

ข้อกำหนดขอบเขตของงาน (Terms of Reference - TOR)
ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ 5G
ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงความถี่สูง
จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

ในบริบทของความต้องการด้านการเรียนการสอน และการวิจัยของภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยพื้นฐานชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถส่งสัญญาณได้หลายความถี่ในช่วงความถี่ปฏิบัติการ 5G จะเป็นรากฐานความก้าวหน้า และเป็นความต้องการของเทคโนโลยีโทรคมนาคมในปัจจุบัน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการจัดการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งองค์ความรู้ รวมไปถึงเครื่องมือให้ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเกิดขึ้นของเทคโนโลยี 5G ได้นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในการสื่อสารไร้สาย เครือข่าย 5G ใช้ความถี่ที่สูงขึ้น ให้แบนด์วิธที่เพิ่มขึ้น อัตราข้อมูลที่สูงกว่า เวลาแฝงที่ต่ำ และความจุที่เพิ่มขึ้น ทำให้รองรับการใช้งานที่หลากหลายในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงการศึกษาและการวิจัย

เพื่อวัตถุประสงค์ในการสอน การเข้าถึงชุดเครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถส่งสัญญาณได้หลายความถี่ในช่วง 5G นอกจากช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์จริงในการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ระบบการสื่อสารขั้นสูงแล้ว ยังช่วยให้นักศึกษาได้ศึกษาความซับซ้อนของการแพร่กระจายสัญญาณ เทคนิคการมอดูเลต การออกแบบสายอากาศ การทดสอบคุณลักษณะของอุปกรณ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายภายในระบบนิเวศ 5G ด้วยการใช้ชุดอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ นักศึกษาสามารถได้รับความรู้เชิงปฏิบัติและพัฒนาทักษะที่จำเป็นเพื่อให้เป็นเลิศในสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

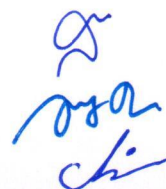
ในแง่ของการวิจัย ความต้องการเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถจัดการหลายความถี่ในช่วง 5G นั้นเกิดจากความต้องการในการสำรวจและสร้างสรรค์เทคโนโลยีล้ำสมัย นักวิจัยในภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์อาจมีส่วนร่วมในโครงการที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพเครือข่าย การจัดสรรสเปกตรัม การวิเคราะห์สัญญาณรบกวน การสร้างลำคลื่น การออกแบบสายอากาศ การออกแบบอุปกรณ์ไมโครเวฟ หรือการพัฒนาโปรโตคอลการสื่อสารขั้นสูงสำหรับเครือข่าย 5G ด้วยการใช้ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่มีความสามารถรองรับความถี่ที่ใช้งาน นักวิจัยสามารถศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นแบบหรือทำการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโซลูชันที่เสนอได้อย่างแม่นยำ

โดยรวมแล้วการจัดหาชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถส่งสัญญาณได้หลายความถี่ในช่วง 5G นั้นสอดคล้องกับความมุ่งมั่นของภาควิชา ในการให้การศึกษามีคุณภาพสูงและส่งเสริมการวิจัยที่มีผลกระทบในสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้นักศึกษาและนักวิจัยสามารถเจาะลึกความซับซ้อนของเครือข่าย 5G ให้อยู่ในระดับแนวหน้าของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และมีส่วนร่วมในความก้าวหน้าของระบบการสื่อสารไร้สาย

2. วัตถุประสงค์

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น: วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อให้นักศึกษามีความเข้าใจที่ครอบคลุมและใช้งานได้จริงเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G ด้วยการใช้ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายที่ครอบคลุมความถี่ที่ใช้งานทั้งหมดในประเทศไทย นักศึกษาจะได้รับประสบการณ์จริงในการวิเคราะห์ วัด และปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่าย 5G ให้เหมาะสม สิ่งนี้ช่วยให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงว่างระหว่างแนวคิดเชิงทฤษฎีที่ได้เรียนและการประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงในเชิงปฏิบัติ ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์การเรียนรู้และเตรียมความพร้อมสำหรับการประกอบอาชีพในสาขา

2. การวิจัยและพัฒนา...



2. การวิจัยและพัฒนา: วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่งคือเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิจัยและพัฒนากิจกรรมภายในภาควิชา ด้วยการเข้าถึงชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่รองรับหลายความถี่ในช่วง 5G นักวิจัยสามารถทำการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G ในแง่มุมต่าง ๆ ได้ ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ การกำหนดลักษณะของช่องสัญญาณ การออกแบบสายอากาศ เทคนิคการลดสัญญาณรบกวน การวิเคราะห์การแพร่กระจายคลื่น และการพัฒนาโปรโตคอลการสื่อสารแบบใหม่ ชุดเครื่องมือนี้มีเครื่องมือที่จำเป็นในการรวบรวมการวัดที่แม่นยำ ประเมินการตั้งค่าการทดลอง และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางทฤษฎี ซึ่งจะช่วยส่งเสริมนวัตกรรมและความก้าวหน้าในด้านนี้

3. ความสามารถที่ครอบคลุมหลายความถี่: วัตถุประสงค์ยังเกี่ยวข้องกับประโยชน์ที่หลากหลายและความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสัญญาณหลายช่วงความถี่ในช่วง 5G ซึ่งช่วยให้นักศึกษาและนักวิจัยเจาะลึกความซับซ้อนของคลื่นความถี่ ลักษณะการแพร่กระจาย ผลกระทบของการรบกวน และกลยุทธ์การจัดสรรคลื่นความถี่ได้หลายการประยุกต์ใช้งานในการวิเคราะห์โครงข่ายของระบบอื่น เช่น AM, FM, Digital TV, RFID, Mobile 4G, 5G, Wi-Fi, AM Radio, FM Radio, ระบบ Radar ทางทหาร การสื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นต้น ด้วยการรองรับความสามารถและช่วงความถี่ที่สูง ทำให้สามารถได้รับข้อมูลเชิงลึกในการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายและการออกแบบระบบการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพซึ่งใช้ประโยชน์จากข้อได้เปรียบของเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นใหม่อีกด้วย

4. การทำงานร่วมกันและการมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรม: ความพร้อมใช้งานของชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่รองรับหลายความถี่ในช่วง 5G สามารถส่งเสริมความร่วมมือกับพันธมิตรในอุตสาหกรรมและส่งเสริมการมีส่วนร่วมกับชุมชนโทรคมนาคมที่กว้างขึ้น จะเป็นโอกาสสำหรับนักศึกษาและนักวิจัยในการทำงานร่วมกันในโครงการต่าง ๆ ร่วมกันเข้าร่วมในโครงการริเริ่มการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากภาคอุตสาหกรรม ความร่วมมือดังกล่าวไม่เพียงแต่เพิ่มพูนประสบการณ์ด้านการศึกษา แต่ยังเปิดประตูสู่การฝึกงาน ตำแหน่งงาน และการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม

3. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นบุคคล...

3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัย ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ “กิจการร่วมค้า” ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีนี้ข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงฯ จะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่ และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีข้อตกลงฯ กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลักกิจการร่วมค้านั้น ต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงฯ ที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

4. ขอบเขตของงาน หรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ 5G ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงความถี่สูง จำนวน 1 ชุด รายละเอียดตามเอกสารแนบ

5. ระยะเวลาดำเนินงาน/ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ผู้ขายจะต้องส่งมอบพัสดุภายใน 120 วัน

6. หลักเกณฑ์การพิจารณาข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

7. วงเงินในการจัดซื้อ

ภายในวงเงินงบประมาณ 7,190,900.00 บาท (เจ็ดล้านหนึ่งแสนเก้าหมื่นเก้าร้อยบาทถ้วน) โดยเบิกจ่ายจากเงินงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

8. เงื่อนไข...



8. เงื่อนไขการชำระเงิน

เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของได้ครบถ้วนตามสัญญาซื้อขาย และมหาวิทยาลัยได้ตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

ค่าปรับคิดในอัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

10. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้ขายจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่ซื้อขายที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่มหาวิทยาลัยได้รับมอบสิ่งของ โดยต้องรีบจัดการซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ดังเดิมภายใน 7 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง



**ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ 5G
ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงความถี่สูง
จำนวน 1 ชุด**

ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ 5G ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงความถี่สูง ประกอบไปด้วย

- | | |
|--|-----------------|
| 1. เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyzer) | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดปรับเทียบมาตรฐานชนิดอัตโนมัติ (Calibration Unit for Automatic) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. สายนำสัญญาณความถี่สูง (RF Cable) | จำนวน 4 เส้น |
| 4. สายอากาศแบบลอคพิริออดิก (Log Periodic Broadband Antenna) | จำนวน 2 ชุด |
| 5. สายอากาศแบบลอคพิริออดิกไมโครเวฟ (Microwave Log Periodic Antenna) | จำนวน 1 ชุด |
| 6. สายอากาศแบบปากแตรแบนด์กว้าง (Broadband Horn Antenna) | จำนวน 1 ชุด |

1. คุณสมบัติทั่วไป

ชุดวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ 5G ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงช่วงความถี่สูง ใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการเรียนการสอนของนักศึกษา และการวิจัยเพื่อให้ห้องวิจัย การสื่อสาร และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็นแนวทางในการวิจัย และการตรวจวัด อุปกรณ์สื่อสารของทางภาครัฐและเอกชน ให้ครอบคลุมการประยุกต์ใช้งานในระบบ วิทยุสื่อสาร (Radio), ระบบโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ Mobile 4G, 5G, Wi-Fi, AM Radio, FM Radio, ระบบ Radar ทางทหาร การสื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นต้น

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

- | | |
|---|---|
| 2.1 เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyzer) | จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้ |
| 2.1.1 ช่วงกว้างความถี่ (Frequency Range) | : 100 kHz ถึง 43.5 GHz หรือกว้างกว่า |
| 2.1.2 ความละเอียดความถี่ (Frequency Resolution) | : 1Hz หรือดีกว่า |
| 2.1.3 จำนวนของจุดทดสอบ (Number of Measurement Points) | : ครอบคลุม 1 ถึง 100 001 |
| 2.1.4 ช่วงกว้างความถี่ทดสอบ (Measurement Bandwidth) | : 1 Hz ถึง 1 MHz หรือมากกว่า |
| 2.1.5 อัตราส่วนของค่าสูงสุดและต่ำสุด (Dynamic Range) มีค่า Typical ดังนี้ | |
| 2.1.5.1 ที่ 100 kHz ถึง 1 MHz | : 120 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.2 ที่ 1 MHz ถึง 10 MHz | : 125 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.3 ที่ 10 MHz ถึง 5 GHz | : 128 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.4 ที่ 5 GHz ถึง 10 GHz | : 125 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.5 ที่ 10 GHz ถึง 30 GHz | : 115 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.6 ที่ 30 GHz ถึง 35 GHz | : 110 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.7 ที่ 35 GHz ถึง 38 GHz | : 108 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.8 ที่ 38 GHz ถึง 40 GHz | : 105 dB หรือดีกว่า |
| 2.1.5.9 ที่ 40 GHz ถึง 43.5 GHz | : 95 dB หรือดีกว่า |

2.1.6 มีค่า Trace...

2.1.6 มีค่า Trace Noise Magnitude (RMS) ที่ IF Bandwidth 10 kHz มีค่า Typical ดังนี้

2.1.6.1 ที่ 100 kHz ถึง 5 MHz	: 0.002 dB หรือดีกว่า
2.1.6.2 ที่ 5 MHz ถึง 20 GHz	: 0.002 dB หรือดีกว่า
2.1.6.3 ที่ 20 GHz ถึง 35 GHz	: 0.003 dB หรือดีกว่า
2.1.6.4 ที่ 35 GHz ถึง 40 GHz	: 0.005 dB หรือดีกว่า
2.1.6.5 ที่ 40 GHz ถึง 42 GHz	: 0.006 dB หรือดีกว่า
2.1.6.6 ที่ 42 GHz ถึง 43.5 GHz	: 0.010 dB หรือดีกว่า

2.1.7 เอาต์พุตพอร์ตทดสอบ (Test Port Output)

2.1.7.1 ช่วงกำลัง (Power Range) มีค่า Specification ดังนี้

2.1.7.1.1 ที่ 100 kHz ถึง 300 kHz	: -30 dBm to +7 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.2 ที่ 300 kHz ถึง 1 GHz	: -30 dBm to +10 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.3 ที่ 1 GHz ถึง 10 GHz	: -30 dBm to +8 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.4 ที่ 10 GHz ถึง 15 GHz	: -30 dBm to +6 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.5 ที่ 15 GHz ถึง 20 GHz	: -30 dBm to +5 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.6 ที่ 20 GHz ถึง 30 GHz	: -30 dBm to 0 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.7 ที่ 30 GHz ถึง 40 GHz	: -30 dBm to -2 dBm หรือดีกว่า
2.1.7.1.8 ที่ 40 GHz ถึง 43.5 GHz	: -30 dBm to -3 dBm หรือดีกว่า

2.1.7.2 ความแม่นยำกำลัง (Power Accuracy) ที่ Source Power : -10 dBm มีค่า Specification ดังนี้

2.1.7.2.1 ที่ 100 kHz ถึง 20 GHz	: น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 dB หรือดีกว่า
2.1.7.2.2 ที่ 20 GHz ถึง 40 GHz	: น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 dB หรือดีกว่า
2.1.7.2.3 ที่ 40 GHz ถึง 43.5 GHz	: น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 dB หรือดีกว่า

2.1.7.3 ความละเอียดกำลัง (Power Resolution) : 0.01 dB หรือดีกว่า

2.1.8 อินพุตพอร์ตทดสอบ (Test Port Input)

2.1.8.1 ระดับความเสียหาย (Damage Level) : +27 dBm หรือดีกว่า

2.1.8.2 แรงดันไฟตรงเสียหาย (Damage DC Voltage) : 30 V หรือดีกว่า

2.1.9 ตัวเครื่องมีพอร์ต LAN ไม่น้อยกว่า 1 ช่องและมีพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

2.1.10 ตัวเครื่องมีขั้วต่อ Number of Test Ports จำนวน 4 ขั้วตัวผู้เป็นชนิด 2.4 mm (Male)

50 โอห์ม

2.1.11 แสดงผลด้วยจอสีแบบสัมผัส Touch Screen ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1280 x 800 พิกเซล และมีขนาด 12 นิ้ว หรือดีกว่า

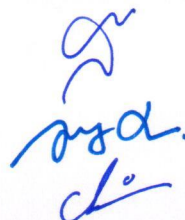
2.1.12 มีช่อง Bias Tee เป็นชนิด BNC Female รองรับแรงดันสูงสุด 30 V และรองรับกระแสสูงสุด 250 mA หรือดีกว่า

2.1.13 มีช่องสำหรับต่อจอภาพภายนอกเป็นชนิด HDMI และ Display Port

2.1.14 มีฟังก์ชันวิเคราะห์ Time Domain Analysis มาพร้อมตัวเครื่อง

2.1.15 มีฟังก์ชันวิเคราะห์ Distance to Fault Measurements (DTF) มาพร้อมตัวเครื่อง

2.1.16 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย



2.2 ชุดเปรียบเทียบ...

2.2 ชุดปรับเทียบมาตรฐานชนิดอัตโนมัติ (Calibration Unit for Automatic) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 2.2.1 ขั้วต่อเป็นแบบ 3.5 mm ชนิด Female มีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 2.2.2 ใช้งานในย่านความถี่ 100 kHz ถึง 26.5 GHz หรือดีกว่า
- 2.2.3 มีค่า Nominal Input Level -45 dBm to +20 dBm หรือดีกว่า
- 2.2.4 มีค่า Damage Level +23 dBm หรือดีกว่า
- 2.2.5 มีค่า Damage DC Voltage 12 V หรือดีกว่า
- 2.2.6 ใช้ไฟจาก USB 5 V กระแสสูงไม่เกิน 500 mA
- 2.2.7 มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyzer)

2.3 สายนำสัญญาณความถี่สูง (RF Cable) จำนวน 4 เส้น มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ขั้วต่อด้าน VNA เป็นแบบ Ruggedized 2.4 mm Female และขั้วต่อด้าน DUT เป็นแบบ Ruggedized 2.4 mm Male

- 2.3.2 ใช้งานในย่านความถี่ DC ถึง 50 GHz หรือดีกว่า
- 2.3.3 ความยาวสายไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร
- 2.3.4 มีค่า Impedance 50 โอห์ม
- 2.3.5 มีค่า Delay Time 2.5 ns
- 2.3.6 มีค่า Magnitude Stability น้อยกว่า 0.08 dB
- 2.3.7 มีค่า Phase Stability (ที่ความถี่สูงสุด) น้อยกว่า 8 องศา
- 2.3.8 มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyzer)

2.4 สายอากาศแบบลอจิกพีริออดิก (Log Periodic Broadband Antenna) จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 2.4.1 ใช้งานในย่านความถี่ 200 MHz ถึง 7 GHz หรือดีกว่า
- 2.4.2 มีขั้วต่อเป็นแบบ N Female ค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 2.4.3 มีค่า SWR น้อยกว่า 1.5 : 1
- 2.4.4 มีค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด ที่ความถี่น้อยกว่า 500 MHz มีค่า 200 วัตต์

2.5 สายอากาศแบบลอจิกพีริออดิกไมโครเวฟ (Microwave Log Periodic Antenna) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

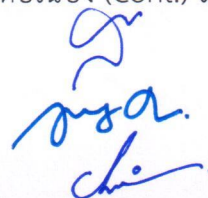
- 2.5.1 ใช้งานในย่านความถี่ 1 GHz ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
- 2.5.2 มีขั้วต่อเป็นแบบ N Female ค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 2.5.3 มีค่า SWR น้อยกว่า 2 : 1
- 2.5.4 มีค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด มีค่า 20 วัตต์

2.6 สายอากาศแบบปากแตรแบนด์กว้าง (Broadband Horn Antenna) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

- 2.6.1 ใช้งานในย่านความถี่ 15 GHz ถึง 26.5 GHz หรือดีกว่า
- 2.6.2 มีขั้วต่อเป็นแบบ SMA Female ค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 2.6.3 มีค่า SWR น้อยกว่า 2.1 : 1
- 2.6.4 มีค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้าสูงสุด มีค่า 10 วัตต์แบบต่อเนื่อง (Cont.) และ 25 วัตต์แบบสูงสุด

(peak)

3. อุปกรณ์ประกอบ...



3. อุปกรณ์ประกอบ

3.1 ตัวบล็อกสัญญาณ DC (DC BLOCK)

จำนวน 2 ตัว

- 3.1.1 ใช้งานในย่านความถี่ 10 MHz ถึง 50 GHz หรือดีกว่า
- 3.1.2 มีหัวต่อเป็นแบบ 2.4 mm Female to 2.4 mm Male ค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 3.1.3 มีค่า Insertion Loss (Typ.) ไม่เกิน 0.51 dB
- 3.1.4 มีค่า Return Loss (Typ.) ไม่เกิน 23 dB
- 3.1.5 มีค่า Input Power สูงสุดไม่เกิน 30 dBm

3.2 ตัวจำกัดกำลังงาน (Limiter)

จำนวน 2 ตัว

- 3.2.1 ใช้งานในย่านความถี่ 30 MHz ถึง 8200 MHz หรือดีกว่า
- 3.2.2 มีหัวต่อสัญญาณเป็นชนิด SMA Female to SMA Male
- 3.2.3 รองรับ RF Input Power สูงสุดไม่เกิน 2 วัตต์

3.3 ตัวแปลงหัวต่อชนิด 3.5 mm Male เป็นหัวต่อ 2.4 mm Female

จำนวน 4 ตัว

- 3.3.1 ใช้งานในย่านความถี่ DC ถึง 34 GHz หรือดีกว่า
- 3.3.2 มีหัวต่อ 1 เป็นชนิด 3.5 mm Male และหัวต่อ 2 เป็นชนิด 2.4 mm Female
- 3.3.3 มีค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 3.3.4 มีค่า VSWR สูงสุดไม่เกิน 1.3:1

3.4 หัวต่อ 2.4 mm NMD Female to N Male Adaptor

จำนวน 4 ตัว

- 3.4.1 ใช้งานในย่านความถี่ DC ถึง 18 GHz หรือดีกว่า
- 3.4.2 มีหัวต่อ 1 เป็นชนิด 2.4 mm NMD Female และมีหัวต่อ 2 เป็นชนิด N Male
- 3.4.3 มีค่าอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม
- 3.4.4 มีค่า VSWR สูงสุดไม่เกิน 1.15:1

3.5 ชุดทดลองสายอากาศแบบแผ่นวงจรพิมพ์

จำนวน 1 ชุด

- 3.5.1 แผงรับส่งสัญญาณความถี่วิทยุ
 - 3.5.1.1 ใช้งานในย่านความถี่ 80 MHz จนถึง 4.4 GHz หรือกว้างกว่า
 - 3.5.1.2 มีช่องรับสัญญาณความถี่วิทยุ (RX) หัวต่อแบบ SMA ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 3.5.1.3 มีช่องส่งสัญญาณความถี่วิทยุ (TX) หัวต่อแบบ SMA ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 3.5.1.4 มีตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) แบบ 12 บิต
 - 3.5.1.5 มีตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก (DAC) แบบ 12 บิต
 - 3.5.1.6 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณ USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 3.5.1.7 สามารถส่งกำลังสูงสุด (Maximum Output Power) ไม่น้อยกว่า 20 dBm
 - 3.5.1.8 สามารถรับกำลังสูงสุด (Maximum Input Power) ไม่น้อยกว่า -15 dBm

3.5.2 แท่นติดตั้งสายอากาศ

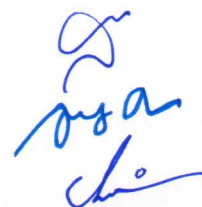
3.5.2.1 แท่นติดตั้งสายอากาศแบบหมุนได้

3.5.2.1.1 หัวต่อแบบ SMA

3.5.2.1.2 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณแบบ USB 2.0 สำหรับควบคุมการหมุน

3.5.2.1.3 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

3.5.2.2 แท่นติดตั้ง...



3.5.2.2 แทนติดตั้งเสาอากาศแบบอยู่กับที่

3.5.2.2.1 ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3 สายอากาศสำหรับการทดลอง

3.5.3.1 สายอากาศแบบ CPW-fed Bow-tie Slot Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.2 สายอากาศแบบ Microstrip-fed Vivaldi Slot Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.3 สายอากาศแบบ Notched Trapezoidal Monopole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.4 สายอากาศแบบ Planar Dual-band Monopole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.5 สายอากาศแบบ Planar Sleeve Monopole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.6 สายอากาศแบบ Planar T-shaped Monopole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.7 สายอากาศแบบ Planar Trapezoidal Monopole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.8 สายอากาศแบบ Printed Folded Dipole Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.9 สายอากาศแบบ Printed Log-periodic Dipole Array Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.3.10 สายอากาศแบบ Rectangular Edge-fed Patch Antenna, ขั้วต่อแบบ SMA

3.5.4 ซอฟต์แวร์ควบคุมและแสดงผลชุดทดลองสายอากาศแบบแผ่นวงจรพิมพ์

3.5.4.1 ซอฟต์แวร์สามารถใช้งานกับอุปกรณ์ข้อ 3.5.1 และ 3.5.2 ได้

3.5.4.2 ซอฟต์แวร์สามารถควบคุม Position และ Speed ของแทนติดตั้งสายอากาศ

แบบหมุนได้

3.5.4.3 ซอฟต์แวร์สามารถแสดงค่า Return Loss, ของสายอากาศทดสอบได้ (Tested

Antenna)

3.5.4.4 ซอฟต์แวร์สามารถวัดและแสดงผล Radiation Pattern XY, XZ และ YZ ได้

3.5.4.5 ซอฟต์แวร์สามารถแสดงผล 3D Radiation Pattern ได้

4. เงื่อนไขอื่น ๆ

4.1 เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน-เงินจัดสรร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 มีผลบังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่าย เพื่อการจัดหาในครั้งนี้ดังกล่าวมหาวิทยาลัยสามารถยกเลิกการจัดหาได้

4.2 ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือและวิธีการอื่นๆ) ให้กับคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศจะต้องมีสำเนาเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้วในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทยจะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงการชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิดพระราชบัญญัติขนส่ง

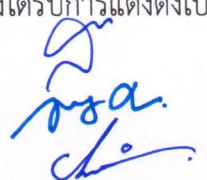
4.3 เป็นสินค้าใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน และเป็นสินค้าที่ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน

4.4 ผู้ขายมีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.5 ผู้ขายมีบริการหลังการขายจัดอบรมวิธีการใช้งานให้กับบุคลากรไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง

4.6 โปรแกรมต้องมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

4.4 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย กรณีเป็นตัวแทนจำหน่ายจะต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างถูกต้องจากผู้ผลิต พร้อมทั้งแนบเอกสารยืนยันขณะเข้ามาเสนอราคา



ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
ในการจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ การจัดซื้อครุภัณฑ์รายการ ชุดวิเคราะห์โคร่งข่ายที่สามารถรับส่งสัญญาณ
ความถี่ได้หลายช่องในช่วงความถี่ ๕G ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงความถี่สูง จำนวน ๑ ชุด
๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัย-
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๗,๑๕๐,๕๐๐.๐๐ บาท (เจ็ดล้านหนึ่งแสนเก้าหมื่นเก้าร้อย
บาทถ้วน)
๔. วันที่กำหนดราคากลาง(ราคาอ้างอิง) ๒๖ พฤษภาคม ๒๕๖๖
เป็นเงิน ๗,๑๕๐,๕๐๐.๐๐ บาท (เจ็ดล้านหนึ่งแสนเก้าหมื่นเก้าร้อยบาทถ้วน)
ราคา/หน่วย(ถ้ามี) - บาท
๕. แหล่งที่มาของราคากลาง(ราคาอ้างอิง)
 - ๕.๑ บริษัท แอนทรอนิกส์ จำกัด
 - ๕.๒ บริษัท เทคสแควร์ จำกัด
 - ๕.๓ บริษัท ออล อินสทรูเมนต์ โซลูชั่น จำกัด
๖. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง(ราคาอ้างอิง)ทุกคน

๖.๑ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย	เด่นตรี	ประธานกรรมการ
๖.๒ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาลิรัตน์	วงจำปา	กรรมการ
๖.๓ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา	มามาตร	กรรมการและเลขานุการ