
- 6.2.7 วัดค่าความถี่ ไม่น้อยกว่า 300 kHz, ความถูกต้อง 0.03% of reading ที่ 1 year หรือดีกว่า

### 6.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 6.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 6.3.2 สายวัด Test lead จำนวน 1 ชุด

## 7 Waveform Generators จำนวน 1 เครื่อง

### 7.1 รายละเอียดทั่วไป

- 7.1.1 เป็นเครื่องมือกำเนิดสัญญาณ 2 ช่องในแบบ Function และ Arbitrary Waveform Generator สามารถกำเนิดความถี่ 120 MHz หรือดีกว่า
- 7.1.2 สามารถกำเนิดสัญญาณรูปแบบ Sine, Square, Pulse, Ramp, Triangle, DC, Exponential rise, Haversine, Lorentz หรือมากกว่า
- 7.1.3 สามารถ Modulation Types AM, FM, PM, FSK, PWM หรือมากกว่า
- 7.1.4 มีจอแสดงผลของค่าต่าง ๆ เป็นตัวเลขแบบดิจิตอล และรูปคลื่นสัญญาณ
- 7.1.5 มีความเร็วในการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 1 GSa/s
- 7.1.6 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ USB และ LAN หรือมากกว่า
- 7.1.7 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 7.1.8 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 7.1.9 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

#### คุณลักษณะ Waveform

- 7.2.1 สามารถกำเนิดสัญญาณแบบ Sine ความถี่สูงสุด 120 MHz, Harmonic -70 dBc ที่  $\leq 1$  MHz และ Phase Noise -110 dBc ที่ 10 kHz หรือดีกว่า
- 7.2.2 สามารถกำเนิดสัญญาณแบบ Square และ Pulse ความถี่สูงสุด 100 MHz, Overshoot น้อยกว่า 5% และ Duty Cycle ตั้งแต่ 0.01% ถึง 99.99% หรือดีกว่า
- 7.2.3 สามารถกำเนิดสัญญาณแบบ Ramp และ Triangle ความถี่สูงสุด 800 kHz, Ramp Symmetry 0% ถึง 100% หรือดีกว่า

#### คุณลักษณะเอิร์ทพุท

- 7.2.4 Frequency Reference :  $\pm 2$  ppm หรือดีกว่า
- 7.2.5 Amplitude Rang : 20 mVpp ถึง 10 Vpp @ 50 Ω, 4 digits หรือดีกว่า
- 7.2.6 DC offset Rang  $\pm 5$  V ที่ 50 Ω หรือดีกว่า

#### คุณลักษณะ Modulation

- 7.2.7 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ AM และมี modulation dept: 0% ถึง 120% หรือดีกว่า

- 7.2.8 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ FM และมี Deviation ไม่น้อยกว่า 60 MHz หรือดีกว่า
- 7.2.9 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ PM และมี Phase Deviation 0 องศา ถึง 360 องศา
- 7.2.10 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ PWM และมี Deviation: 0% ถึง 50% หรือดีกว่า

### 7.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 7.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 7.3.2 สายนำสัญญาณ จำนวน 2 ชุด

## 8 Programmable DC Electronic Loads จำนวน 1 ชุด

### 8.1 รายละเอียดทั่วไป

- 8.1.1 เป็นโหลดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับทดสอบที่สามารถปรับค่าความต้านทานได้
- 8.1.2 มีจอแสดงผลค่า Voltage และ Current ขณะกำลังทดสอบได้เป็นอย่างดีน้อย
- 8.1.3 สามารถเลือกโหมดทดสอบแบบ CC, CV และ CR ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 8.1.4 มีฟังก์ชันการป้องกัน OTP, OVP, OCP และOPP เป็นอย่างน้อย
- 8.1.5 มีช่องทางการสื่อสาร (Communication Interface) แบบ RS232, GPIB หรือ USB
- 8.1.6 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 8.1.7 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 8.1.8 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 8.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 8.2.1 Power 1,500 W หรือมากกว่า
- 8.2.2 Voltage 0 V ถึง 120 V หรือมากกว่า
- 8.2.3 Current 0 A ถึง 240 A หรือมากกว่า
- 8.2.4 สามารถวัดค่า Voltage Current และ Power หรือมากกว่า
- 8.2.5 Current Measurement resolution 20 mA หรือดีกว่า
- 8.2.6 Voltage Measurement resolution 20 mV หรือดีกว่า
- 8.2.7 Power Measurement resolution 1.3 W หรือดีกว่า
- 8.2.8 Transient หรือ Dynamic mode ไม่น้อยกว่า 10 kHz

### 8.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 8.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 8.3.2 สาย Test lead (ตามจำนวนช่อง Output : Channel Slot หรือ Module)

## 9 Mixed Signal Oscilloscope จำนวน 2 เครื่อง

### 9.1 รายละเอียดทั่วไป

- 9.1.1 สามารถวัดความถี่ครอบคลุมแถบความถี่ไม่น้อยกว่า 200 MHz หรือดีกว่า
- 9.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกันได้ 4 ช่องสัญญาณอนาล็อก (Analog signal input) และ 8 ช่องสัญญาณดิจิทัล (Digital signal input) หรือมากกว่า
- 9.1.3 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ USB หรือมากกว่า
- 9.1.4 มีอัตรา Sample rate ไม่น้อยกว่า 1 GSa/s per channel หรือดีกว่า
- 9.1.5 ช่องสัญญาณ input ต้องสามารถปรับรับสัญญาณ Input แบบ DC และ AC หรือมากกว่า
- 9.1.6 ผ่านการทดสอบ EMC Compliance : IEC/EN 61326 หรือ EC Council Directive 2004/108/EC
- 9.1.7 ผ่านการทดสอบ Safty Compliance หรือ Shock Test : UL/IEC/EN 61010
- 9.1.8 Operating Temperature : 0°C ถึง 50°C หรือดีกว่า
- 9.1.9 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 9.1.10 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 9.1.11 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 9.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 9.2.1 Vertical Sensitivity 2 mV/div ถึง 5V/div หรือดีกว่า
- 9.2.2 Horizontal มีช่วงของ Time Base ตั้งแต่ 2 nS/div ถึง 50 S/div หรือกว้างกว่า
- 9.2.3 Trigger Coupling : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือมากกว่า
- 9.2.4 Input Impedance 1M $\Omega$  หรือมากกว่า
- 9.2.5 Max Input Voltage 300 Vrms หรือดีกว่า
- 9.2.6 Trigger มีอย่างน้อย 3 แบบ คือ Edge, Pulse Width, Video หรือมากกว่า
- 9.2.7 Waveform Processing : Add, subtract และ multiply waveforms หรือมากกว่า
- 9.2.8 Automatic Measurement ได้ไม่น้อยกว่า 15 พารามิเตอร์
- 9.2.9 Serial protocol analysis : CAN, I<sup>2</sup>C, LIN, SPI, UART/RS232 หรือมากกว่า

### 9.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 9.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 9.3.2 สายวัดสัญญาณแบบอนาล็อก DC ถึง 300 MHz หรือดีกว่า จำนวน 4 เส้น
- 9.3.3 สายวัดสัญญาณดิจิทัล จำนวน 1 ชุด (ตามจำนวนช่องสัญญาณดิจิทัล)

## 10 Logic Analyzer จำนวน 1 เครื่อง

### 10.1 รายละเอียดทั่วไป

- 10.1.1 เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สัญญาณรูปแบบ Logic
- 10.1.2 มีจำนวนช่องสัญญาณ 136 Channels หรือมากกว่า



- 10.1.3 สามารถติดต่อส่งผ่านข้อมูลกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง USB และ LAN Port
- 10.1.4 มีจอภาพแบบ LCD Color ความละเอียด 1024x768 ขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว หรือดีกว่า
- 10.1.5 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 10.1.6 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 10.1.7 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

#### 10.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 10.2.1 Maximum state clock rate ไม่น้อยกว่า 600 MHz
- 10.2.2 Maximum state data rate ไม่น้อยกว่า 1,200 Mbps
- 10.2.3 Maximum timing sample rate ในโหมด Full Channels ไม่น้อยกว่า 1.6 GHz
- 10.2.4 Maximum Trigger sequence speed ไม่น้อยกว่า 800 MHz
- 10.2.5 Maximum memory depth ไม่น้อยกว่า 64 Mb

#### 10.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 10.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 10.3.2 สายเชื่อมต่อที่ใช้ในการติดต่อส่งผ่านข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด
- 10.3.3 สายวัดสัญญาณจำนวน 1 ชุด (ตามจำนวนช่องสัญญาณ)

### 11 Waveform Generators จำนวน 2 เครื่อง

#### 11.1 รายละเอียดทั่วไป

- 11.1.1 เป็นเครื่องมือกำเนิดสัญญาณ 2 ช่องในแบบ Function Generator สามารถกำเนิดความถี่ 20 MHz หรือดีกว่า
- 11.1.2 สามารถกำเนิดสัญญาณรูปแบบ Sine, Square, Pulse, Ramp, Triangle หรือมากกว่า
- 11.1.3 สามารถ Modulation Types AM FM PM FSK PWM หรือมากกว่า
- 11.1.4 มีจอแสดงผลของค่าต่าง ๆ เป็นตัวเลขแบบดิจิตอลและรูปคลื่นสัญญาณ
- 11.1.5 มีความเร็วในการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 160 MSa/s
- 11.1.6 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ GP-IB, USB และ LAN
- 11.1.7 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 11.1.8 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 11.1.9 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

#### 11.2 รายละเอียดทางเทคนิค

##### คุณลักษณะ Waveform

- 11.2.1 สัญญาณแบบ Sine ความถี่ 20MHz, Harmonic -70 dBc ที่  $\leq 20\text{kHz}$  และ Phase Noise -110 dBc ที่ 10kHz offset หรือดีกว่า
- 11.2.2 สัญญาณแบบ Square และ Pulse ความถี่ไม่น้อยกว่า 20MHz และ Overshoot น้อยกว่า 5% และ Duty Cycle ตั้งแต่ 0.01% ถึง 99.99% หรือดีกว่า

11.2.3 สัญญาณแบบ Ramp และ Triangle ความถี่ไม่น้อยกว่า 200kHz, Ramp Symmetry 0% ถึง 100% หรือดีกว่า

คุณลักษณะ Output

11.2.4 Frequency Reference :  $\pm 2\text{ppm}$  หรือดีกว่า

11.2.5 Amplitude Rang : 10mVpp ถึง 10Vpp ที่ 50 $\Omega$  หรือดีกว่า

11.2.6 DC offset Rang  $\pm 5\text{V}$  ที่ 50 $\Omega$  หรือดีกว่า

คุณลักษณะ Modulation

11.2.7 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ AM และมี modulation dept 0% ถึง 120% หรือดีกว่า

11.2.8 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ FM และมี Deviation ไม่น้อยกว่า 12.5 MHz หรือดีกว่า

11.2.9 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ PM และมี Phase Deviation 0 องศา ถึง 360 องศา

11.2.10 สามารถกล้ำสัญญาณแบบ PWM และมี Deviation 0% ถึง 50% หรือดีกว่า

11.3 อุปกรณ์ประกอบ

11.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น

11.3.2 สายนำสัญญาณ จำนวน 2 ชุด

## 12 Power Analyzer จำนวน 1 เครื่อง

12.1 รายละเอียดทั่วไป

12.1.1 เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวัดและวิเคราะห์ค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกำลังไฟฟ้า

12.1.2 มีจำนวนช่องสัญญาณไม่น้อยกว่า 4 Channels

12.1.3 สามารถวัด แสดงผล และ บันทึก (Data Logger) ค่า Frequency, Voltage, Current, Integrated Current, Current Peak, Active Power, Reactive Power, Apparent Power และ Power Factor ได้ หรือมากกว่า

12.1.4 มีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Color หรือดีกว่า

12.1.5 สามารถติดต่อส่งผ่านข้อมูลกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง USB, RS232 และ LAN Port

12.1.6 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking

12.1.7 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

12.1.8 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

12.2 รายละเอียดทางเทคนิค

12.2.1 สามารถทำการวัดระบบไฟฟ้าแบบ 1 phase และ 3 phase

12.2.2 มีความสามารถในการวัดความถี่ ไม่น้อยกว่า 5 kHz

12.2.3 สามารถวัดค่าแบบ True RMS

12.2.4 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 600 Vrms

12.2.5 มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 0.05\%$  สำหรับย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

หน้า 22/89  
หน้า 22/89  
หน้า 22/89

12.2.6 มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 0.1\%$  สำหรับย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 1 kHz

12.2.7 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 30 Arms

12.2.8 มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 0.1\%$  สำหรับย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

12.2.9 มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 0.1\%$  สำหรับย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 1 kHz

### 12.3 อุปกรณ์ประกอบ

12.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น

12.3.2 สายเชื่อมต่อที่ใช้ในการติดต่อส่งผ่านข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด

12.3.3 สายสัญญาณจำนวน 1 ชุด (ตามจำนวนช่องสัญญาณ)

## 13 Precision LCR Meter จำนวน 1 เครื่อง

### 13.1 รายละเอียดทั่วไป

13.1.1 เป็นเครื่องมือวัดตรวจวัดค่าความต้านทาน ความเหนี่ยวนำ และ ค่าตัวเก็บประจุ

13.1.2 สามารถวัดค่า L, C, R, G, X, Z, Y, B,  $\theta$ , Q, D หรือมากกว่า

13.1.3 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ GPIB USB และ LAN หรือมากกว่า

13.1.4 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking

13.1.5 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

13.1.6 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 13.2 รายละเอียดทางเทคนิค

13.2.1 สามารถใช้งานระบบ Trigger Mode มีย่านการหน่วงเวลาที่ 0s ถึง 9.9999s หรือดีกว่า

13.2.2 ความถี่ทดสอบไม่น้อยกว่า 1MHz มีความถูกต้อง 0.01% และความละเอียด 0.01Hz หรือดีกว่า

13.2.3 แรงดันทดสอบไม่น้อยกว่า 1 Vrms มีความละเอียด 1mVrms หรือดีกว่า

13.2.4 กระแสทดสอบไม่น้อยกว่า 20mA Arms มีความละเอียด 10 $\mu$ Arms หรือดีกว่า

### 13.3 อุปกรณ์ประกอบ

13.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น

13.3.2 สายวัดสัญญาณ (Test Fixture) จำนวน 1 ชุด

13.3.3 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด



## 14 Battery Analyzer and Simulator จำนวน 1 ชุด

### 14.1 รายละเอียดทั่วไป

- 14.1.1 เป็นชุดเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการวัดวิเคราะห์แบตเตอรี่และจำลองการทำงานของแบตเตอรี่
- 14.1.2 สามารถวัด แสดงผล บันทึก (Data Logger) ค่าจากการวัดวิเคราะห์แบตเตอรี่และจำลองการทำงานของแบตเตอรี่
- 14.1.3 มีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Color หรือดีกว่า
- 14.1.4 สามารถติดต่อส่งผ่านข้อมูลกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง USB, RS232 หรือ LAN Port
- 14.1.5 เครื่องมือวัดต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking
- 14.1.6 เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 14.1.7 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 14.2 รายละเอียดทางเทคนิค

#### Analyzer

- 14.2.1 มีช่วงในการวัดแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ 0 V ถึง 300 V หรือสูงกว่า
- 14.2.2 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการวัดแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ 0.05% หรือดีกว่า
- 14.2.3 มีค่าความละเอียด (Resolution) ของการวัดแรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ที่ 1 mV หรือดีกว่า
- 14.2.4 วัดค่าที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ได้ดังนี้ V, R, L, C, D, Z, X หรือมากกว่า

#### Simulator

- 14.2.5 มีช่วงในการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0 V ถึง 20 V หรือสูงกว่า
- 14.2.6 มีช่วงในการจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง 0 A ถึง 6 A หรือสูงกว่า
- 14.2.7 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุด 120 W หรือสูงกว่า
- 14.2.8 สามารถสร้าง แก๊ซ นำเข้า (Import) และ ส่งออก (Export) แบบจำลองแบตเตอรี่
- 14.2.9 สามารถจำลองการทำงานของแบตเตอรี่ตามแบบจำลองที่กำหนด
- 14.2.10 สามารถตั้งค่า SOC, Voc, Capacity และ Resistance ของแบตเตอรี่
- 14.2.11 สามารถคำนวณค่าความจุของแบตเตอรี่ในรูปแบบ Amp-Hour และ ESR
- 14.2.12 มีฟังก์ชันป้องกัน OVP, OCP และ OTP หรือมากกว่า

### 14.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 14.3.1 สาย AC Power จำนวน 1 ชุด (ตามจำนวนเครื่อง)
- 14.3.2 สาย 4-wire kelvin clip test จำนวน 1 ชุด
- 14.3.3 สาย Power Supply Test Lead Kit จำนวน 1 ชุด

## 15 ชุดควบคุมและเปรียบเทียบวิเคราะห์ผลจากเครื่องมือวัด จำนวน 3 ชุด

### 15.1 รายละเอียดทั่วไป

- 15.1.1 สามารถทำการควบคุม และปรับแต่งค่าของเครื่องมือวัด
- 15.1.2 สามารถดึงข้อมูลการวัดจากเครื่องมือวัด บันทึก และแสดงผล
- 15.1.3 สามารถใช้งานร่วมกับ Oscilloscope, Digital Multimeter, Waveform Generator, DC Power Supply, Power Analyzer, Spectrum Analyzer และ DC Electronic Load เป็นอย่างน้อย
- 15.1.4 สามารถ Plug and Play Instrument Control และ ตรวจสอบการเชื่อมต่อเครื่องมือวัด ได้โดยอัตโนมัติ โดยการเชื่อมต่อทาง GPIB, USB, RS232 หรือ LAN

### 15.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 15.2.1 มีฟังก์ชันที่สามารถบันทึกภาพหน้าจอของเครื่องมือวัดเข้ามาได้
- 15.2.2 มีฟังก์ชันที่สามารถบันทึกกราฟรูปคลื่นสัญญาณออกมาเป็นไฟล์ CSV ได้
- 15.2.3 มีฟังก์ชันที่สามารถเก็บบันทึกผลการวัดตามช่วงเวลาที่กำหนดได้
- 15.2.4 มีฟังก์ชันที่สามารถป้อนคำสั่งควบคุมเครื่องมือวัดตาม Sequence ที่กำหนดได้
- 15.2.5 มีจอแสดงผลแบบสี ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 27 นิ้ว ความละเอียด Full High Definition (FHD) เป็นอย่างน้อย
- 15.2.6 สามารถควบคุมเครื่องมือวัดได้พร้อมกัน อย่างน้อย 4 เครื่อง
- 15.2.7 ประมวลผลบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 Professional 64-bit หรือรุ่นใหม่กว่า
- 15.2.8 มีตัวประมวลผลเป็นแบบ Quad Core (64-bit), 8MB Cache, 3.6 GHz, RAM 8 GB (DDR4) เป็นอย่างน้อย

### 15.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 15.3.1 อุปกรณ์ต่อพ่วง จำนวน 1 ชุด
- 15.3.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## ส่วนประกอบ ตรวจสอบ และ ซ่อมแซมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Assembly, Inspection and Repair Support Sub-System)

## 16 Soldering, De-soldering and Hot air จำนวน 2 ชุด

### 16.1 รายละเอียดทั่วไป

- 16.1.1 เป็นชุดเครื่องมือ ระบบถอด-ประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ใช้สำหรับถอดและประกอบ อุปกรณ์ชิ้นส่วนบนบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ (PCB)
- 16.1.2 ประกอบไปด้วยเครื่องบัดกรีและดูดตะกั่วแบบปรับอุณหภูมิได้แสดงอุณหภูมิเป็นตัวเลข และชุดถอดอุปกรณ์ SMD โดยเครื่องเป่าลมร้อนแบบปรับอุณหภูมิได้
- 16.1.3 มีชุดอุ่นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ (PreHeat) พร้อมแท่นจับยึดบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์
- 16.1.4 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

16.1.5 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

**เครื่องบัดกรีและดูดตะกั่วแบบปรับอุณหภูมิ**

16.1.6 เครื่องบัดกรีและดูดตะกั่วและด้ามปากคีบปรับอุณหภูมิได้ระบบดิจิทัลสามารถใช้งานได้พร้อมกัน 3 channel

16.1.7 มีระบบที่ช่วยลดการอุดตันของเศษตะกั่ว และยืดอายุการใช้งานของปลายดูดตะกั่ว

16.1.8 มีปั๊มลมภายในตัวเครื่อง ทำให้สะดวกในการทำงานยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องต่อปั๊มภายนอก

16.1.9 สามารถใช้งานกับตะกั่วชนิด Pb free ได้

16.1.10 สามารถถอดเปลี่ยนหัว Tip เพื่อเลือกขนาดการใช้งานให้เหมาะสมได้

**เครื่องเป่าลมร้อนแบบปรับอุณหภูมิพร้อมชุดอุ่นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์**

16.1.11 ใช้สำหรับถอดและใส่อุปกรณ์ SMD บนบอร์ดโดยใช้ลมร้อน

16.1.12 มี Adapter ที่ปลายเป่า เพื่อความสะดวกต่อการเป่าลายเป่าลมร้อน โดยใช้ได้กับปลายที่เป็นมาตรฐาน

16.1.13 สามารถปรับค่าอุณหภูมิใช้งานได้ทั้งหมด Remove และ Install

16.1.14 มีลูกยางพร้อม Vacuum สำหรับจับ IC

16.1.15 มีชุดจับด้ามเป่าลมร้อนเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

**16.2 คุณสมบัติทางเทคนิค**

**เครื่องบัดกรีและดูดตะกั่วแบบปรับอุณหภูมิ**

16.2.1 Tip to Ground Resistance น้อยกว่า 2  $\Omega$  หรือดีกว่า

16.2.2 Temperature Stability  $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$  ( $2^{\circ}\text{F}$ ) หรือดีกว่า

16.2.3 Temperature Accuracy Meets or exceeds ANSI J Std 001

16.2.4 ช่วงปรับค่าอุณหภูมิ  $40^{\circ}\text{C}$  –  $470^{\circ}\text{C}$  (สำหรับด้ามดูดตะกั่ว) หรือดีกว่า และ  $210^{\circ}\text{C}$  –  $450^{\circ}\text{C}$  (สำหรับด้ามบัดกรี และด้าม Tweezer) หรือดีกว่า

16.2.5 Vacuum 20 in Hg max หรือดีกว่า

16.2.6 Pressure 18 p.s.i. max หรือดีกว่า

16.2.7 Air Flow 8 SLPM max หรือดีกว่า

**เครื่องเป่าลมร้อนแบบปรับอุณหภูมิ พร้อมชุดอุ่นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์**

16.2.8 ปรับอุณหภูมิเป็นตัวเลขในช่วง  $150^{\circ}\text{C}$  –  $470^{\circ}\text{C}$  หรือดีกว่า

16.2.9 อัตราแรงลม 5 – 22 SLPM หรือดีกว่า

16.2.10 สามารถเก็บค่า Profile ในการใช้งานได้อย่างน้อย 20 ค่า ภายในตัวเครื่อง

16.2.11 Temperature Control เป็นแบบ Closed loop, Digital Temperature Control หรือดีกว่า

16.2.12 Temperature Stability  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  (idle tip temp) หรือดีกว่า

16.2.13 ชุดอุ่นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์สามารถปรับอุณหภูมิในช่วง  $20^{\circ}\text{C}$  –  $200^{\circ}\text{C}$  หรือดีกว่า

**16.3 อุปกรณ์ประกอบ**

16.3.1 ด้ามหัวแรง พร้อมที่วาง จำนวน 1 ชุด

16.3.2 ด้ามหัวดูดตะกั่ว พร้อมที่วาง จำนวน 1 ชุด

หน้า 26/89  
จรรยา  
อ.พนธ์  
[Signature]



- 16.3.3 คีมหัวแรงแบบ Tweezer พร้อมที่วาง จำนวน 1 ชุด
- 16.3.4 Tip สำหรับดูดตะกั่ว จำนวน 10 อัน
- 16.3.5 Tip สำหรับบัดกรี จำนวน 30 อัน
- 16.3.6 Tip สำหรับคีมหัวแรงแบบ Tweezer จำนวน 2 อัน
- 16.3.7 หลอดแก้ว จำนวน 2 อัน
- 16.3.8 Filter จำนวน 1 ชุด
- 16.3.9 ชุดทำความสะอาดหัวดูดตะกั่ว จำนวน 1 ชุด
- 16.3.10 Adapter Nozzle จำนวน 1 ชุด
- 16.3.11 Nozzle จำนวน 6 ชุด
- 16.3.12 แท่นจับคีมเป่าลมร้อน จำนวน 1 ชุด
- 16.3.13 ชุดจับบอร์ดแบบปรับองศาได้ จำนวน 1 ชุด
- 16.3.14 สาย AC Power จำนวน 2 ชุด
- 16.3.15 คู่มือการใช้งานเครื่องบัดกรีและดูดตะกั่วแบบปรับอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
- 16.3.16 คู่มือการใช้งานเครื่องเป่าลมร้อนแบบปรับอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด

## 17 เครื่องดูดควันจากการบัดกรี จำนวน 1 ชุด

### 17.1 รายละเอียดทั่วไป

- 17.1.1 เครื่องดูดควันสำหรับงานบัดกรีทั่วไปอย่างน้อย 2 ท่อ
- 17.1.2 ตัวเครื่องออกแบบให้สามารถเคลื่อนย้ายสะดวกและติดตั้งง่าย
- 17.1.3 เครื่องสามารถปรับความเร็วได้
- 17.1.4 มีไฟแสดงสถานะฟिलเตอร์พร้อมเสียงเตือน
- 17.1.5 มีช่องสัญญาณสำหรับต่อพ่วงหัวแรงบัดกรีได้
- 17.1.6 มีไส้กรองสามชั้นโดยมีชั้น Fine Dust Filter F5 แยกเปลี่ยนได้, EPA Filter H 13 และ Active Carbon เป็นอย่างน้อย
- 17.1.7 สามารถกรองฝุ่นได้ถึง มากกว่า 97% ที่ขนาด 0.3  $\mu\text{m}$  หรือดีกว่า
- 17.1.8 มีการหมุนเวียนกรองอากาศบริสุทธิ์ออกทางด้านข้างของตัวเครื่อง
- 17.1.9 ตัวเครื่องและอุปกรณ์เป็นวัสดุ ESD SAFE
- 17.1.10 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 17.1.11 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 17.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 17.2.1 ระบบแรงลม 190  $\text{m}^3/\text{hr}$  หรือมากกว่า
- 17.2.2 ระบบแรงดัน 3000 Pa หรือมากกว่า
- 17.2.3 กำลังไฟฟ้า 120 W หรือมากกว่า
- 17.2.4 ระดับเสียงรบกวนไม่น้อยกว่า 50 dB(A) ที่ระยะห่าง 1 เมตร หรือดีกว่า

### 17.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 17.3.1 เครื่องดูดควัน จำนวน 1 ชุด
- 17.3.2 ชุดท่อดูดควัน จำนวน 2 ชุด

17.3.3 อะไหล่ไส้กรอง Fine Dust Filter F5, EPA Filter H 13 และ Active Carbon จำนวน 3 ชุด

17.3.4 สายไฟ AC Power จำนวน 1 ชุด

17.3.5 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 18 PCB Ultrasonic Cleaner ขนาด 20 ลิตร จำนวน 1 ชุด

### 18.1 รายละเอียดทั่วไป

18.1.1 เป็นเครื่องทำความสะอาดแผ่นวงจร (PCB) ด้วยระบบ Ultrasonic

18.1.2 สามารถตั้งเวลาทำงานและอุณหภูมิได้

18.1.3 มีส่วนแสดงค่าเวลาทำงานและอุณหภูมิ

18.1.4 มีขนาดถึง 500 mm. x 300 mm. x 150 mm. (LxWxH) หรือมากกว่า

18.1.5 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

18.1.6 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 18.2 รายละเอียดทางเทคนิค

18.2.1 Timer 1-99 minutes หรือมากกว่า

18.2.2 Temperature 0-80 °C หรือดีกว่า

18.2.3 LED display หรือดีกว่า

18.2.4 Ultrasonic Frequency 40 kHz

18.2.5 Heating Power 500 วัตต์ หรือมากกว่า

18.2.6 Ultrasonic Power 400 วัตต์ หรือมากกว่า

### 18.3 อุปกรณ์ประกอบ

18.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น

18.3.2 น้ำยาทำความสะอาดแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 100 ลิตร

18.3.3 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 19 Microscope Camera จำนวน 1 ชุด

### 19.1 รายละเอียดทั่วไป

19.1.1 เป็นกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอชนิดตั้งโต๊ะ สามารถซูมขยายภาพได้

19.1.2 สามารถวิเคราะห์ชิ้นงาน วัสดุ แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

19.1.3 สามารถบันทึกภาพได้

19.1.4 มีกำลังขยายรวมไม่น้อยกว่า 55 เท่า หรือดีกว่า

19.1.5 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

19.1.6 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

## 19.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 19.2.1 หัวกล้องเป็นชนิด 3 กระบอก มีช่องต่อกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัล และมี C-Mount Adapter ขนาด 0.5 เท่า ติดตั้งอยู่ด้านบน เลนส์วัตถุ (OBJECTIVE LENS) มีกำลังขยาย 1 เท่า ระยะห่างจากวัตถุเมื่อภาพชัด 90 มม. หรือดีกว่า
- 19.2.2 เลนส์ตา ชนิดเห็นภาพกว้าง มีกำลังขยาย 10 เท่า สามารถปรับโฟกัสได้ในตัว มี FIELD NUMBER 22 มม. หรือดีกว่า
- 19.2.3 มีฐานกล้องที่มีชุดปรับความชัดด้วยการปรับเลื่อนขึ้น-ลงของตัวกล้อง
- 19.2.4 ชุดถ่ายภาพมีความละเอียด 3.2 ล้านพิกเซล เป็นชนิด CMOS ขนาด 1/2 นิ้ว มีความเร็วในการแสดงภาพสูงสุด 21 FPS
- 19.2.5 โปรแกรมประมวลผลภาพสามารถถ่ายเก็บภาพได้ และสามารถวัดระยะ มุม พื้นที่ สำหรับภาพ 2 มิติได้
- 19.2.6 ชุดประเมินผลพร้อมจอประเมินผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 29 นิ้ว
- 19.2.7 มีระบบไฟส่องสว่างจากด้านบนเป็นไฟ LED
- 19.2.8 มีแท่นวางชิ้นงานที่สามารถสลับสีขา-ดำ

## 19.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 19.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 19.3.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 20 Portable LCR Meter จำนวน 2 ชุด

### 20.1 รายละเอียดทั่วไป

- 20.1.1 เป็นเครื่องมือวัด LCR มิเตอร์แบบปากคิ๊บขนาดเล็ก
- 20.1.2 มีหน้าจอแสดงผลแบบ OLED แสดงผลสว่างและชัดเจน และมีฟังก์ชันปิดเครื่องแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีการใช้งานเกินเวลาที่กำหนด เพื่อประหยัดพลังงาน
- 20.1.3 มี Battery ภายในตัว
- 20.1.4 สามารถใช้งานเชื่อมต่อกับ Computer PC ผ่าน Software เพื่อบันทึกค่าการวัดได้
- 20.1.5 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 20.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 20.2.1 ใช้งานได้ทั้งแบบ Automatic และแบบ Manual
- 20.2.2 ความแม่นยำ R : 0.1%, L : 0.2%, C : 0.2% หรือดีกว่า
- 20.2.3 ความถี่ทดสอบปรับได้ 5 ระดับ เป็นอย่างน้อย
- 20.2.4 แรงดันทดสอบปรับได้ 3 ระดับ เป็นอย่างน้อย
- 20.2.5 ฟังก์ชันการวัดรวม R, L, C, Z, ESR, DCR, D, Q หรือมากกว่า
- 20.2.6 หน้าจอแสดงผลขนาดอย่างน้อย 0.9 นิ้ว แบบ OLED
- 20.2.7 แบตเตอรี่แบบ Rechargeable ผ่าน Port USB
- 20.2.8 ค่าความต้านทาน Source 100Ω



20.2.9 ย่านการวัด Resistance 25 mΩ – 10 MΩ, Capacitance 0.25 pF - 1 mF, Inductance 10 μH-1 H หรือดีกว่า

### 20.3 อุปกรณ์ประกอบ

20.3.1 อุปกรณ์ต่อพ่วงสำหรับเชื่อมต่อ Computer PC จำนวน 1 ชุด

20.3.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 21 Rapid PCB Prototyping จำนวน 1 ชุด

### 21.1 รายละเอียดทั่วไป

21.1.1 เป็นเครื่องสร้างลายวงจรพิมพ์ ทางวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แบบ 3D ประกอบด้วย เครื่องมือหรืออุปกรณ์หลายชนิดรวมไว้ในชุดเดียว สามารถควบคุมการทำงานกับ คอมพิวเตอร์

21.1.2 เป็นเครื่องสร้างลายวงจรพิมพ์เพื่อผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคงานกัดและเจาะ (Milling and Drilling)

21.1.3 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

21.1.4 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 21.2 รายละเอียดทางเทคนิค

21.2.1 Work table dimension ไม่น้อยกว่า 840 mm. x 480 mm. x 20 mm.

21.2.2 Frame materials 6061 aluminium หรือดีกว่า

21.2.3 Leadscrew แบบ 1065 Ball screws หรือดีกว่า ทั้งสามแกน (XYZ axis)

21.2.4 Stepping motor type แบบ Nema 23 two-phase 3A หรือดีกว่า

21.2.5 Stepping motor driver แบบ 0 - 3.5 A 4 axis driver หรือดีกว่า

21.2.6 Principal axis collet แบบ ER11 ขนาด 3.175 mm. และ 6 mm. หรือดีกว่า

21.2.7 Repeat accuracy 0.03 mm. หรือดีกว่า

21.2.8 Spindle motor ขนาด 800 W, ความเร็วรอบ 0 - 24,000 PRM, frequency 400 Hz, water-cooled spindle motor หรือดีกว่า

21.2.9 Carving Instructions รองรับ G-code, .tab, .nc, .ncc และ .txt

21.2.10 รองรับ Software Mach 3

### 21.3 อุปกรณ์ประกอบ

21.3.1 Engraving machine 4 Axis จำนวน 1 ชุด

21.3.2 Control box (4<sup>th</sup> Axis controller) จำนวน 1 ชุด

21.3.3 Water pump for cooling spindle จำนวน 1 ชุด

21.3.4 Variable Frequency Drive (VFD) 1.5 kW หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

21.3.5 Parallel cable จำนวน 1 ชุด

21.3.6 Power cable จำนวน 1 ชุด

21.3.7 Tool box and tools จำนวน 1 ชุด

- 21.3.8 Stepper motors จำนวน 1 ชุด
- 21.3.9 4<sup>th</sup> Axis 80mm chuck 3 jaw จำนวน 1 ชุด
- 21.3.10 Tailtock จำนวน 1 ชุด
- 21.3.11 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 21.3.12 Software Mach3 English version จำนวน 1 ชุด

## 22 PCB Assembly Set จำนวน 1 ชุด

### 22.1 รายละเอียดทั่วไป

- 22.1.1 เป็นชุดเครื่องมือประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคโนโลยี SMT ประกอบไปด้วยเครื่อง Stencil printer, Pick and Place System และ Reflow oven
- 22.1.2 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 22.1.3 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 22.2 รายละเอียดทางเทคนิค

#### Stencil printer

- 22.2.1 Work table size ขนาด 300 mm. x 400 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.2 Print size ขนาด 250 mm. x 400 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.3 Thickness of the substrates 0 - 80 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.4 The workbench adjust volume 10 mm. (Horizontal Angle adjustment) หรือดีกว่า
- 22.2.5 Repeated accuracy  $\pm 0.01$  mm. หรือดีกว่า

#### Pick and Place System

- 22.2.6 PCB area ขนาด 10 mm. x 10 mm. ถึง 350 mm. x 350 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.7 X Y axis Travel ขนาด 420 mm. x 460 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.8 Z axis moving range ขนาด 15 mm. หรือดีกว่า
- 22.2.9 Placement Heads จำนวน 2 หัว หรือดีกว่า
- 22.2.10 Feeders มีขนาด 8mm.  $\geq 40$  pcs, 12 mm.  $\geq 8$  pcs, 16 mm.  $\geq 4$  pcs, 24 mm.  $\geq 2$  pcs, Front IC stack  $\geq 14$  psc หรือดีกว่า
- 22.2.11 Vision System Dual cameras (up & down CCD cameras) หรือดีกว่า
- 22.2.12 Drive Closed-loop control stepper servo drive system, make sure never lose step หรือดีกว่า
- 22.2.13 มีระบบ Z axis self-return detection แบบ prevent nozzles breaking
- 22.2.14 มีระบบ Pull pin self-return
- 22.2.15 มีระบบ Leakage of material detection method แบบ Vacuum detection, vision detection หรือดีกว่า
- 22.2.16 Screen ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
- 22.2.17 มีระบบปฏิบัติการควบคุมการทำงานภายในเครื่อง โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ภายนอก
- 22.2.18 Mounting speed 5,000 cph (vision off) และ 3,000 cph (vision on) หรือดีกว่า

22.2.19 Mounting precision  $\pm 0.025$  mm. หรือดีกว่า

22.2.20 Vacuum pump -92 KPA (2pcs, build-in, mute type) หรือดีกว่า

#### Reflow Oven

22.2.21 Soldering max area 300 mm. x 300 mm. หรือดีกว่า

22.2.22 Hot air + Infrared mix heating หรือดีกว่า

22.2.23 Peak power 2,500 W หรือดีกว่า

22.2.24 Dual sensor temperature หรือดีกว่า

22.2.25 Max temperature 300 °C หรือดีกว่า

22.2.26 Built-in PID controllers หรือดีกว่า

22.2.27 สามารถ Calibration curve, Just adjust a few parameters, the machine can automatically generate curves and visually displayed ได้

22.2.28 Temperature control accuracy  $\pm 1$  degree (constant temperature) หรือดีกว่า

22.2.29 Welding type Lead & Lead free หรือดีกว่า

#### 22.3 อุปกรณ์ประกอบ

22.3.1 Vibration feeder จำนวน 2 ชุด

22.3.2 Juki nozzle: ขนาด 503, 504, 505, 506 จำนวน 4 ชิ้น

22.3.3 Pull pins จำนวน 2 ชุด

22.3.4 Coil for pull pin จำนวน 2 ชุด

22.3.5 Camera positioning adjust black board จำนวน 1 ชุด

22.3.6 Hex wrench จำนวน 1 ชุด

22.3.7 Tweezers จำนวน 1 ชุด

22.3.8 Brush จำนวน 1 ชุด

22.3.9 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

#### 23 Analyzer for breakpoints in circuit boards จำนวน 1 ชุด

##### 23.1 รายละเอียดทั่วไป

23.1.1 เป็นเครื่องมือทดสอบที่ช่วยในการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป เพื่อตรวจหาจุดเสียหรืออุปกรณ์ที่เสียในแผ่นวงจร โดยไม่ต้องจ่ายกระแสไฟให้แผ่นวงจร

23.1.2 แสดงผลแบบจอสี Color TFT LCD with Touch Screen, LED Blacklight

23.1.3 มีซอฟต์แวร์ช่วยวิเคราะห์เปรียบเทียบจัดการข้อมูล สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

23.1.4 ชุดควบคุมการทำงานซอฟต์แวร์ซึ่งมีระบบปฏิบัติการในตัว

23.1.5 เครื่องมือทดสอบต้องได้รับมาตรฐาน CE Marking

23.1.6 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

23.1.7 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย



## 23.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 23.2.1 Waveform ในการทดสอบเป็น Sine Wave
- 23.2.2 สามารถปรับระดับของ Frequency Range
- 23.2.3 สามารถปรับระดับของ peak voltage (Open Circuit Voltage)
- 23.2.4 สามารถปรับระดับของ resistance (Source Resistance)
- 23.2.5 Pulse Generator มี Level 0 ถึง  $\pm 10$  VDC, Maximum current 100 mA per channel หรือดีกว่า
- 23.2.6 รองรับ 2 channel (A and B) หรือมากกว่า
- 23.2.7 Scanner Connections 64 ขา จำนวน 2 ช่อง สามารถใช้ได้รวมสูงสุด 128 ขา หรือดีกว่า
- 23.2.8 Scan Modes สามารถทำได้ทั้ง Manual หรือ Automatic
- 23.2.9 Safety approval ETL listed

### Software

- 23.2.10 มี Tree Pane ใช้สำหรับการจัดการการสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อให้ง่ายในการตรวจซ่อม ภายหลัง, สร้าง Sequence ลำดับขั้นในการทดสอบได้, สร้าง Component ของตัวอุปกรณ์ที่อยู่ใน Sequence ได้, กำหนดค่า PIN จำนวนขาของอุปกรณ์ได้, สามารถกำหนดค่าย่านทดสอบทั้งแรงดัน ความถี่ ความต้านทาน Tolerance, Delay-time, Max Sample และสร้างประวัติในการเก็บข้อมูลของแต่ละอุปกรณ์
- 23.2.11 มี Signature Pane สำหรับแสดงผลแบบ Real time Signature, แสดงผลลัพธ์ Pass/Failed, แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบ Signature, กำหนดย่านทดสอบทั้งแรงดัน, กระแส, ความต้านทาน และสามารถ Print Report

## 23.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 23.3.1 สายสัญญาณที่ใช้ในการวัด จำนวน 1 ชุด
- 23.3.2 สาย AC Power จำนวน 1 เส้น
- 23.3.3 PC Recorder จำนวน 1 ชุด
- 23.3.4 Footswitch จำนวน 1 อัน
- 23.3.5 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 24 Thermal Camera แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 เครื่อง

### 24.1 รายละเอียดทั่วไป

- 24.1.1 เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบบ Thermal Imaging
- 24.1.2 มีฐานจับยึดและปรับได้
- 24.1.3 มีจอแสดงผลภายในตัว ไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว
- 24.1.4 มีแบตเตอรี่ภายในตัว
- 24.1.5 สามารถบันทึกภาพการวัดอุณหภูมิได้ ในรูปแบบไฟล์ JPEG หรือมากกว่า
- 24.1.6 สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน Port สื่อสารแบบ USB หรือมากกว่า
- 24.1.7 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

## 24.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 24.2.1 IR Resolution 320 x 240 (76,800 pixels) หรือดีกว่า
- 24.2.2 Image Frequency 9 Hz หรือดีกว่า
- 24.2.3 Display 3 in, 320 x 240 pixel color LCD หรือดีกว่า
- 24.2.4 Object Temperature Range -20°C to 250°C (-4°F to 482°F) หรือดีกว่า
- 24.2.5 Thermal Sensitivity/NETD น้อยกว่า 0.06°C
- 24.2.6 Radiometric IR Video Streaming Full dynamic to PC using USB หรือดีกว่า
- 24.2.7 USB Interfaces

## 24.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 24.3.1 Mount และ Stand จำนวน 1 ชุด
- 24.3.2 USB cable จำนวน 1 เส้น
- 24.3.3 Power supply จำนวน 1 ชุด
- 24.3.4 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 25 PCB Ultrasonic Cleaner ขนาด 2 ลิตร จำนวน 1 ชุด

### 25.1 รายละเอียดทั่วไป

- 25.1.1 เป็นเครื่องทำความสะอาดแผ่นวงจร (PCB) ด้วยระบบ Ultrasonic
- 25.1.2 สามารถตั้งเวลาทำงานและอุณหภูมิได้
- 25.1.3 มีส่วนแสดงค่าเวลาทำงานและอุณหภูมิ
- 25.1.4 มีขนาดถึง 150 mm. x 140 mm. x 100 mm. (LxWxH) หรือมากกว่า
- 25.1.5 เครื่องมือต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 25.1.6 สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 25.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- 25.2.1 Timer 1 - 99 minutes หรือมากกว่า
- 25.2.2 Temperature 0 - 80 °C หรือดีกว่า
- 25.2.3 Display LED display หรือดีกว่า
- 25.2.4 Ultrasonic Frequency 40 kHz
- 25.2.5 Heating Power 100 W หรือมากกว่า
- 25.2.6 Ultrasonic Power 50 W หรือมากกว่า

### 25.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 25.3.1 สายไฟ AC Power จำนวน 1 เส้น
- 25.3.2 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 26 Electronic Tools Set for Circuit repair จำนวน 1 ชุด

### 26.1 รายละเอียดทั่วไป

26.1.1 เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้สำหรับในการซ่อมแซมวงจรอิเล็กทรอนิกส์

### 26.2 อุปกรณ์ประกอบ

#### TWEEZERS (AISI 304 Stainless Steel)

26.2.1 TWEEZERS 105 mm., 130 mm., 145 mm., 150 mm., 170 mm., 190 mm. และ 230 mm. จำนวนอย่างละ 1 ตัว

26.2.2 TWEEZERS (BS) 165 mm., (AA) 125 mm., (RR) 150 mm., (MM) 125 mm., (I) 120 mm., (GG) 120 mm., (J) 165 mm. และ (TS) 125 mm. จำนวนอย่างละ 1 ตัว

#### SMD TWEEZERS

26.2.3 แบบ STRAIGHT/POINTED ขนาดปลาย 0.7 x 0.6 mm. และ 1.3 x 0.6 mm. มีความยาว 115 mm. จำนวนขนาดปลายละ 1 ตัว

26.2.4 แบบ STRAIGHT/POINTED ขนาดปลาย 0.7 x 0.8 mm. มีความยาว 138 mm. จำนวน 1 ตัว

26.2.5 แบบ BENT/FLAT ขนาดปลาย 1.5 x 1.5 mm. และ 1.5 x 0.6 mm. มีความยาว 120 mm. จำนวนขนาดปลายละ 1 ตัว

26.2.6 แบบ BENT/FLAT ปลายแบบ Positioning at 45° angle ขนาดปลาย 1.5 x 0.6 mm. มีความยาว 120 mm. จำนวน 1 ตัว

26.2.7 แบบ Semi-Circular ขนาดปลาย 1.5 x 0.6 mm. มีความยาว 115 mm. และ 120 mm. จำนวนความยาวละ 1 ตัว

26.2.8 แบบ Semi-circular ปลายแบบ Positioning at 45° angle ขนาดปลาย 0.5 mm. มีความยาว 125 mm. จำนวน 1 ตัว

#### ESD/CERAMIC TWEEZERS แบบเปลี่ยนปลายจับชิ้นงานได้

26.2.9 Duckbill Tip ความยาวรวมด้าม 125 mm. จำนวน 1 ตัว และ Spare Tip จำนวน 1 ตัว

26.2.10 Fine Tip ความยาวรวมด้าม 130 mm. จำนวน 1 ตัว และ Spare Tip จำนวน 1 ตัว

26.2.11 Curved Nose (J) ความยาวรวมด้าม 130 mm. จำนวน 1 ตัว และ Spare Tip จำนวน 1 ตัว

26.2.12 CERAMIC ความยาวรวมด้าม 130 mm. จำนวน 1 ตัว และ Spare Tip จำนวน 1 ตัว

#### Other

26.2.13 MINI LONG PLIERS จำนวน 1 ตัว

26.2.14 ROUND NOSE PLIERS 150 mm. จำนวน 1 ตัว

26.2.15 SOLDER SUCKER (Silicone Nozzle) จำนวน 1 ตัว

26.2.16 WIRE PLIERS จำนวน 1 ตัว

26.2.17 WIRE STRIPPER 8-10 AWG จำนวน 1 ตัว

26.2.18 SCREW REMOVAL PLIERS จำนวน 1 ตัว

26.2.19 PLIERS' MASK สำหรับ SCREW REMOVAL PLIERS GT จำนวน 1 ตัว

26.2.20 HANDY CRIMP TOOL ขนาด S, M และ L จำนวนขนาดละ 1 ตัว

26.2.21 WRIST STRAP จำนวน 1 ตัว

26.2.22 SOCKET WRENCH SET จำนวน 1 ตัว



- 26.2.23 Nut Driver ขนาด 3, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 12 mm. จำนวนขนาดละ 1 ตัว
- 26.2.24 ไส้ควงปากแบน 5.5 x 0.7 x 200 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.25 ไส้ควงปากแบน 6.3 x 0.9 x 214 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.26 ไส้ควงปากแบน 6.0 x 0.8 x 362 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.27 ไส้ควงปากแฉก #1 x 200 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.28 ไส้ควงปากแฉก #2 x 214 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.29 ไส้ควงปากแฉก #2 x 362 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.30 PHILLIPS PRECISION DRIVER SET จำนวน 1 ชุด จำนวน 6 ชิ้น
- 26.2.31 FLAT MOUTH PRECISION DRIVER SET จำนวน 1 ชุด จำนวน 6 ชิ้น
- 26.2.32 IC EXTRACTOR จำนวน 1 ตัว
- 26.2.33 SIDE CUTTING PLIERS 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.34 MINI FLAT NOSE PLIERS จำนวน 1 ตัว
- 26.2.35 MINI COMBINATION SPANNER SET จำนวน 1 ชุด
- 26.2.36 COMBINATION SCISSORS 160 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.37 LONG NOSE PLIERS 165 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.38 LONG NOSE PLIERS (STAINLESS) จำนวน 1 ตัว
- 26.2.39 NEEDLE NOSE PLIERS (STAINLESS) จำนวน 1 ตัว
- 26.2.40 FLAT NOSE PLIERS (STAINLESS) จำนวน 1 ตัว
- 26.2.41 LONG FLAT NOSE PLIERS 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.42 SLANT EDGE NIPPERS 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.43 PARALLEL NIPPERS 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 26.2.44 MICRO NIPPERS 105 mm. และ 125 mm. จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 26.2.45 WIRE STRIPPER 22-30 AWG จำนวน 1 ตัว
- 26.2.46 PCB CONNECTOR EXTRACTOR จำนวน 1 ตัว
- 26.2.47 REPLACEMENT SILICONE TUBES สำหรับ SOLDER SUCKER จำนวน 1 ตัว

## 27 Electronic Tools Set for Circuit assembly จำนวน 1 ชุด

### 27.1 รายละเอียดทั่วไป

- 27.1.1 เป็นชุดเครื่องมือที่ใช้สำหรับในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

### 27.2 อุปกรณ์ประกอบ

- 27.2.1 Micro nippers 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.2 Slant edge nippers 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.3 Miniature pliers 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.4 Needle nose pliers 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.5 Slide cutting pliers 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.6 Combination pliers 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.7 Pump pliers 250 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.8 Wire pliers 245 mm. จำนวน 1 ตัว

- 27.2.9 Tweezers 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.10 Lock holder 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.11 ไส้ควงปากแฉก #00, #0, #1 และ #2 จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 27.2.12 ไส้ควงปากแบน 2.6 x 75 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.13 ไส้ควงปากแบน 4 x 100 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.14 ไส้ควงปากแบน 6 x 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.15 Alignment driver 150 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.16 PHILLIPS PRECISION DRIVER SET #000 และ #00 จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 27.2.17 FLAT MOUTH PRECISION DRIVER SET 1.8 และ 2.3 mm. จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 27.2.18 Screw-holding driver #0 จำนวน 1 ตัว
- 27.2.19 Nut driver 4, 5, 5.5, 7, และ 8 mm. จำนวนอย่างละ 1 ตัว
- 27.2.20 Adjustable angle wrench 200 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.21 SPANNER SET จำนวน 1 ชุด
- 27.2.22 Taper reamer 20 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.23 Hammer 21 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.24 Measure Tape 2 m. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.25 HEX KEY WRENCH SET จำนวน 1 ชุด มีขนาด 0.89, 1.27, 1.5, 2, 2.5, 3, 4 หน่วย mm.
- 27.2.26 SOCKET WRENCH SET จำนวน 1 ชุด มีหัวเปลี่ยนขนาด 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 หน่วย mm. มี Ratchet Handles 125 mm. มี Extension Shaft 50 mm., 150 mm. มี Cross Bar 115 mm. และ มี Steel Case
- 27.2.27 File set จำนวน 1 ชุด
- 27.2.28 Handy saw จำนวน 1 ตัว
- 27.2.29 Soldering iron 32 W จำนวน 1 ตัว
- 27.2.30 Solder 150 g จำนวน 1 ตัว
- 27.2.31 Soldering box จำนวน 1 ตัว
- 27.2.32 Solder sucker จำนวน 1 ตัว
- 27.2.33 IC Extractor จำนวน 1 ตัว
- 27.2.34 Spring hook จำนวน 2 ตัว
- 27.2.35 Inspection mirror จำนวน 1 ตัว
- 27.2.36 Magnetic pick-up tool จำนวน 1 ตัว
- 27.2.37 Parts box จำนวน 1 ตัว
- 27.2.38 Solder wick 2.8 mm. จำนวน 1 ตัว
- 27.2.39 Vinyl Tape จำนวน 1 ตัว
- 27.2.40 Pen light จำนวน 1 ตัว
- 27.2.41 Cutter knife (L) จำนวน 1 ตัว
- 27.2.42 Oiler จำนวน 1 ตัว
- 27.2.43 Flat brush จำนวน 1 ตัว
- 27.2.44 Poly bottle ขนาด 50cc และ 100cc จำนวนอย่างละ 2 ตัว

27.2.45 Silicon cloth จำนวน 1 ตัว

27.2.46 Multimeter จำนวน 1 ตัว

27.2.47 Aluminum External Case ขนาด 455 x 330 x 17 mm. จำนวน 1 ตัว

### เฟอร์นิเจอร์

#### 28 โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB จำนวน 2 ตัว

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 80 x ยาว 150 x สูง 150 เซนติเมตร
- (2) โครงสร้าง : Work Top เป็น Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ลบมุมด้วยเครื่องจักร มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร มีความคงทนต่อการขีดข่วน แรงกระแทก ความชื้น และความร้อน
- (3) มีแผ่นยางป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ปูบนพื้นโต๊ะ (ESD Table Mats)
- (4) โครงสร้างเป็นเหล็ก เคลือบด้วยสีฝุ่นอุตสาหกรรม (Epoxy) ปลายขาโครงสร้างเหล็กมีปุ่มปรับระดับความสูง-ต่ำ
- (5) คอนโซลมี 2 ชุด ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT)
- (6) คอนโซลชุดแรก เป็นแบบชนิดยกสูงหน้าเอียง ทำเป็นช่องโถ่ง มีคานรองรับซ้าย-ขวา อย่างมั่นคงแข็งแรง ได้คอนโซลยกติดตั้งชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์
- (7) คอนโซลชุดที่สอง เป็นแบบยึดติดกับพื้นโต๊ะ ลักษณะหน้าเอียง ยาวเท่ากับพื้นโต๊ะปฏิบัติการ
- (8) ติดตั้ง Main Power Supply 1 phase ประกอบด้วย Circuit Breaker 2P, 20A, ELCB, Emergency Stop, Lamp, Socket จำนวน 1 ชุด
- (9) ติดตั้ง เต้ารับ 220Vac จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด และ สวิตช์เปิด-ปิด ชุดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 1 ชุด
- (10) ติดตั้งท่ออ่อนพร้อมปากกรวย ที่หน้าคอนโซล โดยเชื่อมต่อกับ เครื่องดูดควันตะกั่ว (Fume Extraction) ที่ติดตั้งบริเวณใต้โต๊ะหรือที่เหมาะสม สำหรับดูดควันตะกั่วบนโต๊ะ จำนวน 1 ชุด
  - (10.1) เครื่องดูดควันตะกั่ว สำหรับงานบัดกรีทั่วไป แบบ 1 ท่อ เคลื่อนย้ายสะดวก
  - (10.2) เครื่องสามารถปรับความเร็วได้
  - (10.3) มีสัญญาณเสียงรบกวนต่ำ
  - (10.4) มีไฟแสดงสถานะฟیلเตอร์พร้อมเสียงเตือน
  - (10.5) ออกแบบไส้กรองสามชั้นโดยมีชั้น Fine Dust Filter F5 แยกเปลี่ยนได้ , EPA Filter H 13 และ Active Carbon ไส้กรองออกแบบขนาดใหญ่ในกล่องเดียวกัน ส่งมอบพร้อมไส้กรอง
  - (10.6) สามารถกรองฝุ่นได้ถึง > 97% ที่ขนาด 0.3  $\mu\text{m}$
  - (10.7) การหมุนเวียนกรองอากาศบริสุทธิ์จะออกทางด้านข้างตัวเครื่อง
  - (10.8) ตัวเครื่องและอุปกรณ์เป็นวัสดุป้องกันไฟฟ้าสถิตย์
  - (10.9) ระบบแรงลม 190  $\text{m}^3/\text{h}$
  - (10.10) ระบบแรงดัน 3000 Pa



(10.11) ระดับเสียงรบกวน < 50 dB (A) ที่ระยะห่าง 1 เมตร

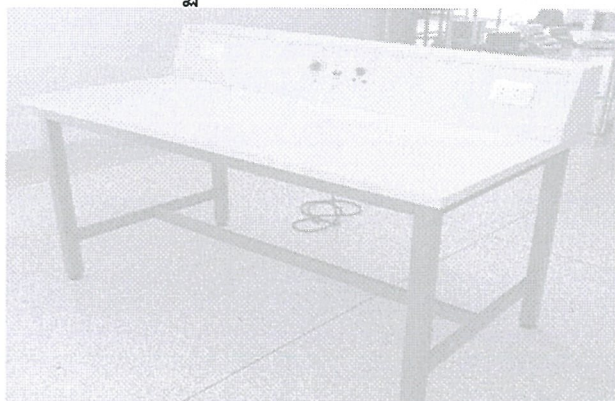
(11) มีลิ้นชักแบบ 3 ชั้นด้านข้าง จำนวน 1 ชุด ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ลบมุมด้วยเครื่องจักร พร้อมมือจับ และ กุญแจล็อก

## 29 โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 2 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB จำนวน 10 ตัว

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 80 x ยาว 240 x สูง 160 เซนติเมตร
- (2) โครงสร้าง Work Top เป็น Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ลบมุมด้วยเครื่องจักร มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- (3) มีแผ่นยางป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ปูบนพื้นโต๊ะ (ESD Table Mats)
- (4) โครงสร้างเป็นเหล็ก เคลือบด้วยสีฝุ่นอุตสาหกรรม (Epoxy) ปลายขาโครงสร้างเหล็กมีปุ่มปรับระดับความสูง-ต่ำ
- (5) คอนโซลทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT)
- (6) เป็นแบบชนิดยกสูงหน้าเอียง ทำเป็นช่องโถง มีคานรองรับซ้าย-ขวา อย่างมั่นคงแข็งแรง
- (7) ใต้คอนโซลยก มีแผงติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า แบบเอียง ยาวตลอดความยาวคอนโซล
- (8) ติดตั้ง Main Power Supply 1 phase ประกอบด้วย Circuit Breaker 2P 10A, An Earth-leakage circuit breaker : ELCB 25 A, Emergency Stop Lamp, Socket จำนวน 1 ชุด
- (9) ติดตั้ง เต้ารับ 220 Vac จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด (โดยเป็น เต้ารับ แบบคู่ 1 ชุด และแบบเดี่ยว ร่วมกับ สวิตช์เปิด-ปิด 1 ชุด) และติดตั้งชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ พร้อมสวิตช์กระตุก
- (10) ด้านหลังระหว่างใต้คอนโซลถึงพื้นโต๊ะ ติดตั้งตะแกรงสแตนเลส
- (11) ลิ้นชักแบบ 3 ชั้นด้านข้าง จำนวน 1 ชุด ทำจาก Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ ลบมุมด้วยเครื่องจักร พร้อมมือจับ และ กุญแจล็อก

## 30 โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 3 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB จำนวน 2 ตัว



ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างโต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 3 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB \*

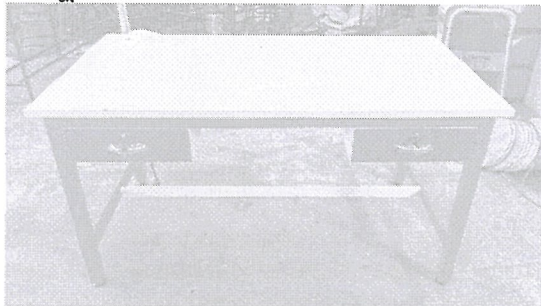
\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)



คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 80 x ยาว 150 x สูง 80 เซนติเมตร
- (2) โครงสร้าง Work Top เป็น Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ลบมุมด้วยเครื่องจักร มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- (3) โครงสร้างเป็นเหล็กกล่อง โครงขาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้ ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 48 x 48 มิลลิเมตร ตัวคานเป็นเหล็กกล่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 35 x 35 มิลลิเมตร ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดทั้ง 4 ด้าน มีคานกลางรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ ลักษณะขาโต๊ะแต่ละด้านเชื่อมยึดระหว่างขาด้านหน้าและด้านหลังเข้าด้วยกัน ปลายขาทั้งสองด้านติดตั้งอุปกรณ์ปรับความสูงได้ 20 มิลลิเมตร ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน ความสูง 800 มิลลิเมตร ชุดขาโต๊ะที่เป็นเหล็กทุกชิ้น เป็นสีฝุ่นอุตสาหกรรมมอดความร้อน (Epoxy)
- (4) คอนโซลหน้าเอียง ทำจาก Particle Board of Melamine Surface ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ยึดติดบนพื้นโต๊ะได้อย่างมั่นคงแข็งแรง
- (5) หน้าคอนโซลมีแผงติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วย
  - (5.1) แผง Main Power Supply 1 phase ประกอบด้วย Circuit Breaker 2P 10A , Emergency Stop , Lamp , Socket จำนวน 1 ชุด
  - (5.2) สายไฟสำหรับต่อระบบไฟภายนอกโต๊ะ ขนาด 3 x 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 3 เมตร พร้อมปลั๊ก จำนวน 1 ชุด

### 31 โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 4 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB จำนวน 1 ตัว



ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่างโต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 4 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB \*

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 80 x ยาว 150 x สูง 80 เซนติเมตร
- (2) โครงสร้าง Work Top เป็น Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ลบมุมด้วยเครื่องจักร มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- (3) โครงสร้างเป็นเหล็กกล่อง โครงขาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้ ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 48 x 48 มิลลิเมตร ตัวคานเป็นเหล็กกล่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 35 x 35 มิลลิเมตร ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดทั้ง 4 ด้าน มีคานกลางรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ ลักษณะขาโต๊ะแต่ละด้านเชื่อมยึดระหว่างขาด้านหน้าและด้านหลังเข้าด้วยกัน ปลายขาทั้งสองด้านติดตั้ง

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)

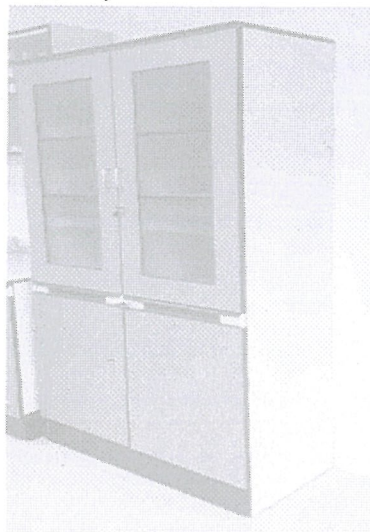
- อุปกรณ์ปรับความสูงได้ 20 มิลลิเมตร ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน ความสูง 800 มิลลิเมตร ชุดขาโต๊ะที่เป็นเหล็กทุกชิ้น เป็นสีฝุ่นอุตสาหกรรมอบความร้อน (Epoxy)
- (4) ติดตั้ง Circuit Breaker 2P ไม่น้อยกว่า 10A จำนวน 1 ชุด และ เต้ารับแบบคู่ 220 V จำนวน 2 ชุด แบบฝังบนพื้นโต๊ะ
  - (5) มีลิ้นชักชั้นเดียว (ซ้าย – ขวา) ทำจาก Particle Board of Melamine Surface จำนวน 2 ชุด พร้อมมือจับและกุญแจล็อก
  - (6) สายไฟสำหรับต่อระบบไฟภายนอกโต๊ะ ขนาด 3 x 1.5 ตารางมิลลิเมตร ยาว 3 เมตร พร้อม ปลั๊ก จำนวน 1 ชุด

### 32 โต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ตัว

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 60 x ยาว 120 x 75 เซนติเมตร
- (2) โต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์มีชั้นวางคีย์บอร์ด
- (3) มีลิ้นชัก พร้อมกุญแจล็อก ไม่น้อยกว่า 2 ลิ้นชัก
- (4) โครงสร้างโต๊ะเป็นไม้ Particle Board of Laminate Surface ปิดขอบ PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT)
- (5) พื้นโต๊ะทั้งแผ่นมีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร เคลือบผิวด้านบนด้วยเมลามีน
- (6) มีช่องร้อยสายไฟและสายสัญญาณต่างๆ

### 33 ตู้แบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB จำนวน 9 ตู้



ภาพที่ 3 ตัวอย่างตู้แบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB \*

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 50 x ยาว 100 x 180 เซนติเมตร

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)

- (2) ส่วนของตู้ ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side หนา 16 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำชนิด Hot Melt ลบมุมด้วยเครื่องจักร ชั้นวางภายในตู้ สามารถปรับระดับ
- (3) ส่วนหน้าบานส่วนบน เป็นบานเปิดกระจกกรอบไม้ ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side หนา 16 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำชนิด Hot Melt
- (4) ชั้นปรับระดับ ภายในตู้ ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side หนา 16 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำชนิด Hot Melt สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับ
- (5) มือจับเปิด-ปิด หน้าบานตู้ล่าง เป็นแบบ GRIP SECTION วัสดุทำด้วยพีวีซี มีขนาดไม่น้อยกว่า 21x50 มิลลิเมตร (กว้างxสูง) มีหัวท้ายปิดด้วย พีวีซี , พร้อม CARD LABEL ปิดด้วยแผ่นพลาสติกทำด้วยอะคริลิกใส เพื่อปิดขอบ ติดตั้งกุญแจและป้ายชื่อได้โดยมือจับนี้จะต้องฝังอยู่ด้านบนสุดของหน้าบาน
- (6) บานพับของตู้ เป็นบานพับลูกถ้วย สปริงล๊อค ทำด้วยโลหะชุบนิเกิล ขนาดมาตรฐาน 35 มิลลิเมตร
- (7) ขาตู้เป็นพลาสติก ABS สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ ภายนอกของขาเป็นแผ่นไม้ปิดสูงประมาณ 10 ซม. ส่วนนี้สามารถที่จะถอดออกมาทำความสะอาดใต้พื้นตู้ได้โดยติดที่ยึดขาตู้ (CLIP LOCK)

#### 34 ตู้แบบที่ 2 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB จำนวน 6 ตู้

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 50 x ยาว 120 x 80 เซนติเมตร
- (2) โครงสร้างขาเป็นเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้ว x 2 นิ้ว หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตรพ่นทาบด้วยสีอีพ็อกซี ปลายขาปรับระดับรูปทรงปิรามิด วัสดุทำด้วย โลหะหุ้มด้วยพลาสติก สามารถปรับสูงต่ำและเอียงตามพื้นที่ห้องเพื่อใช้ในกรณีที่พื้นห้องไม่เรียบ
- (3) Work Top วัสดุทำด้วย Solid Phenolic หรือ Compact Laminate (Lab Grade) มีความหนา 16 มิลลิเมตร สามารถทนการขีดข่วนและแรงกระแทกได้ดี และสามารถทนความร้อน มีความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี
- (4) ส่วนตัวส่วนของตัวตู้ (CUPBOARD) วัสดุทำด้วยไม้อัดปิดผิวด้วยลามิเนทพลาสติกชนิด HPL (High Pressure Laminate) ด้วยระบบ Cold Press หนา 0.8 มิลลิเมตร ทั้งสองด้าน ภายหลังปิดลามิเนท มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ปิดขอบไม้ด้วย PVC หนา 2 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ (Hot Melt Glue) โดยลบมุมมนด้วยเครื่องจักร ชิ้นงานที่ได้จะต้องติดสนิทแน่น ประกอบตัวตู้อุปกรณ์ Knock Down ชนิด Cam Lock & Dowel ทำจากโลหะผสม Zine Alloy ฉีดขึ้นรูป และเดือยไม้อัดกาว สามารถถอดและต่อประกอบตู้ได้โดยไม่ทำให้ตู้เสียหาย



- (5) หน้าบานตู้, ผนังหลังตู้ วัสดุทำด้วยไม้อัดปิดผิวด้วยลามิเนทพลาสติกชนิด HPL (High Pressure Laminate) ด้วยระบบ Cold Press หนา 0.8 มิลลิเมตร ทั้งสองด้าน ภายหลังปิดลามิเนท มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ปิดขอบไม้ด้วย PVC หนา 2 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ (Hot Melt Glue) โดยลบมุมมนด้วยเครื่องจักร ชิ้นงานที่ได้จะต้องติดสนิทแน่น มีความประณีตเรียบร้อย
- (6) หน้าบานตู้ติดตั้งช่องระบายอากาศทำด้วยพลาสติก PVC
- (7) ชั้นปรับระดับภายในตู้ วัสดุทำด้วยไม้อัดปิดผิวด้วยลามิเนทพลาสติกชนิด HPL (High Pressure Laminate) ด้วยระบบ Cold Press หนา 0.8 มิลลิเมตร ทั้งสองด้าน ภายหลังปิดลามิเนท มีความหนาไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร ปิดขอบไม้ด้วย PVC หนา 2 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ (Hot Melt Glue) โดยลบมุมมนด้วยเครื่องจักร ชิ้นงานที่ได้จะต้องติดสนิท สามารถปรับระดับความสูงต่ำได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับ
- (8) กุญแจล็อกตู้ ทำด้วยโลหะชุบนิเกิลป้องกันการเป็นสนิม
- (9) รางลิ้นชักเป็นแบบรับได้กล่อง วัสดุเป็นโลหะมีลูกกลิ้งพลาสติก
- (10) มือจับเปิด-ปิดหน้าบานลิ้นชัก เป็นแบบ GRIP SECTION วัสดุทำด้วยพีวีซี มีขนาดไม่น้อยกว่าขนาด 21x50 มิลลิเมตร (กว้างxสูง) มีหัวท้ายปิดด้วยพีวีซี พร้อม CARD LABEL ปิดด้วยแผ่นพลาสติกทำด้วยอะคริลิกใส ติดตั้งกุญแจและป้ายชื่อได้โดยมือจับนี้จะต้องฝังอยู่ด้านบนสุดของหน้าบาน และ หน้าลิ้นชัก

### 35 ตู้เก็บเอกสาร จำนวน 4 ตู้

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ขนาดไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 50 x ยาว 90 x 180 เซนติเมตร
- (2) ส่วนของตู้ ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side หนา 16 มิลลิเมตร ปิด ขอบด้วย PVC ด้วยชนิด Hot Melt ลบมุมด้วยเครื่องจักร ชั้นวางภายในตู้สามารถปรับระดับ
- (3) ส่วนหน้าบานส่วนบน เป็นกระจกบานเลื่อน หนาไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร
- (4) ส่วนหน้าบานส่วนล่าง เป็นบานเปิดทึบ ทำจาก Particle Board of Laminate Surface หนา 16 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ ชนิด Hot Melt
- (5) ชั้นปรับระดับ ภายในตู้ ทำจาก Particle Board of Laminate Surface หนา 16 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ ชนิด Hot Melt สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับ
- (6) มือจับเปิด-ปิด หน้าบาน พร้อมกุญแจล็อก
- (7) บานพับของตู้ เป็นบานพับลูกถ้วย สปริงล็อก ทำด้วยโลหะชุบนิเกิล ขนาดมาตรฐาน 35 มิลลิเมตร

### 36 ตู้ล็อกเกอร์ จำนวน 1 ตู้

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) ตู้ล็อกเกอร์ 25 ช่อง ขนาดแต่ละช่อง กว้าง 50 x ลึก 50 x สูง 50 เซนติเมตร
- (2) ขนาดตู้ ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 260 x ลึก 50 x สูง 260 เซนติเมตร
- (3) ทำจาก Particle Board of Melamine Surface Both Side หนา 19 มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ ชนิด Hot Melt ลบมุมด้วยเครื่องจักร
- (4) เป็นบานเปิดทึบ 25 ประตู พร้อมกุญแจล็อกแบบอิสระ 25 ชุด
- (5) มีมือจับหน้าบานประตูทุกบาน

### 37 ตู้เก็บอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก จำนวน 3 ตู้

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) สามารถแบ่งช่องย่อยในลิ้นชักได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- (2) จำนวนลิ้นชักไม่น้อยกว่า 48 ลิ้นชัก
- (3) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ความลึก 7 นิ้ว x ความกว้าง 12 นิ้ว x ความสูง 21 นิ้ว
- (4) โครงสร้างทำจากพลาสติก (ESD SAFE)

### 38 เก้าอี้ในห้อง clean room จำนวน 20 ตัว



ภาพที่ 4 ตัวอย่างเก้าอี้ในห้อง clean room \*

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) โครงสร้างพื้นผิวนุ่ม มีระบบ pneumatic height control ควบคุมการปรับระดับเก้าอี้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกสบาย
- (2) การออกแบบด้วยหลักการยศาสตร์ (Ergonomics Design) โดยคำนึงถึงหลักความสมดุลย์ของร่างกาย
- (3) โครงสร้างไมครอนไนลอน ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (Static-safe model features dissipative Micron nylon)
- (4) ฐานเก้าอี้ทำจากอลูมิเนียมขัดเงา มีวงแหวนที่พักเท้า (footrest ring) มีล้อลาก 5 ล้อ

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)

39. เก้าอี้ห้องปฏิบัติการ จำนวน 10 ตัว



ภาพที่ 5 ตัวอย่างเก้าอี้ห้องปฏิบัติการ \*

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) เก้าอี้สำหรับห้องปฏิบัติการ, มีพนักพิง, ขาเหล็กกล่อง, มีพนักเท้า, ไม่มีเท้าแขน
- (2) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 35 x ลึก 45 x สูง 90 เซนติเมตร
- (3) เป็นแกนเกลียวปรับระดับได้ 10 เซนติเมตร
- (4) เบาะพองน้ำหุ้มหนังเทียม ทำความสะอาดง่าย
- (5) โครงสร้างและขาผลิตจากเหล็ก ขาเหล็กกล่องพ่นดำ

40. เก้าอี้ทำงาน จำนวน 2 ตัว



ภาพที่ 6 ตัวอย่างเก้าอี้ทำงาน †

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) เก้าอี้สำหรับสำนักงาน หัวหมอนรองศีรษะ
- (2) ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ กว้าง 45 x ลึก 50 x สูง 90 เซนติเมตร
- (3) พนักพิงหลังผ้าตาข่าย ที่นั่งบุผ้า และมีหมอนรองศีรษะ
- (4) ปรับสูงต่ำด้วยระบบไฮดรอลิค มีก้านโยก

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)



41 โคมไฟแบบพร้อมเลนส์ขยาย 5 เท่า จำนวน 10 ชุด

คุณลักษณะเฉพาะ

- (1) Large 7.25 นิ้ว x 6 นิ้ว glass lens หรือดีกว่า
- (2) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย
- (3) มีแขนจับปรับระยะได้
- (4) ติดตั้งสายไฟและปลั๊กไฟ ขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร
- (5) มีระบบไฟส่องสว่าง มีสวิตช์เปิดปิดได้
- (6) กำลังขยายของเลนส์ไม่น้อยกว่า 5 เท่า
- (7) มีฝาเลนส์ปิดป้องกันฝุ่น

ภาคผนวก ข.

คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัด  
สำหรับระบบทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า



หน้า 47/89

กริช  
ว. ๒๖



ภาคผนวก ข. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับระบบทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS)

1. คุณสมบัติทั่วไป

- 1.1. ระบบฯ ที่ติดตั้งและส่งมอบต้องสามารถรองรับการทดสอบตามหัวข้อ CE102, CS101, CS114, CS115, CS116 ตามมาตรฐาน MIL-STD-461 Rev. F หรือ G จำนวน 1 ระบบ
- 1.2. ระบบฯ ที่ส่งมอบตามข้อกำหนดที่ 3 ภาคผนวก ข. ต้องสามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบฯ ตรงตามวัตถุประสงค์การทดสอบดาวเทียม และตรงตามหัวข้อการทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐาน MIL-STD-461 หรือเทียบเท่า
- 1.3. กรณีผู้เสนอราคาสามารถใช้เครื่องมือวัด 1 เครื่อง ทดสอบได้หลายหัวข้อ (ตารางที่ 1) แต่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงในการสลับการใช้งานเครื่องมือวัด ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการส่งมอบระบบพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง และจำนวนเครื่องมือวัดที่เพียงพอต่อการทดสอบ
- 1.4. ระบบฯ ที่ส่งมอบต้องจัดให้มีอุปกรณ์ต่อพ่วงที่เกี่ยวข้อง ให้พร้อมใช้งาน ตามมาตรฐานที่อ้างถึง
- 1.5. การระบุชื่อ เครื่องมือวัด ตามภาคผนวก ข. ข้อที่ 3 เป็นไปด้วยการระบุชื่อเรียกตามมาตรฐานเพื่อให้ทราบคุณสมบัติของเครื่องมือวัดเท่านั้น หากเครื่องมือวัดของผู้เสนอราคาสามารถทดสอบได้ตามมาตรฐาน แต่มีชื่อเรียกเป็นอย่างอื่น อุปกรณ์ เครื่องมือวัด ที่เสนอมีคุณสมบัติมากกว่า 1 คุณสมบัติรวมอยู่ในเครื่องมือวัดตัวเดียว และสามารถทดสอบได้ตามวัตถุประสงค์การทดสอบตามมาตรฐานที่อ้างถึง ตามภาคผนวก ข. ถือได้ว่าอุปกรณ์นั้นตรงตามข้อกำหนด
- 1.6. ระบบฯ ที่ส่งมอบต้องติดตั้งและส่งมอบพร้อม RACK ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ หากระบบฯ ต้องติดตั้งพร้อมโต๊ะทดสอบ และเฟอร์นิเจอร์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้หลังจากติดตั้งต้องพร้อมใช้งานทันที และรองรับการทดสอบ EUT ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 1ม.X1ม.X1ม. น้ำหนักสูงสุด 500 กิโลกรัม
- 1.7. ระบบฯ ต้องดำเนินการติดตั้งเชื่อมต่อกราวด์ เครื่องมือวัด, RACK, อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และโต๊ะที่ติดตั้ง หรืออื่นๆ ที่เชื่อมต่อกัน ทั้งนี้ต้องแสดงป้ายกำกับอย่างชัดเจน
- 1.8. ระบบฯ ต้องส่งมอบพร้อมโปรแกรม และชุดคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่อพ่วงพร้อมใช้งาน และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบที่สามารถทำงานสอดคล้องกับเครื่องมือวัดได้เป็นอย่างดี และสามารถจัดเก็บผลการทดสอบได้ตามรูปแบบของมาตรฐาน ซอฟต์แวร์ควบคุมการทดสอบ ต้องเป็นเวอร์ชันสมบูรณ์ (ตัวเต็ม) มีลิขสิทธิ์อย่างถูกต้อง และไม่จำกัดการทำงานในฟังก์ชันใดๆ และต้องไม่จำกัดระยะเวลาการใช้งานตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องมือ และหากทางผู้ผลิตมีการปรับปรุงซอฟต์แวร์/ เฟิร์มแวร์ ของเครื่องมือทดสอบภายในระยะเวลา 1 ปี นับจากวันส่งมอบระบบฯ ผู้ขายต้องทำการปรับปรุงซอฟต์แวร์/ เฟิร์มแวร์ ให้กับทางศูนย์ทดสอบฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ
- 1.9. ระบบฯ ต้องส่งมอบพร้อมใบรับรองการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต (Factory Acceptance Test) และระบบฯ ที่ส่งมอบต้องออกแบบเพื่อเป็นระบบทดสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-461 Rev. F หรือ G โดยเฉพาะ ภายหลังจากการส่งมอบตรวจรับแล้วเสร็จ ต้องจัดให้มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน EMC ที่มีประสบการณ์ด้านการทดสอบ EMC ที่สามารถให้คำปรึกษาผ่านอีเมลและตอบกลับไม่เกิน 48 ชั่วโมง ไม่น้อยกว่า 1 คน เพื่อแนะนำ สอบถาม ปัญหาการใช้งานระบบฯ เรื่องของการทดสอบตลอดสัญญาฯ



- 1.10. เครื่องมือวัดที่ส่งมอบต้องเป็นรุ่นที่ใช้ในงาน Full compliance ยกเว้นรายการตาม ข้อกำหนดที่ 3.7 ภาคผนวก ข. ห้องปิดกั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (EMI/RFI Shielded tent)
- 1.11. การจัดเตรียมพื้นที่การทดสอบ เช่น Ground Plane, โต๊ะทดสอบ เป็นต้น จะต้องเป็นไปตาม มาตรฐานที่อ้างถึง เพียงพอต่อการทดสอบดาวเทียมขนาดไม่น้อยกว่า 1ม.X1ม.X1ม. น้ำหนัก สูงสุด 500 กิโลกรัม
- 1.12. ผู้ขายต้องดำเนินการอบรมการทดสอบตามหัวข้อ CE102, CS101, CS114, CS115, CS116 ให้กับเจ้าหน้าที่ สทอภ. และต้องจัดให้มีการ Hand-on Training ทั้งนี้ผู้เข้ารับการอบรมต้อง สามารถดำเนินการทดสอบได้ตามมาตรฐานที่อ้างถึง
- 1.13. ผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบประกอบการส่งมอบงาน (Onsite Acceptance Test) ให้ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นผู้พิจารณา
- 1.14. เฉพาะรายการเครื่องมือวัด ภาคผนวก ข. ต้องส่งมอบผลการสอบเทียบที่ได้รับมาตรฐาน ISO/IEC 17025
- 1.15. ผู้ขายต้องรับประกันทั้งระบบไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 1.16. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีศูนย์ซ่อม, ศูนย์สอบเทียบ และตัวแทนจำหน่ายที่สามารถดูแลหลังการ ขาย

ตารางที่ 1 ตารางรายการอุปกรณ์สำหรับการทดสอบหัวข้อ CE102 CS101 CS114 CS115 CS116

|    | รายการเครื่องมือขั้นต่ำ                         | CE<br>102 | CS<br>101 | CS<br>114 | CS<br>115 | CS<br>116 |
|----|-------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | Measurement receiver หรือ<br>EMI Receiver       | X         | X         | X         |           | X         |
| 2  | Signal generator หรือ<br>Pulse generator        | X         | X         | X         | X         |           |
| 3  | Oscilloscope with Voltage Differential Probe    | X         | X         |           | X         | X         |
| 4  | LISNs<br>(Line Impedance Stabilization Network) | X         | X         | X         | X         | X         |
| 5  | Power amplifier และ Power Meter                 |           | X         | X         |           |           |
| 6  | Coupling transformer                            |           | X         |           |           |           |
| 7  | Isolation Transformer                           |           | X         |           |           |           |
| 8  | Data recording device หรือ Computer & SW        | X         | X         | X         | X         | X         |
| 9  | Damped sinusoid transient generator             |           |           |           |           | X         |
| 10 | Current injection probes                        |           |           | X         | X         | X         |
| 11 | Current probes                                  |           |           | X         | X         | X         |
| 12 | Calibration fixture                             |           |           | X         | X         | X         |
| 13 | Directional couplers                            |           |           | X         |           |           |

|    | รายการเครื่องมือขั้นต่ำ                                                    | CE<br>102 | CS<br>101 | CS<br>114 | CS<br>115 | CS<br>116 |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 14 | Attenuator                                                                 | X         |           | X         | X         | X         |
| 15 | Coaxial loads หรือ<br>Terminator 50 ohms, 10 W                             |           |           | X         | X         | X         |
| 16 | Drive cable, 50 ohm, 2 meters, 0.5 dB<br>or less insertion loss at 500 MHz |           |           |           | X         |           |
| 17 | Transducer                                                                 |           | X         |           |           |           |
| 18 | Resistor                                                                   |           | X         |           |           |           |
| 19 | Cable, Adaptor and Accessories                                             | X         | X         | X         | X         | X         |

2. คุณสมบัติทางเทคนิค เกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด ตามมาตรฐาน MIL-STD-461

เครื่องมือวัดที่ส่งมอบต้องมีเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนขั้นต่ำเป็นอย่างน้อยดังนี้

- 2.1. Distance  $\pm 5\%$
- 2.2. Frequency  $\pm 2\%$
- 2.3. Amplitude, measurement receiver:  $\pm 2$  dB
- 2.4. Amplitude, measurement system  
(includes measurement receivers, transducers, cables, and so forth):  $\pm 3$  dB
- 2.5. Time (waveforms):  $\pm 5\%$
- 2.6. Resistors:  $\pm 5\%$
- 2.7. Capacitors:  $\pm 20\%$

3. รายการ อุปกรณ์ เครื่องมือวัด อุปกรณ์ต่อพ่วง และ EMI/RFI Shielded Tent

คุณสมบัติทางเทคนิคของ อุปกรณ์ เครื่องมือวัด อุปกรณ์ต่อพ่วง ทั้งหมดต้องรองรับการทดสอบมาตรฐาน MIL-STD-461 F หรือ G ได้อย่างสมบูรณ์ ผู้เสนอราคาสามารถเสนออุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติดีกว่าที่ระบุในมาตรฐานฯได้ ทั้งนี้มีรายการดังนี้

3.1. เครื่องมือวัดหมวด CE102 มีรายการดังนี้

- 3.1.1. Measurement receiver หรือ EMI Receiver
- 3.1.2. Data recording device หรือ computer and software
- 3.1.3. Signal Generator
- 3.1.4. Attenuator 20dB 50 Ohms
- 3.1.5. Oscilloscope
- 3.1.6. LISN (Line Impedance Stabilization Network)

3.2. เครื่องมือวัดหมวด CS101 มีรายการดังนี้

- 3.2.1. Signal Generator
- 3.2.2. Power Amplifier

- 3.2.3. Oscilloscope หรือ measurement receiver
- 3.2.4. Coupling transformer
- 3.2.5. Capacitor 10uF
- 3.2.6. Isolation Transformer
- 3.2.7. Resister 0.5 Ohm
- 3.2.8. LISN (Line Impedance Stabilization Network)

### 3.3. เครื่องมือวัดหมวด CS114 มีรายการดังนี้

- 3.3.1. Measurement receivers
- 3.3.2. Current Injection Probe
- 3.3.3. Current Probes
- 3.3.4. Calibration fixture: coaxial transmission line with 50 ohm characteristic impedance, coaxial connections on both ends, and space for an injection probe around the center conductor.
- 3.3.5. Directional couplers
- 3.3.6. Signal generators
- 3.3.7. Attenuators, 50 ohm
- 3.3.8. Coaxial loads, 50 ohm
- 3.3.9. Power amplifiers
- 3.3.10. LISNs (Line Impedance Stabilization Network)

### 3.4. เครื่องมือวัดหมวด CS115

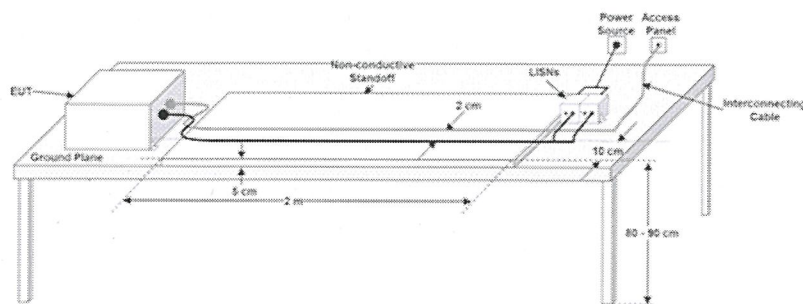
- 3.4.1. Pulse generator, 50 ohm, charged line (coaxial)
- 3.4.2. Current injection probe
- 3.4.3. Drive cable, 50 ohm, 2 meters, 0.5 dB or less insertion loss at 500 MHz
- 3.4.4. Current probe
- 3.4.5. Calibration fixture: coaxial transmission line with 50 ohm characteristic impedance, coaxial connections on both ends, and space for an injection probe around the center conductor.
- 3.4.6. Oscilloscope and Voltage Differential Probe, 50 ohm input impedance
- 3.4.7. Attenuators, 50 ohm
- 3.4.8. Coaxial loads, 50 ohm
- 3.4.9. LISNs (Line Impedance Stabilization Network)

### 3.5. เครื่องมือวัดหมวด CS116

- 3.5.1. Damped sinusoid transient generator,  $\leq 100$  ohm output impedance
- 3.5.2. Current injection probe
- 3.5.3. Oscilloscope, 50 ohm input impedance

- 3.5.4. Calibration fixture: Coaxial transmission line with 50 ohm characteristic impedance, coaxial connections on both ends, and space for an injection probe around the center conductor
- 3.5.5. Current probes
- 3.5.6. Waveform recording device
- 3.5.7. Attenuators, 50 ohm
- 3.5.8. Measurement receiver
- 3.5.9. Coaxial loads, 50 ohm
- 3.5.10. LISNs (Line Impedance Stabilization Network)

### 3.6. โต๊ะทดสอบ จำนวน 1 ตัว



ภาพที่ 7 ตัวอย่างโต๊ะทดสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-461 (EUT ติดตั้งบนโต๊ะ)\*

- 3.6.1. ทำจากวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดฝุ่น สามารถใช้งานในห้อง Cleanroom
- 3.6.2. ติดตั้ง Grounding Plane พร้อมในการทดสอบตามมาตรฐาน
- 3.6.3. รองรับการทดสอบ EUT ขนาด 1 ม.X 1 ม.X 1 ม. น้ำหนัก 500 กิโลกรัม
- 3.6.4. สามารถทดสอบแบบตั้งโต๊ะ หรือตั้งพื้น
- 3.6.5. เป็นโต๊ะที่ทำการ Test Setup สำหรับการทดสอบ MIL-STD-461 คุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน และส่งมอบพร้อมใบรับรองจากโรงงานผู้ผลิต

### 3.7. ห้องปิดกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (EMI/RFI Shielded tent)

- 3.7.1. โครงสร้างแบบ Rectangular ขนาดไม่น้อยกว่า 2 ม. (L) x 2 ม. (W) x 2 ม. (H)
- 3.7.2. โครงสร้างเป็น Faraday tent มีโครงสร้างรับน้ำหนักของตัวเอง (Self-Supporting Steel Structure) โดยไม่ยึดเกาะกับโครงสร้างของอาคารและมีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายต้องส่งมอบพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง เมื่อติดตั้งต้องสามารถใช้งานได้ทันที
- 3.7.3. วัสดุผ้าคลุมสำหรับ EMI/RFI Shielded tent เป็นแบบ Double Layer
- 3.7.4. Shielded Effectiveness หรือ Attenuation มีค่าไม่น้อยกว่า 65 dB ครอบคลุมความถี่ตั้งแต่ 30 MHz – 9 GHz หรือดีกว่า โดยส่งมอบพร้อมผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต หรือผลการทดสอบ (On Site Test) ตามมาตรฐาน IEEE 299 หรือ EN 50147-1
- 3.7.5. วัสดุที่ใช้ต้องไม่ก่อให้เกิดฝุ่นสามารถติดตั้งใช้งานในพื้นที่ Clean Room

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)



3.7.6. ติดตั้งพร้อมวัสดุ อุปกรณ์ประกอบ อุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็น และตัวกรองสัญญาณรบกวนจากสายส่งกำลัง (Power Line Filter) 380 โวลต์ 3 เฟส 32 แอมป์ และ 220 โวลต์ 1 เฟส 16 แอมป์ หรือดีกว่าเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

หน้า 53/89  
หน้า 53/89  
หน้า 53/89

ภาคผนวก ค.

คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัด

สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB

หน้า 54/89  
จ.ร.ว. ๕  
ช.พ. ๗๖๕



ภาคผนวก ค. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB

รายการเครื่องมือวัด สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB

1 เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายความถี่สูง (Vector Network Analyzer) จำนวน 1 เครื่อง

1.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็น Network Analyzer แบบ 2 Port ที่สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำงานกับคลื่นสัญญาณตั้งแต่ย่านความถี่ 10 MHz ถึง 40 GHz หรือดีกว่า
- (2) มีระบบ S-parameter test set ที่สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์ ทดสอบอยู่ภายใน
- (3) แสดงผลการวิเคราะห์ค่าได้ตั้งแต่ 10 measurement channel และตั้งแต่ 100 trace หรือมากกว่า
- (4) สามารถตรวจวัด Insertion Loss, Gain, Return Loss, Isolation, Group Delay, Compression, Both Magnitude and Phase ได้หรือดีกว่า
- (5) สามารถแสดง Marker ได้ถึง 10 Markers per Trace หรือดีกว่า
- (6) มีระบบเก็บข้อมูลแบบ Removable Hard Disk Drive
- (7) เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- (8) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

1.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Corrected Systems Performance
  - (1.1) Systems Dynamic Range at Test Port 85 dB หรือดีกว่า ที่ความถี่ 45 MHz ถึง 40 GHz ขึ้นไป
  - (1.2) Directivity 40 dB หรือมากกว่า ที่ความถี่ 10 MHz to 20 GHz
  - (1.3) Source Match 30 dB หรือมากกว่า
  - (1.4) Load Match 40 dB หรือมากกว่า ที่ความถี่ 10 MHz to 20 GHz
- (2) Uncorrected Systems Performance หรือ Uncorrected Port Characteristic Performance
  - (2.1) Directivity 14 dB หรือมากกว่า
  - (2.2) Source Match 7 dB หรือมากกว่า
  - (2.3) Load Match 7 dB หรือมากกว่า
- (3) Test Port Output
  - (3.1) Frequency Range 10 MHz to 40 GHz หรือดีกว่า
  - (3.2) Frequency Resolution 1 Hz
  - (3.3) Frequency Accuracy  $\pm 2.5$  ppm หรือดีกว่า
  - (3.4) Max Leveled Power 5 dBm หรือดีกว่า
  - (3.5) Power level Linearity ที่ดีที่สุด  $\pm 1.5$  dB หรือดีกว่า ที่ความถี่ 45 MHz ถึง 40 GHz ขึ้นไป
  - (3.6) Power Resolution 0.01 dB หรือดีกว่า

(4) Test Port Input

(4.1) Test Port Noise Floor 10 Hz IF Bandwidth -110 dBm ที่ความถี่ 500 MHz ถึง 13 GHz หรือดีกว่า

(4.2) Trace Noise Magnitude 0.0045 dB ที่ความถี่ 500 MHz ถึง 13 GHz หรือดีกว่า

(4.3) Trace Noise Phase ที่ดีที่สุด 0.035° rms ที่ความถี่ 500 MHz ถึง 13 GHz หรือดีกว่า

(5) General Information

(5.1) System IF Bandwidth Range 1 Hz to 1 MHz หรือดีกว่า

(5.2) RF Connectors ที่มีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับ 50 Ohm

1.3 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

(1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

(2) สาย AC Power จำนวน 1 เส้น

(3) Calibration Kit ที่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ส่งมอบ จำนวน 1 ชุด

(4) Cable ที่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ส่งมอบ จำนวน 2 เส้น

(5) ชุดหัวแปลง N-Type , F-type พร้อม pad 75Ω/50Ω, SMA อย่างละ 1 ชุด

2 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer) จำนวน 1 เครื่อง

2.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นเครื่องวัดและวิเคราะห์สัญญาณที่สามารถแสดงผลการวัดต่าง ๆ บนจอแสดงผล
- (2) มีฟังก์ชันการใช้งานแบบ Channel Power (ระดับกำลังส่งของช่องสัญญาณที่ใช้งาน), Occupied Bandwidth (ขนาดแถบความถี่ที่ใช้งาน), Adjacent Channel Power (ระดับกำลังส่งของสัญญาณช่องข้างเคียง), Power statistics CCDF, Harmonic distortion, Burst Power (ระดับกำลังส่งแบบช่วงๆ), Spurious Emission (ระดับการกระจายสัญญาณรบกวน), Spectrum Emission Mask (การสร้างกรอบแถบสัญญาณ )
- (3) เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- (4) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

2.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Frequency Range : 9 KHz ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) Frequency Span: (FFT and swept mode) 0 Hz (zero Span) และ 300 Hz ถึง 25 GHz หรือดีกว่า ( 2 Hz resolution )
- (3) Sweep Time : 1 μs ถึง 1000 s หรือดีกว่า
- (4) Sweep Trigger : Free Run และ Video หรือดีกว่า
- (5) Video Band Width Range : 1 Hz ถึง 3 MHz หรือดีกว่า
- (6) Resolution Bandwidth (RBW) : 1 Hz ถึง 3 MHz หรือดีกว่า
- (7) Analysis Bandwidth : 25 MHz หรือดีกว่า
- (8) Maximum Safe Input Level : + 30 dBm หรือดีกว่า



- (9) Display Average Noise Level : -145 dBm
- (10) Third-Order Intermodulation Distorsion : + 15 dBm ที่ความถี่ 1 GHz หรือดีกว่า
- (11) Preamplifier : 100 kHz ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (12) Input mechanical attenuator range : 0 to 60 dB in 2 dB steps หรือดีกว่า
- (13) Phase noise : at 1 GHz, 10 MHz offset -145 dBc/Hz หรือดีกว่า
- (14) Residual response : -90 dBm หรือดีกว่า
- (15) Sweep (Trace) points range : 10000 หรือดีกว่า
- (16) Interface : USB 2.0,GPIB, LAN หรือมากกว่า
- (17) Front Panel : RF input, Probe power, USB 2.0, Headphone Jack หรือ USB Headphone Port หรือมากกว่า
- (18) Rear Panel : Ext Ref in, Trigger input, Trigger outputs, Monitor output, USB 2.0, GPIB, LAN, IF output หรือมากกว่า

### 2.3 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

- (1) สาย AC Power จำนวน 1 เส้น
- (2) Cable ความถี่ DC – 25 GHz หรือดีกว่า โดย connector เป็นแบบ SMA หรือสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ จำนวน 1 เส้น
- (3) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 3 เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator) จำนวน 1 เครื่อง

### 3.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ในช่วงตั้งแต่ 100 kHz ถึง 30 GHz หรือดีกว่า
- (2) มีฟังก์ชันการ Modulation ทั้งแบบ Amplitude Modulation, Frequency Modulation, Phase Modulation, Pulse Modulation, Simultaneous Modulation, External Modulation and Internal Modulation
- (3) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย
- (4) มี Port Interface แบบ GP-IB, USB, LAN หรือมากกว่า
- (5) เครื่องมีวarrantyรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- (6) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

### 3.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Frequency
  - (1.1) Frequency Range : 100 kHz ถึง 30 GHz หรือดีกว่า
  - (1.2) Frequency Resolution : 0.01 Hz หรือดีกว่า
  - (1.3) Aging Rate : <  $\pm 1$  ppm/Year หรือดีกว่า
- (2) RF Output
  - (2.1) Maximum Leveled Output Power : +20 dBm หรือดีกว่า
  - (2.2) Minimum Output Power : - 20 dBm หรือดีกว่า
  - (2.3) Resolution : 0.01 dB หรือดีกว่า

  
 หน้า 57/89  


- (2.4) SWR ( CW mode, 0 dB ) : 2:1 หรือดีกว่า
- (2.5) Output Connector : 2.4 mm หรือ 2.92 mm (K(f) Connector )หรือดีกว่า
- (3) Spectral Purity
  - (3.1) Harmonic : -55 dBc ที่ความถี่มากกว่า 2 GHz ขึ้นไป หรือดีกว่า
  - (3.2) Nonharmonics ( CW mode ) : -60 dBc หรือดีกว่า
- (4) Modulation Specification
  - (4.1) Internal Analog Modulation Source
    - a) Waveforms : Sine, Square หรือดีกว่า
    - b) Rate range : 0.1 Hz ถึง 1 MHz หรือดีกว่า
    - c) Resolution : 0.1 Hz หรือดีกว่า
  - (4.2) Amplitude Modulation
    - a) Settable Depth : 0 ถึง 90% หรือดีกว่า
    - b) Frequency Response (3 dB BW, 30% depth) : DC หรือ 10 Hz ถึง 50 kHz
  - (4.3) External Modulation inputs
    - a) Modulation types : EXT1/EXT2 AM, FM, Phase mod หรือดีกว่า
    - b) Input impedance : 50 Ohm หรือมากกว่า
  - (4.4) Pulse Modulation
    - a) On/off ratio : 80 dB หรือมากกว่า
    - b) Rise/Fall time : 15 ns หรือน้อยกว่า
  - (4.5) Self-Test : Internal diagnostic routines test most module in a preset condition
  - (4.6) Safety : IEC/EN 61010-1, 3 rd Edition หรือ IEC 61010-1:2010
  - (4.7) EMC : IEC/EN 61326, CISPR Pub 11 Group 1, Class A หรือ IEC 61326-1:2013A

### 3.3 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- (2) คู่มือซ่อมบำรุง จำนวน 1 ชุด
- (3) สายนำสัญญาณ จำนวน 1 เส้น
- (4) สาย AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- (5) หัวแปลงหัวต่อ 2.4 mm หรือ 2.92 mm (K (f) Connector) เป็น SMA จำนวน 1 ชุด

## 4 เครื่องวัดกำลังงาน (Power Meter) จำนวน 1 เครื่อง

### 4.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Sensor ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Power ของเครื่องส่งให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า DC หรือสัญญาณไฟฟ้าความถี่ต่ำใช้เป็นอินพุตให้กับเครื่องได้

- (2) เครื่อง Power Meter เป็นแบบ 2 Channel โดยสามารถใช้อุปกรณ์ Sensor ที่มีช่วงความถี่ที่แตกต่างกันในการวัดกำลังส่งของเครื่องส่งที่แตกต่างกัน
- (3) เครื่อง Power Meter จะต้องมียจอภาพแสดงผลเป็นแบบผลึกเหลว (LCD : Liquid Crystal Display) หรือมียจอภาพแสดงผลแบบสีเป็นอย่างน้อย
- (4) เครื่อง Power Meter จะต้องวัดค่าของสัญญาณได้ทั้งค่า Peak และ Average
- (5) เครื่อง RF POWER METER จะต้องเป็นแบบ Portable หรือตั้งโต๊ะ
- (6) เครื่องมือวัดต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- (7) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าภายในประเทศไทย

#### 4.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Frequency Range : 100 kHz ถึง 65 GHz (Sensor dependent) หรือกว้างกว่า
- (2) Power Range : -70 dBm ถึง +20 dBm (Sensor dependent) หรือดีกว่า
- (3) Reference Power : 1 mW , Type N ( f ) 50 ohm connector หรือดีกว่า
- (4) Reference Frequency : 50 MHz หรือดีกว่า
- (5) Accuracy : 1 % หรือดีกว่า
- (6) Display Unit : dBm, dB หรือมากกว่า
- (7) Display resolution : Selectable resolution of 0.1 ถึง 0.001 dB หรือดีกว่า
- (8) Offset range : -100 ถึง 100 dB หรือกว้างกว่า
- (9) Measurement characteristics
  - (9.1) Averaging Range : 1 ถึง 512 หรือกว้างกว่า
  - (9.2) สามารถวัดค่า : Average power, Peak power หรือมากกว่า
- (10) Trigger
  - (10.1) Sources : Internal, External TTL, GPIB หรือมากกว่า
  - (10.2) Internal trigger : -16 ถึง +12 dBm หรือดีกว่า
- (11) Sampling rate : 30 Ksamples/second
- (12) Interface : GPIB, RS-232, RS-422

#### 4.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) Peak and Average Diode power sensor จำนวน 1 ชุด
  - (1.1) ใช้งานในย่านความถี่ : 50 MHz ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
  - (1.2) วัดกำลังสัญญาณวิทยุขนาดเล็กได้ถึง : -60 dBm หรือดีกว่า
  - (1.3) ตัวเลขอัตราส่วนคลื่นนิ่งของแรงดัน (SWR) : ไม่เกิน 1.5 ตลอดย่านการวัดที่อุณหภูมิห้อง
- (2) Average Power Sensor - Thermocouple จำนวน 1 ชุด
  - (2.1) ใช้งานในย่านความถี่ : 10 MHz ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
  - (2.2) วัดกำลังสัญญาณวิทยุขนาดเล็กได้ถึง : -5 dBm หรือดีกว่า
  - (2.3) ตัวเลขอัตราส่วนคลื่นนิ่งของแรงดัน (SWR) : ไม่เกิน 1.5 ตลอดย่านการวัดที่อุณหภูมิห้อง
- (3) Power sensor cable ที่ใช้ต่อระหว่าง Power meter กับ Power sensor มีความยาวไม่น้อยกว่า 150 ซม. จำนวน 1 เส้น

- (4) AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- (5) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 เล่ม

## 5 สายอากาศมาตรฐาน Log Periodic Antenna จำนวน 1 ชุด

### 5.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) สายอากาศมาตรฐาน Log Periodic Antenna สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำงานกับคลื่นสัญญาณความถี่ ตั้งแต่อ่านความถี่ 80 MHz - 2 GHz หรือดีกว่า
- (2) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 5.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Corrected Systems Performance
  - (1.1) ย่านความถี่ใช้งาน (frequency range) : 80 MHz - 2 GHz หรือดีกว่า
  - (1.2) อัตราขยาย (Gain) : 5 dBi หรือดีกว่า
  - (1.3) อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (VSWR) น้อยกว่าหรือเท่ากับ : 2:1 หรือดีกว่า
  - (1.4) กำลังงานสูงสุด (Maximum Continuous Power) มากกว่าหรือเท่ากับ 160 W

### 5.3 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- (2) ขาตั้ง พร้อมหัวยึดสายอากาศ (Flexible Mounting System ) จำนวน 1 ชุด

## 6 สายอากาศมาตรฐาน Double-Ridged Guide Antenna จำนวน 1 ชุด

### 6.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) สายอากาศมาตรฐาน Double-Ridged Guide Antenna สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำงานกับคลื่นสัญญาณความถี่ ตั้งแต่อ่านความถี่ 800 MHz - 18 GHz หรือดีกว่า
- (2) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 6.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Corrected Systems Performance
  - (1.1) ย่านความถี่ใช้งาน (frequency range) : 800 MHz - 18 GHz หรือดีกว่า
  - (1.2) อัตราขยาย (Gain) มากกว่าหรือเท่ากับ : 5 dBi หรือดีกว่า
  - (1.3) อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (VSWR) : 3:1 หรือดีกว่า
  - (1.4) กำลังงานสูงสุด (Maximum Continuous Power) มากกว่าหรือเท่ากับ 150 W หรือดีกว่า

### 6.3 รายละเอียดอุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- (2) ขาตั้ง พร้อมหัวยึดสายอากาศ (Flexible Mounting System) จำนวน 1 ชุด



## ชุดสายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบการวัด

### 7 ชุดอุปกรณ์เครื่องมือการเชื่อมต่อสายสัญญาณ จำนวน 1 ชุด

#### 7.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) มีอุปกรณ์เครื่องมือในการเชื่อมต่อหัวสายและสายนำสัญญาณของระบบสื่อสารผ่านสายและคลื่นวิทยุ
- (2) มีชุดเครื่องมือในการเข้าหัวสาย RJ-45 และ RJ-11 สำหรับระบบเครือข่าย LAN และระบบโทรศัพท์
- (3) มีชุดหัวแปลงสายนำสัญญาณชนิดต่างๆ ดังนี้ N-type, TNC, SMA, BNC, TNC เป็น SMA

#### 7.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) ชุดคีมยัดเข้าหัวต่อสายนำสัญญาณ
  - (1.1) คีมยัดเข้าหัวชนิด N-Type, SMA, TNC, BNC Connector Crimp Tool
- (2) ชุดหัวต่อสาย(Connector)
  - (2.1) หัวต่อสายชนิด N-Type Male จำนวน 4 ตัว
  - (2.2) หัวต่อสายชนิด N-Type Female จำนวน 4 ตัว
  - (2.3) หัวต่อสายชนิด RP-SMA Male จำนวน 4 ตัว
  - (2.4) หัวต่อสายชนิด RP-SMA Female จำนวน 4 ตัว
  - (2.5) หัวต่อสายชนิด TNC Male จำนวน 4 ตัว
  - (2.6) หัวต่อสายชนิด TNC Female จำนวน 4 ตัว
  - (2.7) หัวต่อสายชนิด BNC Male จำนวน 4 ตัว
  - (2.8) หัวต่อสายชนิด BNC Female จำนวน 4 ตัว
- (3) ชุดหัวแปลง(Adapter)
  - (3.1) หัวแปลง SMA female เป็น SMA Female จำนวน 2 ตัว
  - (3.2) หัวแปลง SMA male เป็น RP-SMA male จำนวน 2 ตัว
  - (3.3) หัวแปลงจาก SMA female เป็น SMA male จำนวน 2 ตัว
  - (3.4) หัวแปลงชนิด N-Type male เป็น SMA female จำนวน 2 ตัว
  - (3.5) หัวแปลง N-Type male เป็น SMA male จำนวน 2 ตัว
  - (3.6) หัวแปลง N-Type Female เป็น N-Type Female จำนวน 2 ตัว
  - (3.7) หัวแปลง N-Type Female เป็น RP-TNC Male จำนวน 2 ตัว
- (4) ชุดเครื่องมือติดตั้งสาย LAN จำนวน 1 ชุด
  - (4.1) คีมเข้าหัว RJ45 หรือ RJ11
  - (4.2) ตัวเข้าสายตัวเมียแบบกระแทก
  - (4.3) Lan Tester
  - (4.4) ฐานรองสำหรับเข้าหัวตัวเมีย
- (5) ชุดเครื่องมือสำหรับการเข้าหัวสายนำสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
  - (5.1) ชุดเครื่องมือป้องกันไฟฟ้าสถิตย์
    - LONG NOSE PLIER จำนวน 1 ตัว
    - FLAT NOSE PLIER จำนวน 1 ตัว

- BENT NOSE PLIER จำนวน 1 ตัว
- CLEAN CUT MICRO NIPPER จำนวน 1 ตัว
- MICRO CUTTING PLIER 125 mm. จำนวน 1 ตัว
- A PCS CONDUCTIVE TWEEZER SET จำนวน 1 ตัว
- WRIST STRAP 10 FT จำนวน 1 ตัว
- ESD PRECISION SCREWDRIVER #0 จำนวน 1 ตัว
- ESD PRECISION SCREWDRIVER #00 จำนวน 1 ตัว
- ESD PRECISION SCREWDRIVER 2.0 mm. จำนวน 1 ตัว
- ESD PRECISION SCREWDRIVER 2.4 mm. จำนวน 1 ตัว
- ESD PRECISION SCREWDRIVER 3.0 mm. จำนวน 1 ตัว
- กระเป๋ใส่เครื่องมือ จำนวน 1 ใบ

(5.2) ชุดเครื่องมือช่าง

- 8 ½ นิ้ว crimping tool. จำนวน 1 ตัว
- Super mini torch. จำนวน 1 ตัว
- Soldering iron 30 W. จำนวน 1 ตัว
- Brush. จำนวน 1 ตัว
- Desoldering pump. จำนวน 1 ตัว
- Inspection mirror. จำนวน 1 ตัว
- Telescopic circular. จำนวน 1 ตัว
- 6 นิ้ว adjustable wrench. จำนวน 1 ตัว
- 5 pcs needle file set. จำนวน 1 ตัว
- 5 นิ้ว electrician's scissors. จำนวน 1 ตัว
- Standard tweezer. จำนวน 1 ตัว
- Aligment screwdriver. จำนวน 1 ตัว
- Voltage tester. จำนวน 1 ตัว
- Snap-off blade cutters. จำนวน 1 ตัว
- 7 นิ้ว brush-knife. จำนวน 1 ตัว
- 7 นิ้ว hook-scrapper. จำนวน 1 ตัว
- 7 นิ้ว fork-spike. จำนวน 1 ตัว
- 7 pcs folding type hex wrench จำนวน 1 ตัว
- PVC electrical tape. จำนวน 1 ตัว
- 5 ¼ นิ้ว long nose plier. จำนวน 1 ตัว
- 4 ½ นิ้ว diagonal plier. จำนวน 1 ตัว
- 5 ¼ นิ้ว flat nose plier. จำนวน 1 ตัว
- ¼ นิ้ว bent nose plier. จำนวน 1 ตัว
- Hobby vise. จำนวน 1 ตัว
- 10-in-1 voltage tester. จำนวน 1 ตัว
- 3.6 V cordless screwdriver kit. จำนวน 1 ตัว




- Solder stand. จำนวน 1 ตัว
- Components box. จำนวน 1 ตัว
- 6 pcs screwdriver set. จำนวน 1 ตัว
- 3 pcs flat 1.4, 1.8, 2.4 mm. อย่างละ 1 ตัว
- 3 pcs phillips: #0, #1. อย่างละ 1 ตัว
- Tape measure. จำนวน 1 ตัว
- Holding best screwdriver. จำนวน 1 ตัว
- Slotted: 4" x 5 mm., 4" x 6 mm., 6" x 8 mm., 6" x 6 mm. อย่างละ 1 ตัว
- Phillips: #1x4" x 5 mm., #2x4" x 6 mm., #3x6" x 8 mm., #3x6" x 6 mm. อย่างละ 1 ตัว
- กระเป๋ใส่เครื่องมือ จำนวน 1 ใบ

## 8 สายนำสัญญาณความถี่สูง จำนวน 1 ชุด

### 8.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นสายนำสัญญาณที่ใช้ร่วมกับ Network Analyzer หรือ Spectrum Analyzer
- (2) สำหรับใช้งานในย่านความถี่ DC ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (3) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 8.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- (1) Frequency range : DC to 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) Insertion loss : 4.0 dB
- (3) Connector Type : 3.5 mm (male) to 3.5 mm (male)
- (4) SWR maximum : 1.4:1
- (5) Length : 150 cm. ขึ้นไป

## 9 ชุดอุปกรณ์ลดทอน (Attenuator) จำนวน 1 ชุด

### 9.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นเครื่องลดทอนสัญญาณสัญญาณในย่านความถี่ DC ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) แสดงผลการทำงานเป็นตัวเลขดิจิทัล
- (3) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย
- (4) มี Port Interface แบบ GP-IB, USB, LAN หรือมากกว่า
- (5) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 9.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- (1) ความถี่ใช้งาน : DC ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) อัตราการทอนสัญญาณ : 0 ถึง 75 dB หรือดีกว่า
- (3) สามารถโดยการลดทอนได้แบบ : 5 dB หรือดีกว่า
- (4) RF Repeatability : 0.05 dB หรือดีกว่า
- (5) Maximum Power : 1 W (+30 dBm) หรือดีกว่า

(6) RF Connector : 3.5 mm หรือ 2.92 mm.

### 9.3 อุปกรณ์ประกอบ

(1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 10 ชุดอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) จำนวน 1 ชุด

### 10.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นเครื่องขยายกำลังของสัญญาณย่าน Microwave
- (2) สำหรับใช้งานในย่านความถี่ 2 GHz – 25 GHz หรือดีกว่า
- (3) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย
- (4) มี Input/output Connector เป็นแบบ APC-3.5 female
- (5) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 10.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Frequency : 2 GHz to 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) Small signal gain : 27 dB หรือดีกว่า
- (3) Output power maximum : 24 dBm หรือดีกว่า
- (4) Noise Figure < 10 dB ( 2 GHz to 20 GHz ), < 13 dB ( 20 GHz to 25 GHz หรือดีกว่า)
- (5) Harmonics : - 19 dBc ( 2 GHz to 11 GHz )
- (6) Input SWR : 3:1 ( 2 GHz to 25 GHz หรือดีกว่า)
- (7) Output SWR : 2.2 : 1 ( 10 GHz to 25 GHz หรือดีกว่า)
- (8) Non-harmonically : - 65 dBc หรือดีกว่า
- (9) Rise time : 275 ps หรือดีกว่า
- (10) Third order intercept (TOI) : 36 dBm ( 2 GHz to 20 GHz )หรือดีกว่า
- (11) Impedance : 50 ohm หรือดีกว่า
- (12) Reverse isolation : -55 dB หรือดีกว่า
- (13) Survival input power : +23 dBm max. หรือดีกว่า
- (14) Power dissipation : 24 W หรือดีกว่า
- (15) EMC IEC 61326:1997/EN 61326:1997
- (16) CISPR 11:1997/EN 55011:1998, Group 1, Class A

### 10.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) สาย AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- (2) ชุด Power Supply จำนวน 1 ชุด
- (3) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด



## 11 อุปกรณ์กรองสัญญาณ EMI/EMC Filters จำนวน 1 ชุด

### 11.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) ใช้สำหรับกรองสัญญาณ EMI/EMC
- (2) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย
- (3) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 11.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) Operating frequency : DC ถึง 400 Hz หรือดีกว่า
- (2) Rated current : 1 ถึง 60 A หรือดีกว่า
- (3) High potential test voltage : 2000 VAC for 2 sec หรือดีกว่า
- (4) Design corresponding to UL1283, IEC/EN60939

### 11.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 12 อุปกรณ์ ตัวแบ่ง/รวมสัญญาณ (Power Splitter /Combiner) จำนวน 1 ชุด

### 12.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) ความถี่ใช้งาน : DC ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) Equivalent Output SWR (nominal 50 ohm) : 1.22 หรือดีกว่า
- (3) Maximum input power : 0.5 W หรือดีกว่า
- (4) Nominal Insertion loss (input to either output) : 7 dB หรือดีกว่า
- (5) Tracking between any two ports : < 0.25 dB หรือดีกว่า
- (6) RF Connector 3.5 mm (f) all ports หรือดีกว่า
- (7) ต้องรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 12.2 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

## 13 อุปกรณ์ Power Divider จำนวน 1 ชุด

### 13.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) เป็นอุปกรณ์แบ่งสัญญาณความถี่วิทยุ
- (2) รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

### 13.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) ความถี่ใช้งาน : DC ถึง 25 GHz หรือดีกว่า
- (2) Max SWR : 1.29 หรือดีกว่า
- (3) Maximum Insertion loss : 7.5 dB หรือดีกว่า
- (4) Maximum amplitudeTracking : 0.25 dB at 18 GHz หรือดีกว่า

### 13.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

รายการอุปกรณ์อื่นๆ

14 โต๊ะทดสอบ แบบ Low Dielectric Table จำนวน 1 ชุด

14.1 รายละเอียดทั่วไป

- (1) บริษัทผู้รับจ้างต้องอบรมการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ สทอภ. โดยวิทยาการที่ได้รับการอบรมมาโดยเฉพาะ
- (2) รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

14.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- (1) For Radiated Emissions Measurements
- (2) Minimal Measurement Influence
- (3) EUT Placement Grid (10 cm<sup>2</sup>)
- (4) Distributed Load Capacity of 100 kg (220 lb)
- (5) Durable Construction

14.3 อุปกรณ์ประกอบ

- (1) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด

หน้า 66/89  
หน้า 67/89  
หน้า 68/89

ภาคผนวก ง.

คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat  
และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat

หน้า 67/89  
จริง/ 8-3-25  
[Signature]

ภาคผนวก ง. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat

1. ชุดอุปกรณ์สำหรับการพัฒนา Cubesat จำนวน 1 ชุด

1.1. รายละเอียดทั่วไป

1.1.1 3U Cubesat Structure ขนาดมาตรฐาน Cubesat ทั่วไป



ภาพที่ 8 ตัวอย่าง 3U Cubesat Structure \*

- 1.1.2 On-Board Computer แบบ high processing power และสามารถเลือก interface I<sup>2</sup>C, SPI, PWM, ADC, GPIO, UART เป็นอย่างน้อย พร้อม 2 SD Cards และสามารถเข้ากันได้กับ GSE
- 1.1.3 VHF/UHF Transceiver แบบ Full-duplexer โดย Uplink  $\geq 1.2$  kbps (AFSK) และ Downlink 9.6 kbps (BPSK or GMSK) พร้อมสายอากาศสำหรับทดสอบ
- 1.1.4 Antenna Electrical Model อุปกรณ์สำหรับทดสอบการ deployment ของ antenna
- 1.1.5 Power sub-system โดย power สูงสุด  $\geq 30W$
- 1.1.6 Generic Interface System เป็นชุดเชื่อมต่อกลางระหว่างดาวเทียมกับ GSE
- 1.1.7 MagneTorQuer board โดยประสิทธิภาพสามารถรองรับดาวเทียมสูงสุด  $\geq 24$  kg และสามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ 3 แกน รวมถึงสามารถเชื่อมต่อกับ external magnetometer
- 1.1.8 ต้องจัดอบรมการใช้งาน และการพัฒนายอย่างน้อย 5 วัน

1.2. รายละเอียดทางด้านเทคนิค

1.2.1. ชุดอุปกรณ์สำหรับ GSE (Ground Support Equipment)

1.2.1.1. Mechanical GSE

- 1) Stack Integration Support Jig
- 2) Vertical Integration Support Jig
- 3) Horizontal Integration Support Jig

1.2.1.2. Electrical GSE

- 1) Electrical Power System (EPS)

1.2.1.3. Radio GSE

- 1) RF check box สำหรับทดสอบ function ของดาวเทียมกับ ground station พร้อมโปรแกรมสำหรับควบคุม และแสดงผล

1.2.1.4. Tooling set EM

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)



### 1.2.2. โปรแกรม (Software)

- 1.2.2.1. โปรแกรมต้องส่งมอบพร้อม License
- 1.2.2.2. Software ต้องมีประสิทธิภาพในการ Integrate Development Environment (IDE)
- 1.2.2.3. สามารถรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ I<sup>2</sup>C, SPI, PWM, ADC, GPIO, UART เป็นอย่างน้อย
- 1.2.2.4. สามารถรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลกับ Sub-system
- 1.2.2.5. สามารถรองรับการควบคุม และการแสดงผล รวมถึงการเชื่อมต่อข้อมูลต่างกับ GSE

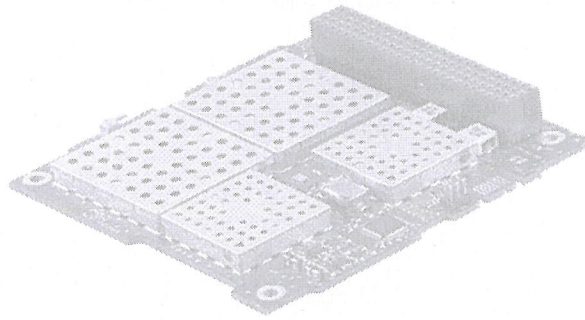
### 1.2.3. เอกสารประกอบ

- 1.2.3.1. เอกสารคู่มือการพัฒนา Cubesat โดยการพัฒนาบนพื้นฐานของชุดพัฒนาที่ส่งมอบ
- 1.2.3.2. เอกสารคู่มือการใช้งาน
- 1.2.3.3. การอบรมการใช้งานและแนวทางการพัฒนา
- 1.2.3.4. เอกสาร System interface design

## 2. อุปกรณ์ระบบสื่อสาร จำนวน 1 ชิ้น

- 2.1 เป็นชุดอุปกรณ์ระบบสื่อสาร ทั้งภาครับ และส่ง (UHF/VHF Transceiver) สำหรับดาวเทียม cubesat
- 2.2 ขนาดสามารถประกอบเข้ากับ cubesat 1U-3U ได้
- 2.3 น้ำหนักน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 กรัม
- 2.4 อุปกรณ์เป็นแบบ Flight model (สามารถทำงานในสภาวะอวกาศได้)
- 2.5 Operating temperature น้อยกว่าหรือเท่ากับ -20 ถึงมากกว่าหรือเท่ากับ +60 deg °C
- 2.6 ภาควงทำงานที่ความถี่ย่าน VHF
- 2.7 Power transmission มากกว่าหรือเท่ากับ 27 dBm
- 2.8 ภาครับทำงานที่ย่าน UHF
- 2.9 Receiver sensitivity น้อยกว่าหรือเท่ากับ -104 dBm
- 2.10 BER  $10^{-5}$  หรือดีกว่า
- 2.11 Data interfaces รองรับ I<sup>2</sup>C
- 2.12 รองรับ data rate ไม่น้อยกว่า 9600 bps
- 2.13 รองรับ AX.25 protocol
- 2.14 รองรับการเข้ารหัสแบบ GMSK และ AFSK
- 2.15 การฝึกอบรมและอุปกรณ์อื่นๆ
  - (1) ต้องส่งมอบโปรแกรม หรือ driver (หากมี) ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน และการพัฒนา
  - (2) ต้องจัดอบรมการใช้งาน และการพัฒนาอย่างน้อย 5 วัน

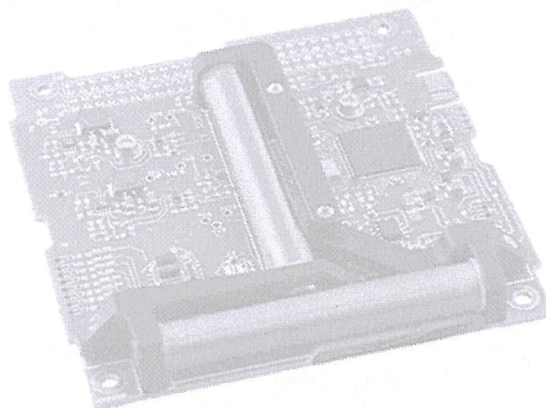
หรือ  
รพ.ด



ภาพที่ 9 ตัวอย่างอุปกรณ์ระบบสื่อสารสำหรับดาวเทียม Cubesat\*

### 3. อุปกรณ์ระบบควบคุมการทรงตัว จำนวน 1 ชิ้น

- 3.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับ CubeSat detumbling & magnetic attitude control (ADCS control)
- 3.2 สามารถประกอบเข้ากับ cubesat 1U ถึง 3U
- 3.3 Compatible with PC-104
- 3.4 Data interfaces รองรับ I<sup>2</sup>C
- 3.5 Actuation level nominal น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $0.25 \text{ Am}^2$  ที่ 5V
- 3.6 Power consumption full 3 axes น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.2 W
- 3.7 Maximum actuation envelopes error น้อยกว่า 5%
- 3.8 operational temperature range น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $-30^\circ\text{C}$  to และมากกว่าหรือเท่ากับ  $+60^\circ\text{C}$
- 3.9 การฝึกอบรมและอุปกรณ์อื่นๆ
  - (1) ต้องส่งมอบโปรแกรม หรือ driver (หากมี) ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน และการพัฒนา
  - (2) ต้องจัดอบรมการใช้งาน และการพัฒนาอย่างน้อย 5 วัน



ภาพที่ 10 ตัวอย่างอุปกรณ์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม cubesat\*

\* (ภาพถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงลักษณะทางกายภาพเท่านั้น ไม่มีผลผูกพันทางการค้าแต่อย่างใด)

#### 4. ชุดจำลองและวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat จำนวน 1 ชุด

##### 4.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดการจำลองและวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมทั้งทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงและด้านกลศาสตร์ของแข็ง

4.1.1. จำนวนสิทธิ์ผู้ใช้งานไม่น้อยกว่า 1 สิทธิ์

4.1.2. ระยะเวลาสิทธิตลอดชีพ

4.1.3. ระยะเวลาการบริการหลังการขาย 1 ปี

##### 4.2. รายละเอียดทางด้านเทคนิค

เป็นชุดจำลองและวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม สามารถแบ่งคุณสมบัติเฉพาะออกได้เป็น 3 คุณสมบัติหลัก ดังนี้

##### 4.2.1. คุณสมบัติการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง

- (1) สามารถวิเคราะห์แบบตามย่านความถี่ได้ (Frequency Analysis)
- (2) สามารถวิเคราะห์โอเคนได้
- (3) สามารถกำหนดตัวกระตุ้นต่างๆได้ เช่น Wave Port, Lumped Port, Floquet, Plane Wave, Hertzian Dipole, Cylindrical wave, Gaussian beam, Liner antenna, Linked far-field, Linked near-field, Voltage source, Current source, Magnetic bias
- (4) สามารถวิเคราะห์ค่าตอบโมดัล และเทอร์มินอลได้
- (5) กำหนดเงื่อนไขขอบแบบต่างๆได้ เช่น Perfect electric conductor boundary, Perfect magnetic conductor boundary, Finite conductivity boundaries, Impedance boundary, Layered impedance boundary, RLC boundary, Radiation boundary, Symmetry boundary, Master/slave boundary, Screening impedance boundary, Perfectly matched layer boundary
- (6) ตัวคำนวณมีทั้งแบบ Iterative matrix และ Direct matrix รวมถึงมีความสามารถคำนวณแบบขนาน ทั้งชนิด Distributed frequency sweep และ Distributed model solution
- (7) ดูค่าตอบได้หลากหลาย เช่น S,Y, Z matrix, Propagation constant, E, H, J, P field มี Expansion Slots เป็น PCIe จำนวนไม่ต่ำกว่า 4 Slots โดยมี PCI Express x16 จำนวน ไม่ต่ำกว่า 2 Slots Full Height PCI 32bit จำนวน ไม่ต่ำกว่า 1 Slot

##### 4.2.2. คุณสมบัติการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านกลศาสตร์ของแข็ง

- (1) สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางกลศาสตร์ของแข็งได้หลายประเภท คือ Static, Transient, Modal, Bucking (Linear and Nonlinear), Spectrum, Harmonic, Random Vibration, Sub-structuring และ Shape Optimization
- (2) สามารถวิเคราะห์ปัญหาการเปลี่ยนรูปแบบไม่เชิงเส้น



- (3) มีแบบจำลองวัสดุให้เลือกใช้ได้หลากหลายดังนี้ Linear material models, Rate-independent plasticity, Non-metal plasticity, Hyperelasticity (isotropic/anisotropic) และ แบบจำลองวัสดุที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง
- (4) สามารถกำหนดรูปแบบการสัมผัสได้หลากหลายชนิดดังนี้ พื้นผิวสู่พื้นผิว, โหนดสู่พื้นผิว, โหนดสู่โหนด, บีมสู่บีม, บีมสู่พื้นผิว, วัตถุเปลี่ยนรูปได้สู่วัตถุเปลี่ยนรูปได้ และวัตถุเปลี่ยนรูปได้สู่วัตถุแข็งเกร็ง
- (5) สามารถกำหนดสูตรในการคำนวณการสัมผัสได้ดังนี้ Penalty, Augmented Lagrange, Assembly contact (MPC), Lagrange multiplier และ Mixed Lagrange and penalty
- (6) มีแบบจำลองการสัมผัส ให้เลือกใช้ได้หลากหลายดังนี้ Bonded/no separation sliding, Pretension และ Spot welds
- (7) มีเอลิเมนต์ เทคโนโลยี หลากหลายให้เลือกใช้ดังนี้ แบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ในโครงสร้างของแข็ง และความร้อนของแข็ง ความร้อนในเปลือกบาง รวมถึง โครงสร้างในงานเปลือกบาง ในงานบีม ในงานท่อ ในงาน Structural solid shell elements อีกทั้งยังมี Generalized 3-D axis-symmetric elements, 2-D 3-D surface elements, Spring/dashpot elements, Joint elements, Rebar/reinforcement elements และเอลิเมนต์ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นเอง
- (8) มีตัวคำนวณให้เลือกหลากหลาย ซึ่งเหมาะสมกับความซับซ้อนของปัญหาต่างๆ คือ Iterative, Sparse direct, Eigen solvers (Block Lanczos, Subspace, Reduced, QR-damped, Unsymmetric, LANPCG, SNode) และตัวคำนวณที่เหมาะสมกับการคำนวณแบบขนาน คือ Distributed sparse, Distributed PCG และ Distributed JCG
- (9) สามารถรองรับการวิเคราะห์ขั้นสูงได้ดังนี้ Rotordynamics, Cyclic symmetry analysis, Vibration Fatigue and Sub-modeling
- (10) มีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาทางความร้อน ทั้งสภาวะคงตัวและไม่คงตัว ทั้งแบบจำลองการนำ การพา การแผ่รังสี และการเปลี่ยนสถานะ
- (11) สามารถสร้างรายงานในรูปแบบ HTML ที่สวยงาม และสั่งพิมพ์ได้ทันที
- (12) มีความสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหว และสร้างไฟล์เคลื่อนไหว เพื่อแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณ ได้ทันทีในหน้าต่างเดียวกับการคำนวณ
- (13) มีความสามารถในการกำหนดปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เพื่อคำนวณครวละหลายกรณีพร้อมกัน
- (14) มีความสามารถในการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการคำนวณทุกประเภท
- (15) ความสามารถทุกชนิดสามารถทำงานภายใต้หน้าต่างโปรแกรมเดียวกันได้ทั้งหมด

#### 4.2.3. คุณสมบัติการวิเคราะห์อื่นๆ

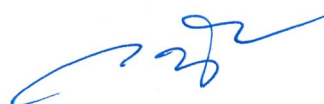
- (1) มีความสามารถวิเคราะห์ปัญหาโดยการเชื่อมต่อผลการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าส่งไปยังการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์ของแข็งและความร้อนได้บนหน้าต่างเดียวกัน
- (2) สามารถอ่านไฟล์CADมาตรฐาน IGES/STEP เพื่อทำการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมได้



- (3) มีความสามารถอ่านไฟล์ได้โดยตรงจากหน้าต่างโปรแกรม CAD ขั้นนำ เช่น Solidworks, Autodesk Inventor และ ProE เป็นต้น
- (4) มีความสามารถในการแก้ไข ซ่อมแซม หรือสร้างรูปทรง 3 มิติ หรือ 2 มิติ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมขั้นต่อไป

#### 4.2.4. อุปกรณ์ประกอบ

- (1) มีจอแสดงผลแบบสี ขนาดไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 27 นิ้ว ความละเอียด Full High Definition (FHD) หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- (2) มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 Professional 64-bit หรือรุ่นใหม่กว่า
- (3) มีตัวประมวลผลเป็นแบบ Quad Core (64-bit) 3.6 GHz, RAM 8 GB หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- (4) อุปกรณ์ต่อพ่วง จำนวน 1 ชุด
- (5) คู่มือการใช้งานภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด



หน้า 73/89



ภาคผนวก จ.

เกณฑ์การพิจารณาคะแนน

หน้า 74/89  
หน้า 74/89  
หน้า 74/89

ภาคผนวก จ. หลักเกณฑ์การพิจารณาคะแนน  
ตารางที่ 2 ตารางเกณฑ์การพิจารณาคะแนนด้านเทคนิค

| ลำดับ | รายการ                                                              | น้ำหนัก | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | เกณฑ์การให้คะแนน                                                                                                                                                                                                    | หมายเหตุ |
|-------|---------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1     | ภาคผนวก ก. (เฉพาะรายการที่ 4 – 13 ตามบัญชีแนบท้าย)                  |         |           |             |                                                                                                                                                                                                                     |          |
|       | รับประกัน                                                           |         | 40        |             |                                                                                                                                                                                                                     |          |
|       | รับประกันตัวเครื่อง $\geq 1$ ปี                                     |         | 40        |             | 40 คะแนน $\geq 3$ ปี (ต้องครบทุกรายการ),<br>20 คะแนน $\geq 3$ ปี (อย่างน้อย 7 รายการ),<br>10 คะแนน $\geq 3$ ปี (อย่างน้อย 4 รายการ),<br>5 คะแนน $\geq 1$ ปี                                                         |          |
|       | บริการสอบเทียบ (ภายหลังการส่งมอบติดตั้ง)                            |         | 30        |             |                                                                                                                                                                                                                     |          |
|       | บริการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025<br>$\geq 1$ ครั้ง ภายใน 2 ปี |         | 30        |             | 30 คะแนน $\geq 2$ ครั้ง ภายใน 3 ปี (ต้องครบทุกรายการ),<br>20 คะแนน $\geq 2$ ครั้ง ภายใน 3 ปี (อย่างน้อย 7 รายการ),<br>10 คะแนน $\geq 2$ ครั้ง ภายใน 3 ปี (อย่างน้อย 4 รายการ),<br>5 คะแนน $\geq 1$ ครั้ง ภายใน 2 ปี |          |
|       | ประเมินประสิทธิภาพการให้บริการหลังการขาย                            |         | 30        |             |                                                                                                                                                                                                                     |          |
|       | ตัวแทนจำหน่ายโดยตรง                                                 |         | 10        |             | 10 คะแนน = มีหนังสือรับรอง,<br>0 คะแนน = ไม่มีหนังสือรับรอง                                                                                                                                                         |          |
|       | มีศูนย์ซ่อมภายในประเทศไทย                                           |         | 20        |             | 20 คะแนน = มีศูนย์ซ่อม,<br>0 คะแนน = ไม่มีศูนย์ซ่อม                                                                                                                                                                 |          |
|       | คะแนนรวม (100)                                                      | 20%     | 100       | A1          |                                                                                                                                                                                                                     |          |

หน้า 75/89  
หน้า 75/89  
หน้า 75/89

| ลำดับ | รายการ                                                           | น้ำหนัก | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | เกณฑ์การให้คะแนน                                                                                        | หมายเหตุ |
|-------|------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 2     | ภาคผนวก ข. (ทั้งระบบ)                                            |         |           |             |                                                                                                         |          |
|       | รับประกัน                                                        |         | 20        |             |                                                                                                         |          |
|       | รับประกันตัวเครื่อง $\geq 1$ ปี                                  |         | 20        |             | 20 คะแนน $\geq 3$ ปี,<br>15 คะแนน $\geq 2$ ปี,<br>10 คะแนน $\geq 1$ ปี                                  |          |
|       | บริการสอบเทียบ (ภายหลังการส่งมอบติดตั้ง)                         |         | 20        |             |                                                                                                         |          |
|       | บริการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 $\geq 1$ ครั้ง ภายใน 1 ปี |         | 20        |             | 20 คะแนน $\geq 2$ ครั้ง ภายใน 3 ปี,<br>5 คะแนน $\geq 1$ ครั้ง ภายใน 1 ปี                                |          |
|       | ประสบการณ์การติดตั้งตามมาตรฐาน MIL-STD-461 Rev. F หรือ G         |         | 40        |             |                                                                                                         |          |
|       | ประสบการณ์การติดตั้ง (สถานที่)                                   |         | 10        |             | 10 คะแนน $\geq 1$ สถานที่,<br>5 คะแนน = 1 สถานที่                                                       |          |
|       | ประสบการณ์การติดตั้ง                                             |         | 30        |             | 30 คะแนน = มีประสบการณ์ (ทดสอบดาวเทียมโดยตรง),<br>10 คะแนน = มีประสบการณ์,<br>0 คะแนน = ไม่มีประสบการณ์ |          |
|       | ตัวแทนจำหน่าย                                                    |         | 20        |             |                                                                                                         |          |
|       | ตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต                              |         | 20        |             | 20 คะแนน = มีหนังสือรับรอง,<br>0 คะแนน = ไม่มีหนังสือรับรอง                                             |          |
|       | คะแนนรวม (100)                                                   | 20%     | 100       | A2          |                                                                                                         |          |

หน้า 76/89 จรจร  
  
 รศ.ดร. อนุชิต งามนวล  
 รศ.ดร. อนุชิต งามนวล



| ลำดับ | รายการ                                                       | น้ำหนัก | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | เกณฑ์การให้คะแนน                                                                                                                                                                                                                                                                | หมายเหตุ |
|-------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 3     | ภาคผนวก ค.                                                   |         |           |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |
|       | เทคนิค                                                       |         | 40        |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |
|       | เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายความถี่สูง (Vector Network Analyzer) |         | 10        |             | <p>ความถี่ด้านสูง</p> <p>4 คะแนน &gt; 40 GHz</p> <p>1 คะแนน = 40 GHz</p> <p>ความถี่ด้านต่ำ</p> <p>4 คะแนน &lt; 10 MHz</p> <p>1 คะแนน ≥ 10 MHz</p> <p>Test Port Noise Floor</p> <p>2 คะแนน &gt; -110 dBm (500 MHz ถึง 20 GHz)</p> <p>1 คะแนน ≤ -110 dBm (500 MHz ถึง 20 GHz)</p> |          |
|       | เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer)                 |         | 10        |             | <p>ความถี่ด้านสูง</p> <p>5 คะแนน &gt; 25 GHz</p> <p>1 คะแนน = 25 GHz</p> <p>ความถี่ด้านต่ำ</p> <p>5 คะแนน &lt; 5 kHz</p> <p>1 คะแนน ≥ 5 kHz</p>                                                                                                                                 |          |
|       | เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator)                       |         | 10        |             | <p>ความถี่ด้านสูง</p> <p>4 คะแนน &gt; 30 GHz</p> <p>1 คะแนน = 30 GHz</p> <p>ความถี่ด้านต่ำ</p> <p>4 คะแนน &lt; 10 kHz</p> <p>1 คะแนน ≥ 10 kHz</p>                                                                                                                               |          |

หน้า 77/89

กรรณ

หน้า 77/89

หน้า 77/89

| ลำดับ | รายการ                                                                                   | น้ำหนัก | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | เกณฑ์การให้คะแนน                                                                                                               | หมายเหตุ |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|       |                                                                                          |         |           |             | Waveforms: Sine, Square, Triangle, Ramp,<br>2 คะแนน > 4 waveforms ที่กำหนด<br>1 คะแนน < 4 waveforms ที่กำหนด                   |          |
|       | เครื่องวัดกำลังงาน Power Meter                                                           |         | 10        |             | <u>ความถี่ด้านสูง</u><br>5 คะแนน > 65 GHz<br>1 คะแนน = 65 GHz<br><u>ความถี่ด้านต่ำ</u><br>5 คะแนน < 10 kHz<br>1 คะแนน ≥ 10 kHz |          |
|       | รับประกัน (ทุกรายการ)                                                                    |         | 20        |             |                                                                                                                                |          |
|       | รับประกันตัวเครื่อง ≥ 1 ปี                                                               |         | 20        |             | 20 คะแนน ≥ 3 ปี<br>10 คะแนน ≥ 2 ปี<br>5 คะแนน ≥ 1 ปี                                                                           |          |
|       | บริการสอบเทียบ (ภายหลังการส่งมอบติดตั้ง)<br>(เฉพาะรายการที่ 1 – 6 ตามบัญชีแนบท้าย)       |         | 20        |             |                                                                                                                                |          |
|       | บริการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025<br>≥ 1 ครั้ง ภายใน 2 ปี                           |         | 20        |             | 20 คะแนน ≥ 3 ครั้ง ภายใน 3 ปี<br>10 คะแนน ≥ 2 ครั้ง ภายใน 3 ปี<br>5 คะแนน ≥ 1 ครั้ง ภายใน 3 ปี                                 |          |
|       | ประเมินประสิทธิภาพการให้บริการหลังการขาย<br>(เฉพาะรายการที่ 1 – 4 และ 9 ตามบัญชีแนบท้าย) |         | 20        |             |                                                                                                                                |          |
|       | ตัวแทนจำหน่ายโดยตรง                                                                      |         | 10        |             | 10 คะแนน = มีหนังสือรับรอง,<br>0 คะแนน = ไม่มีหนังสือรับรอง                                                                    |          |
|       | มีศูนย์ซ่อมภายในประเทศไทย                                                                |         | 10        |             | 10 คะแนน = มีศูนย์ซ่อม,<br>0 คะแนน = ไม่มีศูนย์ซ่อม                                                                            |          |

หน้า 78/89  
จ.ส.อ. ๖๖๖ ๖๖๖  
[Signature]

| ลำดับ | รายการ                                    | น้ำหนัก | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | เกณฑ์การให้คะแนน                                                                                             | หมายเหตุ |
|-------|-------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|       | คะแนนรวม (100)                            | 20%     | 100       | A3          |                                                                                                              |          |
| 4     | ภาคผนวก ง.                                |         |           |             |                                                                                                              |          |
|       | รับประกัน (รายการที่ 1-3 ตามบัญชีแนบท้าย) |         | 50        |             |                                                                                                              |          |
|       | รับประกัน > 1 ปี                          |         | 50        |             | 50 คะแนน > 3 ปี,<br>10 คะแนน > 1 ปี                                                                          |          |
|       | อบรม (ทุกรายการ)                          |         | 50        |             |                                                                                                              |          |
|       | อบรม                                      |         | 50        |             | 50 คะแนน ผู้เชี่ยวชาญที่เคยพัฒนา Cubesat ในต่างประเทศ,<br>20 คะแนน ผู้เชี่ยวชาญที่เคยพัฒนา Cubesat ในประเทศ, |          |
|       | คะแนนรวม (100)                            | 10%     | 100       | A4          |                                                                                                              |          |

การคำนวณคะแนนทางเทคนิค (70)

$$= (0.2XA1) + (0.2XA2) + (0.2XA3) + (0.1XA4)$$

การคำนวณคะแนนทางด้านการเสนอราคา (30)

$$= 30 \times \left( \frac{\text{ราคาที่เสนอต่ำสุด}}{\text{ราคาที่เสนอ}}$$

หมายเหตุ คะแนนเต็ม 30 จะถูกพิจารณาให้กับผู้เสนอราคาต่ำที่สุด

ดังนั้น ผู้ชนะการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ คือ ผู้ที่ได้คะแนนสุทธิสูงสุด

คะแนนสุทธิ

$$= \text{คะแนนทางเทคนิคที่ได้รับ (70)} + \text{คะแนนทางด้านการเสนอราคาที่ได้รับ (30)}$$

หน้า 79/89  
หน้า 80



บัญชีแนบท้าย

รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม

หน้า 80/89 จรช.๕  
หน้า 80/89 จรช.๕



บัญชีแนบท้าย รายการอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับอาคารปฏิบัติการดาวเทียม

| ลำดับ (no.)                                                                                 | รายการ (lists)                   | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification) | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|------------------------------|
| ภาคผนวก ก. คุณสมบัติทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB |                                  |                                      |                |              |        |                |                              |
| Appendix A Equipments for Sub-System LAB                                                    |                                  |                                      |                |              |        |                |                              |
| 1                                                                                           | Handheld Digital Multimeter      | แบบพกพา                              | 5              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 2                                                                                           | Handheld Clamp Meter             | แบบพกพา                              | 5              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 3                                                                                           | Electronic Tools Set             | ชุดเครื่องมือพร้อมกระเป๋า            | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 4                                                                                           | DC Power Supply                  | 3 CH, ไม่น้อยกว่า 195 วัตต์          | 12             | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 5                                                                                           | Mixed Signal Oscilloscope        | ไม่น้อยกว่า 350 MHz                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 6                                                                                           | Digital Multimeter               | ไม่น้อยกว่า 7.5 digit                | 3              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 7                                                                                           | Waveform Generators              | ไม่น้อยกว่า 120 MHz                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 8                                                                                           | Programmable DC Electronic Loads | 120 V, 240 A, 1500 W                 | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 9                                                                                           | Mixed Signal Oscilloscope        | ไม่น้อยกว่า 200 MHz                  | 2              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |

| ลำดับ (no.) | รายการ (lists)                                 | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification)                                               | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                     |
|-------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|------------------------------|
| 10          | Logic Analyzer                                 | ไม่น้อยกว่า 136 channel                                                            | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 11          | Waveform Generators                            | ไม่น้อยกว่า 20 MHz                                                                 | 2              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 12          | Power Analyzer                                 | 4 CH                                                                               | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 13          | Precision LCR Meter                            | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 14          | Battery Analyzer and Simulator                 | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 15          | ชุดควบคุมและเปรียบเทียบสัญญาณ<br>เครื่องมือวัด | -                                                                                  | 3              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 16          | Soldering, De-soldering and Hot air            | 3-Port Rework Station, Hot Air Station, Pre Heat, แขนง พร้อมอุปกรณ์เสริม และอะไหล่ | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 17          | เครื่องดูดควันจากการบัดกรี                     | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 18          | PCB Ultrasonic Cleaner ขนาด 20 ลิตร            | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 19          | Microscope Camera                              | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 20          | Portable LCR Meter                             | -                                                                                  | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 21          | Rapid PCB Prototyping                          | -                                                                                  | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |

หน้า 82/89

หน้า 82/89

หน้า 82/89

| ลำดับ (no.)  | รายการ (lists)                                               | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification)                | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                     |
|--------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|------------------------------|
| 22           | PCB Assembly Set                                             | Stencil printer, Pick and Place System, Reflow Oven | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 23           | Analyzer for breakpoints in circuit boards                   | -                                                   | 1              | ชุด          | 2      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 24           | Thermal Camera แบบตั้งโต๊ะ                                   | -                                                   | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 25           | PCB Ultrasonic Cleaner ขนาด 2 ลิตร                           | -                                                   | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 26           | Electronic Tools Set for Circuit repair                      | -                                                   | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 27           | Electronic Tools Set for Circuit assembly                    | -                                                   | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| เฟอร์นิเจอร์ |                                                              |                                                     |                |              |        |                |                              |
| 28           | โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB | -                                                   | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 29           | โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 2 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB | -                                                   | 10             | ชุด          | 2      | 1              | -                            |
| 30           | โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 3 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB           | -                                                   | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -                            |

| ลำดับ (no.) | รายการ (lists)                                        | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification) | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ |
|-------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|----------|
| 31          | โต๊ะปฏิบัติการแบบที่ 4 สำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB    | -                                    | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 32          | โต๊ะคอมพิวเตอร์                                       | -                                    | 6              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 33          | ตู้เก็บแบบที่ 1 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB | -                                    | 9              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 34          | ตู้แบบที่ 2 สำหรับห้องพัฒนาอุปกรณ์ Sub-System LAB     | -                                    | 6              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 35          | ตู้เก็บเอกสาร                                         | -                                    | 4              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 36          | ตู้ล็อกเกอร์                                          | -                                    | 1              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 37          | ตู้เก็บอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก          | -                                    | 3              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 38          | เก้าอี้ใช้ในห้อง clean room                           | -                                    | 20             | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 39          | เก้าอี้ห้องปฏิบัติการ                                 | -                                    | 10             | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 40          | เก้าอี้ทำงาน                                          | -                                    | 2              | ชุด          | 2      | 1              | -        |
| 41          | คอมพิวเตอร์พร้อมเลนส์ขยาย 5 เท่า                      | -                                    | 10             | ชุด          | 2      | 1              | -        |



| ลำดับ<br>(no.)                                                                                                                                                                         | รายการ (lists)                                  | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ<br>(specification) | จำนวน<br>(amount) | หน่วย<br>(unit) | งวด<br>งาน | รับประกัน<br>(ปี) | หมายเหตุ                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ภาคผนวก ข. คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับระบบทดสอบตามมาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า<br>Appendix B Electromagnetic compatibility for Conducted Test (EMI/EMS) |                                                 |                                         |                   |                 |            |                   |                                                                         |
| อุปกรณ์ทดสอบ และเครื่องมือวัด สำหรับการทดสอบในหัวข้อ CE102, CS101, CS114, CS115, CS116 จำนวน 1 ระบบ                                                                                    |                                                 |                                         |                   |                 |            |                   |                                                                         |
| 1                                                                                                                                                                                      | Measurement receiver หรือ<br>EMI Receiver       | -                                       | 1                 | ระบบ            | 3          | 1                 | หนังสือแต่งตั้ง<br>ตัวแทนจำหน่าย<br>และเอกสารรับรองจาก<br>โรงงานผู้ผลิต |
| 2                                                                                                                                                                                      | Signal generator หรือ<br>Pulse generator        | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 3                                                                                                                                                                                      | Oscilloscope with Voltage Differential Probe    | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 4                                                                                                                                                                                      | LISNs<br>(Line Impedance Stabilization Network) | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 5                                                                                                                                                                                      | Power amplifier และ Power Meter                 | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 6                                                                                                                                                                                      | Coupling transformer                            | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 7                                                                                                                                                                                      | Isolation Transformer                           | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 8                                                                                                                                                                                      | Data recording device หรือ Computer             | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 9                                                                                                                                                                                      | Damped sinusoid transient generator             | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 10                                                                                                                                                                                     | Current injection probes                        | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 11                                                                                                                                                                                     | Current probes                                  | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 12                                                                                                                                                                                     | Calibration fixture                             | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |
| 13                                                                                                                                                                                     | Directional couplers                            | -                                       |                   |                 | 3          | 1                 |                                                                         |

หน้า 85/89

หน้า 85/89

หน้า 85/89

หน้า 85/89

| ลำดับ (no.)                        | รายการ (lists)                                                           | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification)           | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                       |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|--------------------------------|
| 14                                 | Attenuator                                                               | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 15                                 | Coaxial loads หรือ Terminator 50 ohms, 10 W                              | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 16                                 | Drive cable, 50 ohm, 2 meters, 0.5 dB or less insertion loss at 500 MHz  | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 17                                 | Transducer                                                               | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 18                                 | Resistor                                                                 | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 19                                 | Cable, Adaptor and Accessories                                           | -                                              |                |              | 3      | 1              |                                |
| 20                                 | Table test setup                                                         | -                                              | 1              | set          | 3      | 1              | เอกสารการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต |
| อุปกรณ์ทดสอบ EMI/RFI Shielded Tent |                                                                          |                                                |                |              |        |                |                                |
| 21                                 | ห้องปิดกั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (EMI/RFI Shielded tent) | ขนาดไม่น้อยกว่า 2 ม. (L) x 2 ม. (W) x 2 ม. (H) | 1              | set          | 3      | 1              | เอกสารการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต |

หน้า 86/89 หรือ

or

หน้า 86/89 หรือ

| ลำดับ (no.)                                                                       | รายการ (lists)                                               | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification)                                                                     | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|------------------------------|
| ภาคผนวก ค. คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ เครื่องมือวัดสำหรับห้องปฏิบัติการ RF LAB |                                                              |                                                                                                          |                |              |        |                |                              |
| Appendix C Equipments for RF LAB                                                  |                                                              |                                                                                                          |                |              |        |                |                              |
| อุปกรณ์และเครื่องวัด                                                              |                                                              |                                                                                                          |                |              |        |                |                              |
| 1                                                                                 | เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายความถี่สูง (Vector Network Analyzer) | 40 GHz หรือดีกว่า                                                                                        | 1              | set          | 1      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 2                                                                                 | เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer)                 | 25 GHz หรือดีกว่า                                                                                        | 1              | set          | 1      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 3                                                                                 | เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator)                       | 30 GHz หรือดีกว่า                                                                                        | 1              | set          | 1      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 4                                                                                 | เครื่องวัดกำลังงาน (Power Meter)                             | Power meter 65 GHz<br>(1) Peak and Average Diode power sensor<br>(2) Average Power Sensor - Thermocouple | 1              | set          | 1      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 5                                                                                 | สายอากาศมาตรฐาน Log Periodic Antenna                         | 80 MHz - 2 GHz หรือดีกว่า                                                                                | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| 6                                                                                 | สายอากาศมาตรฐาน Double-Ridged Antenna                        | 800 MHz - 18 GHz หรือดีกว่า                                                                              | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| ชุดสายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบการวัด                                                |                                                              |                                                                                                          |                |              |        |                |                              |
| 7                                                                                 | ชุดอุปกรณ์เครื่องมือการเชื่อมต่อสายสัญญาณ                    | -                                                                                                        | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| 8                                                                                 | สายนำสัญญาณความถี่สูง                                        | -                                                                                                        | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |

หน้า 87/89 หน้า

หน้า 87/89 หน้า

| ลำดับ (no.)        | รายการ (lists)                                       | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ (specification) | จำนวน (amount) | หน่วย (unit) | งวดงาน | รับประกัน (ปี) | หมายเหตุ                     |
|--------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------|--------|----------------|------------------------------|
| 9                  | ชุดอุปกรณ์ลดทอน (Attenuator)                         | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย |
| 10                 | ชุดอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier)                     | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| 11                 | อุปกรณ์กรองสัญญาณ EMI/EMC Filters                    | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| 12                 | อุปกรณ์ ตัวแบ่ง/รวมสัญญาณ (Power Splitter /Combiner) | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| 13                 | อุปกรณ์ Power divider                                | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | -                            |
| รายการอุปกรณ์อื่นๆ |                                                      |                                      |                |              |        |                |                              |
| 14                 | โต๊ะทดสอบ แบบ Low Dielectric Table                   | -                                    | 1              | set          | 1      | 1              | เอกสารรับรองจากโรงงานผู้ผลิต |




หน้า 88/89 หน้า



| ลำดับ<br>(no.)                                                                                                                                             | รายการ (lists)                                               | ขนาด/ลักษณะทางจำเพาะ<br>(specification) | จำนวน<br>(amount) | หน่วย<br>(unit) | งวด<br>งาน | รับประกัน<br>(ปี) | หมายเหตุ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|-----------------|------------|-------------------|----------|
| ภาคผนวก ง. คุณลักษณะทางเทคนิคหมวดอุปกรณ์ ชุดทดลอง Cubesat และชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบ Cubesat<br>Appendix D : Tool kit for cubesat |                                                              |                                         |                   |                 |            |                   |          |
| 1                                                                                                                                                          | ชุดอุปกรณ์สำหรับการพัฒนา Cubesat                             | General Engineering Model               | 1                 | ชุด             | 3          | 1                 | -        |
| 2                                                                                                                                                          | อุปกรณ์ระบบสื่อสาร                                           | UHF/VHF Transceiver                     | 1                 | ชุด             | 3          | 1                 | -        |
| 3                                                                                                                                                          | อุปกรณ์ระบบควบคุมการทรงตัว                                   | ADCS control                            | 1                 | ชุด             | 3          | 1                 | -        |
| 4                                                                                                                                                          | ชุดจำลองวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม<br>สำหรับการออกแบบ Cubesat | -                                       | 1                 | ชุด             | 3          | 1                 | -        |



หน้า 89/89

