

ร่างขอบเขตของงาน

สำหรับการซื้อ ระบบอัตโนมัติสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูลบนรถไฟไฟฟ้า ตำบลในเมือง
อำเภอเมืองนครราชสีมาจังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. ความเป็นมา

จากการจัดทำร่างกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙) เพื่อให้หน่วยงานใช้เป็นกรอบในการจัดทำยุทธศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับภารกิจของหน่วยงาน โดยมี วิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนา ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” หนึ่งใน การปรับเปลี่ยนและเกิดการลงทุนเป็นโครงการขนาดใหญ่ได้แก่ ระบบคมนาคมของประเทศที่มีอยู่เดิมโดยเฉพาะระบบขนส่งทางราง และทางอากาศ เป็นหนึ่งยุทธศาสตร์หลักที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานเป็นผู้นำในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ระบบรางผ่านยุทธศาสตร์ Logistic & Tourism ประกอบด้วย ระบบการจัดการการขนส่ง โลจิสติกส์ ระบบขนส่งทางรางระบบขนส่งทางอากาศ โดยมีการเปิดหลักสูตรรองรับการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะทางออกสู่การทำงานเพื่อสนับสนุนทำให้เกิดระบบอุตสาหกรรมระบบราง ซึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ นครราชสีมาเป็นอีกหนึ่งองค์กรในการเตรียมความพร้อมบุคคลเข้า ร่วมการพัฒนาสำหรับรองรับการเรียนการสอน สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอีกหนึ่งสาขาวิชาที่มีกำลังพลใน การเข้าร่วมเป็นกำลังหลักเพื่อศึกษาด้านระบบอัตโนมัติสัญญาณรถไฟ เป็นระบบกลไกสัญญาณไฟหรือระบบ คอมพิวเตอร์ในการเดินขบวนรถไฟ เพื่อแจ้งให้พนักงานขับรถไฟทราบสภาพเส้นทางข้างหน้า และตัดสินใจที่จะหยุด รถ ชะลอความเร็ว หรือบังคับทิศทาง ให้การเดินรถดำเนินไปได้อย่างปลอดภัย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการเดินรถสวนกันบนเส้นทางเดียว หรือการสับหลักเพื่อให้รถไฟวิ่งสวนกันบริเวณสถานีรถไฟ หรือ ควบคุมรถไฟให้การเดินขบวนเป็นไปตามที่กำหนดไว้กรณีที่ใช้ระบบอัตโนมัติสัญญาณแบบคอมพิวเตอร์ CTC (Centralized Traffic Control) เป็นระบบควบคุมการเดินรถจากศูนย์กลางเป็นระบบควบคุมการเดินรถจาก ศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลต่างๆจากอุปกรณ์ต่างๆ ภายนอกอาคารสถานี เช่น สัญญาณ, ประแจ, วงจรไฟตอน ต่างๆ จากทุกสถานี มาที่ผู้ควบคุมที่ศูนย์กลางเพื่อควบคุมรถได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยรับข้อมูลโดยตรง ไม่ต้องผ่านนายสถานีแต่ละสถาน รถไฟฟ้าในปัจจุบันใช้ระบบควบคุมการเดินรถของรถไฟไฟฟ้าโดยจะมีการสื่อสารกัน ระหว่างศูนย์ควบคุมการเดินรถและรถไฟผ่านคลื่นวิทยุ นิยมใช้คลื่น Wi-Fi ความถี่ ๒.๔ GHz หรือ ๕ GHz หรือ อาจจะไปใช้เครือข่าย GSM-R (เป็นความถี่ที่รถไฟความเร็วสูงเลือกใช้)

จากข้อมูลที่กล่าวถึงทำให้การศึกษาการสื่อสารข้อมูลเพื่อควบคุมระบบให้ทำงานได้อย่างสอดคล้อง จึงจำเป็นต้องมีชุดเครื่องมือและชุดฝึกในภาคปฏิบัติในการออกแบบการส่งสัญญาณเพื่อติดต่อผู้ขับรถไฟ ระบบการเข้าจอดในขบวนของสถานี การปล่อยรถไฟจากห้องควบคุมกลางไปยังภายนอกอาคารเพื่อให้รถ สามารถเข้าจอดในสถานีและออกตัวจากสถานีได้อย่างแม่นยำ โดยปัจจุบันระบบการสื่อสารแบบดิจิทัลได้เข้ามา แทนที่ระบบแอนะล็อกแบบเก่าๆส่งผลให้การทำงานจึงขึ้นอยู่กับ การส่งข้อมูลเพื่อพูดคุยกันระหว่างเครื่องจักรกับ คอมพิวเตอร์ผ่านลำโพงในการแปลภาษาคือโพรโตคอลด้วยช่องทางที่บรรจุข้อมูลมหาศาลซึ่งปัจจุบันคือใช้สายเคเบิลใยแก้ว การออกแบบระบบสื่อสารข้อมูลจึงต้องมีเครื่องมือวิเคราะห์สเปกตรัมของสัญญาณที่มีการส่งออกอากาศป้องกันการรบกวนคลื่นอื่นๆจากสถานีใกล้เคียงเช่นคลื่นมือถือโทรศัพท์ เครื่องมือสื่อสารระยะไกลที่ใช้ในสถานี นอกจากนี้การออกแบบการสื่อสารระยะไกลการใช้เทคโนโลยีสายอากาศที่ติดตั้งบนตัวรถไฟทำให้สามารถรับส่ง สัญญาณอย่างทั่วถึงโดยไม่หลุด การเรียนการสอนและการสร้างนวัตกรรม งานวิจัยจึงจำเป็นต้องมีการ สื่อสารบนรถไฟจำเป็นต้องใช้เครื่องมือขั้นสูงโดยเฉพาะเครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายเพื่อให้การสร้างสายอากาศออกมา รองรับการใช้งานที่ตอบสนองต่อพื้นที่ในประเทศไทย

ดังนั้นการจัดเครื่องมือสนับสนุนให้เกิดสภาพการเรียนรู้ผ่านเครื่องมือที่อยู่รอบๆตัว นักศึกษานั้นคือการใช้เครื่องมือจริงที่สามารถนำมาประยุกต์ร่วมกับการออกแบบเพื่อให้สามารถออกแบบและ สร้างระบบการรับส่งข้อมูลผ่านสายอากาศ การออกแบบวางระบบสายสื่อสารข้อมูลภายในอาคารควบคุมด้วยระบบ

คอมพิวเตอร์ผ่านสายเคเบิลใยแก้ว การวิเคราะห์สัญญาณรบกวนเพื่อวางระบบคลื่นความถี่การแก้ปัญหาแล้วมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการฝึกประสบการณ์จริงผ่านการออกแบบการเรียนการสอนแบบ Active Learning บนพื้นฐาน Project Based Learning Problem Based learning และ Research Based Learning เพื่อสร้างบัณฑิตนักปฏิบัติคุณภาพสูงที่พร้อมทำงานให้กับระบบอุตสาหกรรมระบบราง

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อจัดซื้อเครื่องมือประกอบการศึกษานักศึกษาระดับชั้นปี ที่ ๒ และ ๓ สนับสนุนการเรียนการสอนตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ขนส่งทางรางและอากาศยาน

๒.๒ เพื่อเป็นการสนับสนุนการเรียนรู้นักศึกษาในการใช้เครื่องมือจริงและสามารถนำไปสร้างนวัตกรรมและงานวิจัยสนับสนุนยุทธศาสตร์ขนส่งทางรางและอากาศยานด้านการสื่อสารข้อมูลการควบคุมการส่งข้อมูลและการวางระบบสื่อสารทางแสง

๒.๓ เพื่อสร้างบัณฑิตที่มีคุณสมบัติเป็นนักปฏิบัติที่จบการศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้ทันทีและมีความเป็นมืออาชีพ

๒.๔ เพื่อปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นอุตสาหกรรม ๔.๐ และตอบสนองต่อยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการในการเป็นมหาวิทยาลัย ๔.๐

๓. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

๓.๑ มีความสามารถตามกฎหมาย

๓.๒ ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

๓.๓ ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

๓.๔ ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

๓.๕ ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

๓.๖ มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

๓.๗ เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

๓.๘ ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

๓.๙ ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

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

๔. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

๕. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๖. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๗. วงเงินในการจัดหา

เป็นจำนวนเงิน ๑๘,๙๖๙,๐๐๐ บาท (สิบแปดล้านเก้าแสนหกหมื่นเก้าพันบาทถ้วน)

๘. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. นายเอกชัย	พือสันเทียะ	ประธานกรรมการ
๒. ผศ. ยุทธิทัศน์	ชวานนท์พิทักษ์	กรรมการ
๓. นายกิตติศักดิ์	ทองคำ	กรรมการและเลขานุการ

1๓/๑๖
สมศักดิ์
ทองคำ

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ถิ่นใจแสง
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
สำหรับการซื้อ ระบบอัตโนมัติสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูลบนรถไฟฟ้า ตำบลในเมือง
อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน ๑ ชุด

๑. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. ชุดทดลองอัตโนมัติสัญญาณ จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๑.๑ ชุดฝึกจำลองเดินระบบรถไฟ จำนวน ๑ ชุด

๑.๑.๑ รายละเอียดทั่วไป

๑) เป็นชุดสาธิตจำลองการควบคุมการเดินรถเพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้ระบบรถไฟทั้งหมดผสมรวมกับชุดรถไฟฟ้าจำลองและฝึกปฏิบัติงานการจำลองควบคุมการเดินรถ

๒) มีซอฟต์แวร์ Automatic Train Supervision (ATS) อยู่ภายในเพื่อจำลองเส้นทางรถไฟออกสถานีและตั้งค่าการติดตามการเข้าติดตาม และการจัดการรถไฟ การควบคุมสัญญาณ และการดำเนินงานการจัดการข้อมูล

๓) ใช้สำหรับศึกษาการบริหารการเดินรถ และการเปลี่ยนแปลงสับเปลี่ยนเส้นทางรถไฟ

๑.๑.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

ตั้งรายการต่อไปนี้หรือดีกว่า

๑) โต้ะและรถไฟจำลองการเดินรถไฟและสถานีจำลอง จำนวน ๑ ชุด

๑.๑) ชุดจำลองการเดินรถไฟ มีความยาวไม่น้อยกว่า ๑๐ เมตร กว้างไม่น้อยกว่า ๕ เมตร และความสูงไม่น้อยกว่า ๐.๗ เมตร

๑.๒) ฐานโมดูลโต้ะ ส่วนโครงสร้างทำด้วยเหล็กเชื่อมเข้าด้วยกัน ราบเรียบรับแรงได้ดีและแข็งแรงด้วยคอลัมน์เหล็ก การเชื่อมต่อท่อเหล็กมีความแข็งแรงมั่นคงไม่เกิดสนิมและ/หรือแตกหักง่าย โครงสร้างโลหะกันสนิม จัดเค้าโครงโดยรวมของห้องฝึกการเรียนการสอน

๑.๓) สถานีรถไฟเมโทร

๑.๓.๑) เส้นทางรถไฟในเมืองขนาดย่อตัวชุดประกอบด้วย สถานีไม่น้อยกว่า ๗ สถานีโดยมี คือสถานีชุมทาง (Junction) และสถานีท้องถิ่น (Local)

๑.๓.๒) มีอุปกรณ์อัตโนมัติสัญญาณบนทางบริเวณสถานีและอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการควบคุมการเดินรถสถานีชุมทางมีประแจสับหลัก (Turnout) สำหรับใช้ในการสับหลักขบวนรถ

๒) โต้ะและอาคาร

๒.๑) จัดสร้างขึ้นให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศของประเทศไทยในเส้นทางรถไฟความเร็วสูงสายตะวันออก โดยมีรูปแบบของสภาพแวดล้อมที่สามารถสื่อได้ถึงเมืองของแต่ละสถานี

๒.๒) เค้าโครงของภูมิทัศน์สีเขียวที่อยู่ใกล้สถานีเลือกวัสดุที่ง่ายต่อการทำความสะอาด การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม ส่วนสีเขียวมีหญ้าจำลอง ต้นไม้เป็นต้น

๓) ส่วนชุดรางรถไฟ

๓.๑) ผิวของรางมีสารเคลือบป้องกันสนิม

๓.๒) มีมาตราส่วนของระบบจำลองมีขนาดไม่ต่ำกว่า ๑ : ๘๗

๓.๓) การเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์อัตโนมัติสัญญาณบนทางกับศูนย์ควบคุม ใช้แบบไร้สายเพื่อแสดงการทำงานของระบบ Computer Based Train Control System (CBTC) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้บริหารจัดการรถไฟเมโทร

๓.๔) มีอุปกรณ์แสดงสัญญาณ (signal annunciator) ไม่น้อยกว่า ๘๐ ชุด

๔) ชุดเทิร์นเอาท์และเครื่องสับราง

๔.๑) มีประแจเดี่ยว(single switch) และประแจไขว้ (crossing switch) โดยสามารถสั่งการประแจแต่ละตัวได้ผ่านระบบไฟฟ้า ซึ่งจะมีจำนวนประแจไม่น้อยกว่า ๓๐ ชุด

๔.๒) แต่ละชุดควบคุมด้วยไฟฟ้าสั่งการจากศูนย์ควบคุม และมีการตรวจสอบตำแหน่งประแจการผ่านอุปกรณ์ตรวจจับแบบเรียลไทม์และมีการอินเตอร์ล็อกเส้นทาง

๔.๓) ฟังก์ชันการตรวจจับตำแหน่งประแจได้อย่างถูกต้องสามารถตรวจสอบสถานะและทิศทางประแจได้

๔.๔) ระบบควบคุมการเดินรถแบบ Automatic Train Supervision (ATS) สามารถแจ้งตำแหน่งขบวนรถได้อย่างถูกต้อง

๕) ชุดโมเดลเครื่องอาณัติสัญญาณ

๕.๑) มีอุปกรณ์ระบบอาณัติสัญญาณ (Wayside Equipment) ไม่น้อยกว่า ๕ ตัว

๕.๒) อุปกรณ์อาณัติสัญญาณประกอบด้วยสัญญาณไฟที่สถานี สัญญาณไฟ shunting และอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้แสดงผลบนทาง และสถานี

๕.๓) มีขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ไม่ต่ำกว่า ๑ : ๘๗ เมื่อเทียบกับของจริง

๕.๔) อินเทอร์เน็ตควบคุมการเชื่อมโยงระบบด้วยคอมพิวเตอร์

๖) ระบบฝึกจำลองการเดินรถ (Operation Control Center : OCC) ใช้สำหรับจำลองการควบคุมการเดินรถไฟสำหรับใช้ฝึกอบรม

๗) ระบบควบคุมสามารถรับข้อมูลของรถไฟไฟฟ้าได้แบบ real-time จากระบบควบคุมการจำลองการทำงาน ในเวลาเดียวกันสามารถส่งข้อมูลสถานะของรถไฟ (เช่น สถานะการทำงานและความเร็ว) และข้อมูล RFID เพื่อจำลองระบบควบคุมรถไฟไฟฟ้าได้

๘) เทิร์นเอาท์แต่ละกลุ่มนั้นสามารถควบคุมได้ด้วยไฟฟ้าและติดตั้งมาพร้อมกับอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งของประแจซึ่งสามารถส่งข้อมูลกลับไปยัง CBI หรือ PMI ได้

๑.๑.๓ รายละเอียดอื่นๆ

๑) ผู้เสนอราคาต้องแนบแค็ตตาล็อกต้นฉบับซึ่งมีรายละเอียดทางเทคนิคของบริษัทผู้ผลิตพร้อมกับใบเสนอราคา

๒) รับประกันหลังการส่งมอบและบริการหลังการขาย โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ จำนวน ๑ ปี

๓) ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญให้กับบุคลากรของสถานศึกษาไม่น้อยกว่า ๓๐ ชั่วโมงหรือจนกว่าจะใช้งานได้จริง โดยบริษัทเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

๔) ทำการติดตั้งและทดลองระบบจนกว่าจะสามารถใช้งานได้

๕) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างละ ๒ ชุด

๖) มีเนื้อหาการเรียนรู้และแบบเรียนรู้ด้วยตนเองครบทุกหัวข้อทั้งระบบ

๗) มีทีมงานภาษาไทย และภาษาอังกฤษพร้อมเฉลยใบงาน และคู่มือการใช้ใบงานครบทุกหัวข้อทั้งระบบจำนวนอย่างละ ๒ ชุด

๘) ผู้จำหน่ายต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนชุดทดลองและชุดสาธิตจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ทางด้านการจัดฝึกอบรม, การบริการหลังการขายและการซ่อมบำรุง พร้อมแนบเอกสารมาในวันวันยื่นซอง

๙) ชุดทดลองเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับรองมาตรฐาน CMMI Layer๓ เป็นอย่างน้อย พร้อมแนบเอกสารรับรองในวันยื่นซอง

๑.๒. เครื่องมือวัดการแพร่กระจายคลื่นสัญญาณรบกวนบนระบบรางและอากาศยาน จำนวน ๑ ชุด

๑.๒.๑ คุณสมบัติทั่วไป

๑) เครื่องมือวัดการแพร่กระจายคลื่นสัญญาณรบกวนบนระบบรางและอากาศยานเป็นเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสาร เวกเตอร์เน็ตเวิร์ค (Vector Network Analyzer) แบบ ๔ Ports ที่สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ทำงานกับคลื่นสัญญาณความถี่วิทยุ ตั้งแต่ย่านความถี่ ๕๐ kHz ถึง ๔๓.๕ GHz หรือดีกว่า

๒) สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์ ทดสอบ และแสดงผลการวิเคราะห์ (Measurement Parameters) ของค่า ๑๖ Single ended S-Parameters, Mixed-Mode S-Parameters, User-defined Combination และ Max Efficiency ได้เป็นอย่างดี และสามารถแสดงค่าการวัดได้ ๑๖ ช่องสัญญาณ (Channel) หรือมากกว่า และแต่ละช่องสัญญาณต้องแสดงรูปแบบสัญญาณ (Trace) ได้ ๑๖ รูปแบบสัญญาณ หรือมากกว่า

๓) สามารถแสดงผล (Display Graphs) ของค่า Log Magnitude, Phase, Group Delay, Linear Magnitude, Real, Imaginary, SWR, Impedance, Smith Chart (Impedance) kQ product และ η_{max} ได้เป็นอย่างดี

๔) สามารถต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์แสดงผลภายนอกชนิดหน้าจอสัมผัสโดยผ่านพอร์ต HDMI ที่ติดตั้งในอุปกรณ์ โดยไม่ใช้อุปกรณ์ดัดแปลง (Adaptor) ได้เป็นอย่างดี

๕) เป็นเครื่องที่มีพอร์ตเชื่อมต่อ Test Port แบบชนิด Type K(m) connectors ที่ใช้งานกับความถี่ตั้งแต่ย่านความถี่ ๕๐ kHz ถึง ๔๓.๕ GHz หรือดีกว่า

๖) มีอุปกรณ์ปรับเทียบค่า Calibration kit แบบชนิด Type K(m) connectors ที่ใช้งานกับความถี่ตั้งแต่ย่านความถี่ ๕๐ kHz ถึง ๔๓.๕ GHz หรือดีกว่าโดยอุปกรณ์ปรับเทียบจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ผู้ผลิตเดียวกันกับเครื่องวิเคราะห์ห้วงจร เวกเตอร์

๗) เป็นเครื่อง ที่สามารถใช้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐V, ๕๐Hz ได้

๘) บริษัทฯ ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งในประเทศทางด้านการศึกษาอย่างถูกต้องเพื่อรองรับการบริการหลังการขายทางด้านการใช้งานและซ่อมบำรุงที่เป็นมาตรฐาน

๙) บริษัทฯ ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันสินค้าเป็นเวลาอย่างน้อย ๑ ปี

๑.๒.๒ รายละเอียดทางเทคนิค

๑) เครื่องวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสารแบบ เวกเตอร์เน็ตเวิร์ค (Vector Network Analyzer) สำหรับวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสารซึ่งทำงานในย่านความถี่ ตั้งแต่ย่านความถี่ ๕๐ kHz ถึง ๔๓.๕ GHz หรือดีกว่า

๒) เป็นเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสารที่สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ $S_{๑๑}$, $S_{๑๒}$, $S_{๑๓}$, $S_{๑๔}$, $S_{๒๑}$, $S_{๒๒}$, $S_{๒๓}$, $S_{๒๔}$, $S_{๓๑}$, $S_{๓๒}$, $S_{๓๓}$, $S_{๓๔}$, $S_{๔๑}$, $S_{๔๒}$, $S_{๔๓}$, $S_{๔๔}$ ได้เป็นอย่างดี

๓) เป็นเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสาร แบบเวกเตอร์เน็ตเวิร์ค ที่มีฟังก์ชันการวัดแบบ คาบความถี่ (Frequency Domain), คาบเวลาแบบระบุเฟส Time (Distance) และ Power Domain อยู่ภายในเครื่องเดียวกันหรือมากกว่า

๔) เป็นเครื่องวิเคราะห์ห้วงจรการสื่อสารที่แสดงผลของสัญญาณ (Display Graphs) ในรูปแบบของ Log Magnitude, Phase, Group Delay, Linear Magnitude, Real, Imaginary, SWR, Impedance, KQ, η Max และ Smith Chart (Impedance), Polar ได้เป็นอย่างดี

๕) มีค่าความแตกต่าง (Dynamic Range) อยู่ที่ ≥ ๑๔๐ dB ที่ความถี่ ๕๐ MHz ถึง ๒ GHz, ≥ ๑๓๐ dB ที่ความถี่ ๒ GHz ถึง ๖ GHz และ ≥ ๑๑๔ dB ที่ความถี่ ๖ GHz ถึง ๔๓.๕ GHz หรือดีกว่า

- ๖) มีช่วงความถี่ของคลื่นวิทยุ (IF Bandwidth) อยู่ที่ ๑๐, ๒๐, ๓๐, ๕๐, ๗๐, ๑๐๐, ๒๐๐, ๓๐๐, ๕๐๐, ๗๐๐ Hz, ๑, ๒, ๓, ๕, ๗, ๑๐, ๒๐, ๓๐, ๕๐, ๗๐, ๑๐๐, ๒๐๐, ๓๐๐, ๕๐๐ kHz หรือดีกว่า
- ๗) ความเร็วในการวัดสัญญาณ (Measurement Speed) เท่ากับ ๓๐μS/point typical หรือดีกว่า
- ๘) สามารถตั้งค่าระดับข้อมูล (Maximum Data points) ได้ตั้งแต่ ๒ ถึง ๒๐,๐๐๑ จุด หรือดีกว่า
- ๙) สามารถตั้งค่าความละเอียด (Setting Resolution) ตั้งแต่ความถี่ ๕๐ kHz ถึง ๔๓.๕ GHz อยู่ที่ ๐.๐๑ dB หรือดีกว่า

๑๐) สามารถกวาดความถี่ (Frequency Sweep type) แบบ Linear, Log, และ CW หรือมากกว่า

๑๑) มีความละเอียดของระบบการวัด (Scale Resolution)

- Log Magnitude : ๐.๐๐๑ dB หรือดีกว่า
- Phase : ๐.๐๑° หรือดีกว่า
- Group Delay : ๐.๑ ps หรือดีกว่า
- Time : ๐.๐๐๐๑ ps หรือดีกว่า
- Distance : ๐.๑μm หรือดีกว่า
- Power : ๐.๐๐๑ dB หรือดีกว่า

๑๒) สามารถทำเครื่องหมาย (Markers) ในการวัดสัญญาณ

- Markers : ๑๒ markers + ๑ reference marker per trace หรือดีกว่า
- Marker Coupling : Coupled or decoupled หรือดีกว่า
- Marker Overlay : Display markers on active trace only
- Marker Data : Data displayed in graph area or in table form
- Marker Search and Tracking : Search and/or track multiple ranges for minimum, maximum, peak, or target value หรือดีกว่า

๑๓) มีพอร์ตต่อการวัด (Test port) จำนวนสี่ขั้วต่อเป็นแบบชนิด Type K (m)

๑๔) พอร์ตต่อการวัด (Test port) สามารถรับระดับสัญญาณ (Damage Input Levels) ที่ +๒๗ dBm maximum, ๕๐Vdc maximum หรือดีกว่า

๑๕) มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกแบบ Type A USB ๓.๐ x ๔ ports, LAN, และ HDMI หรือมากกว่า

๑๖) มีพอร์ตต่อการวัด (๑๐MHz Input) เป็นแบบชนิด BNC(f) สามารถรับระดับสัญญาณ +๘ dBm, typical; ๕๐ Ω, nominal หรือดีกว่า

๑๗) มีพอร์ตต่อการวัด (External Trigger Input) และ (External Trigger Output) เป็นแบบชนิด BNC(f)

๑๘) มีระบบประมวลผล (CPU) เป็นแบบชนิด Intel Core i๕ ระบบจัดเก็บข้อมูล (Storage) เป็นแบบชนิด Serial-ATA (SATA) Solid State Drive ไม่น้อยกว่า ๒๐ GB

๑๙) เป็นเครื่องที่ผ่านมาตรฐาน (European Union) ในด้านการทดสอบ EMC ๒๐๑๔/๓๐/EU, EN ๖๑๓๒๖:๒๐๑๓, CISPR ๑๑/EN ๕๕๐๑๑, IEC/EN ๖๑๐๐๐-๔-๒/๓/๔/๕/๖/๘/๑๑

๒๐) เป็นเครื่องที่ผ่านมาตรฐาน (European Union) ในด้านการทดสอบ Low Voltage Directive ๒๐๑๔/๓๕/EU และ Safety EN ๖๑๐๑๐-๑:๒๐๑๐

๒๑) เป็นเครื่องที่ผ่านการทดสอบสภาพแวดล้อม (Environmental) มาตรฐาน MIL-PRF-๒๘๘๐๐F Class ๓ หรือดีกว่า

๒๒) เป็นเครื่องที่สามารถใช้งานได้ (Operating Temperature Range) ที่อุณหภูมิ ๐ °C ถึง ๕๐°C, Humidity ๙๕ % RH at ๓๐ °C หรือดีกว่า

๑.๒.๓ อุปกรณ์ประกอบ

- ๑) จอมอนิเตอร์ชนิดสัมผัส ขนาด ๒๒ นิ้ว มีพอร์ต HDMI input หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด
- ๒) สายนำสัญญาณ Test Port Cable, Flexible, Phase Stable ขนาด DC to ๔๐ GHz, แบบ K (f) to K (m) ความยาว ๖๐cm, ๕๐Ω จำนวน ๔ เส้น
- ๓) สายนำสัญญาณ Test Port Cable, Flexible, Phase Stable ขนาด DC to ๒๐ GHz, แบบ K (f) to ๓.๕mm (m) ความยาว ๖๐cm, ๕๐Ω จำนวน ๔ เส้น
- ๔) สายนำสัญญาณ Test Port Cable ขนาด DC to ๑๘ GHz, แบบ N (m) to N (m) ความยาว ๑๐๐cm, ๕๐Ω จำนวน ๔ เส้น
- ๕) อุปกรณ์ปรับค่า (Calibration Kit) แบบ Precision K (F), Through/Open/Short/Load Mechanical Calibration Tee ขนาดความถี่ตั้งแต่ DC to ๔๓.๕ GHz แบบ ๕๐ Ω หรือดีกว่า โดยเป็นอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ชิ้นเดียว (ไม่แยกชิ้น) จำนวน ๑ ชุด
- ๖) อุปกรณ์ปรับค่า (Calibration Kit) แบบ Precision Type N (f), Through/Open/Short/Load Mechanical Calibration Tee ขนาดความถี่ตั้งแต่ DC to ๑๘ GHz แบบ ๕๐ Ω หรือดีกว่าโดยเป็นอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ชิ้นเดียว(ไม่แยกชิ้น) จำนวน ๑ ชุด
- ๗) อุปกรณ์แปลงชนิดขั้วต่อ (Adapter) แบบ Precision Adapter K (f) to N (f) ขนาดความถี่ ตั้งแต่ DC to ๑๘GHz, แบบ ๕๐Ω จำนวน ๔ ชุด
- ๘) อุปกรณ์แปลงชนิดขั้วต่อ (Adapter) แบบ Precision Adapter K (f) to N (m) ขนาดความถี่ ตั้งแต่ DC to ๑๘GHz, แบบ ๕๐Ω จำนวน ๔ ชุด
- ๙) สาย power cord จำนวน ๑ ชุด

๑.๒.๔ ชุดฝึกปฏิบัติการด้าน RF Circuit Design จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

- ๑) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Elementary Impedance Matching และ Impedance Matching
- ๒) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ One Stages Low Noise Amplifier and Two Stages Low Noise Amplifier
- ๓) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Two Stages Pre-amplifier และ Power Amplifier
- ๔) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Colpitts and Hartley Oscillators และ Common Collector Colpitts Oscillator
- ๕) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Microcontroller for Phase Lock Loop
- ๖) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Diode Mixer และ Transistor Mixer
- ๗) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Low-pass and High-pass Filters
- ๘) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ IF FM Demodulation Circuit

๑.๒.๕ เครื่องกำเนิดคลื่นสัญญาณความถี่วิทยุได้สามย่านความถี่ (Triple-Band RF Signal Generator)

- ๑) สามารถกำเนิดสัญญาณย่านความถี่ ๘๕๐ MHz ถึง ๙๕๐ MHz, ๒๓๐๐ MHz ถึง ๒๕๐๐ MHz และ ๗๐.๗ MHz IF/FM มีค่าความละเอียด (Resolution) อยู่ที่ ๑ MHz โดยมีจอแสดงผลค่าการกำเนิดสัญญาณเป็นตัวเลข แบบ LCD display หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด

๑.๓ คลังสินค้าอัตโนมัติ

จำนวน ๑ ชุด

๑.๓.๑ รายละเอียดทั่วไป

- ๑) เป็นชุดฝึกที่ถูกออกแบบมาเพื่อจำลองการใช้งานแขนกลในอุตสาหกรรม ร่วมกับชุดจำลองทางอุตสาหกรรม
- ๒) สามารถใช้ศึกษาการออกแบบและจำลองการทำงานได้ โดยโปรแกรมที่ใช้ต้องมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- ๓) ต้องมีการอบรมการใช้งานให้กับคณาจารย์ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ๔) ต้องมีการรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี

๑.๓.๒. รายละเอียดทางเทคนิค

๑) ชุดปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรมชนิด ๖ แกน จำนวน ๑ ชุด

- ๑.๑) จำนวนแกนการเคลื่อนที่ ๖ แกนการเคลื่อนที่
- ๑.๒) เป็นหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างแบบเวอร์ติคอลล
- ๑.๓) เป็นหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่มีจำนวนแกนเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า ๖ แกน
- ๑.๔) แขนกลสามารถยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า ๒ กิโลกรัม
- ๑.๕) มีรัศมีการทำงานไม่น้อยกว่า ๔๐๐ มม.
- ๑.๖) มอเตอร์เป็นแบบ AC Servo Motors
- ๑.๗) มีกระบวนการตรวจสอบตำแหน่งเป็นแบบ Absolute Encoder
- ๑.๘) แกนที่ ๑ (J๑) มีรัศมีการทำงาน -๒๒๐ ถึง +๒๒๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๙) แกนที่ ๑ (J๑) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๑๐) แกนที่ ๒ (J๒) มีรัศมีการทำงาน -๑๑๐ ถึง +๑๑๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๑๑) แกนที่ ๒ (J๒) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๑๒) แกนที่ ๓ (J๓) มีรัศมีการทำงาน ๐ ถึง +๑๕๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๑๓) แกนที่ ๓ (J๓) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๑๔) แกนที่ ๔ (J๔) มีรัศมีการทำงาน -๑๘๐ ถึง +๑๘๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๑๕) แกนที่ ๔ (J๔) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๑๖) แกนที่ ๕ (J๕) มีรัศมีการทำงาน -๑๐๐ ถึง +๑๐๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๑๗) แกนที่ ๕ (J๕) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๑๘) แกนที่ ๖ (J๖) มีรัศมีการทำงาน -๓๐๐ ถึง +๓๐๐ องศา หรือดีกว่า
- ๑.๑๙) แกนที่ ๖ (J๖) สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า ๒๐๐ องศาต่อวินาที
- ๑.๒๐) ได้รับมาตรฐานการป้องกัน IP๔๐ หรือดีกว่า
- ๑.๒๑) มีระบบจับชิ้นงานแบบนิวแมติกส์ หรือดีกว่า
- ๑.๒๒) ชุดหุ่นยนต์แขนกลอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมาย
- ๑.๒๓) หน่วยควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ จำนวน ๑ ชุด
 - a. มีช่องรับสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต รวมกันไม่น้อยกว่า ๑๒ ช่อง
 - b. รองรับการควบคุมแกน (Axis) ได้สูงสุด ๖ แกน
 - c. มีกระบวนการสอนตำแหน่งหรือกำหนดตำแหน่งเป็นแบบ Teaching method หรือ MDI method

d. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บค่าตำแหน่งได้ไม่น้อยกว่า ๑๒,๐๐๐ point หรือ สเตปได้ไม่น้อยกว่า ๒๕,๐๐๐ step หรือ โปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ Unit

e. มีช่องติดต่อสื่อสารแบบ Ethernet หรือ USB หรือ RS-๔๒๒ หรือดีกว่า

๑.๒๔) โปรแกรมควบคุมและจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ จำนวน ๑ ชุด

a. เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานและจำลองการทำงานของแขน หุ่นยนต์

b. เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการตรวจสอบการทำงานของแขนหุ่นยนต์

c. สามารถตรวจสอบสถานะการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ได้

d. สามารถตรวจสอบสถานะของเซอร์โวได้

e. มีฟังก์ชันในการจำลองการทำงานของแขนหุ่นยนต์ในแบบออฟไลน์

f. มีการแสดงผลภาพจำลองในรูปแบบสามมิติ

๑.๒๕) เป็นชุดแขนกลที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสาร รับรองมาตรฐานมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๑.๒๖) ผู้นำเสนอต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้าง ภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๒) ชุดจ่ายและเจาะชิ้นงานในระบบอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

๒.๑) มีแม่กลึงขึ้นบรรจุกิ่งงานที่สามารถบรรจุกิ่งงานได้ไม่น้อยกว่า ๖ ชิ้น

๒.๒) มีหีตสวิตซ์ ไม่น้อยกว่า ๖ ตัว

๒.๓) มีวาล์วปรับอัตราการไหลไม่น้อยกว่า ๖ ตัว

๒.๔) มีกระบอกสูบดันชิ้นงานจากแม่กลึง ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๒.๕) มีมอเตอร์กระแสตรงขนาด ๒๔ V เพื่อเจาะชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๒.๖) มีกระบอกสูบแบบแกนคู่เพื่อเลื่อยเจาะชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๒.๗) มีกระบอกสูบดันชิ้นงาน จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๒.๘) มีสวิตซ์กดสั่งงานจำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ตัว

๒.๙) มีวาล์วควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ตัววางอยู่บนฐาน

จ่ายลมเดียวกัน

๒.๑๐) มีวาล์วเปิดปิด จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๒.๑๑) มีแหล่งจ่ายไฟขนาด ๒๔ โวลต์ พร้อมมีระบบป้องกันการลัดวงจร

๒.๑๒) มีจำนวนชิ้นงานทดสอบต่างชนิดจำนวนไม่น้อยกว่า ๖ ชิ้น

๒.๑๓) มีเอกสารประกอบการเรียนรู้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๒.๑๔) ผู้นำเสนอต้องเป็นบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่าย ภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิต พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย อิเล็กทรอนิกส์

๓) ชุดสายพานลำเลียงในระบบอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

๓.๑) มีชุดสายพานลำเลียงที่มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า ๖๐๐ มม. จำนวน ๑ เส้น พร้อมมอเตอร์ขับเคลื่อนแบบดีซี ๒๔ โวลต์

๓.๒) มีอุปกรณ์ตรวจจับแบบ อินดักทีฟ ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๓.๓) มีอุปกรณ์ตรวจจับ แบบคาปาซิทีฟ ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

๓.๔) มีอุปกรณ์ตรวจจับ แบบ ออปติคัล ไม่น้อยกว่า ๑ ตัว

- ๓.๕) มีอุปกรณ์ตรวจจับแบบ หรีดสวิทช์ ไม่น้อยกว่า ๔ ตัว
- ๓.๖) มีสวิทช์กดสั่งงานจำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ตัว
- ๓.๗) มีสวิทช์ฉุกเฉินจำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว
- ๓.๘) มีกระบอกสูบล้างงานสองทาง จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว
- ๓.๙) มีวาล์วควบคุมการทำงานของกระบอกสูบล้าง จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ตัว
- ๓.๑๐) มีแหล่งจ่ายไฟขนาด ๒๔ โวลต์ พร้อมมีระบบป้องกันการลัดวงจร
- ๓.๑๑) มีจำนวนชิ้นงานทดสอบต่างชนิดจำนวนไม่น้อยกว่า ๓ ชิ้น
- ๓.๑๒) มีเอกสารประกอบการเรียนรู้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด
- ๓.๑๓) ผู้นำเสนอต้องเป็นบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศจากบริษัทผู้ผลิต พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๔) ชุดฝึกปฏิบัติการโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด

- ๔.๑) เป็นชุดทดลองสำหรับการเรียนรู้ทางด้านโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
- ๔.๒) จุดเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีขนาดมาตรฐาน ๔ มม.
- ๔.๓) มีจุดเชื่อมต่อคอมมอนของสัญญาณภาคอินพุตและเอาต์พุต สามารถเลือกต่อเป็นไฟบวกหรือลบได้

- ๔.๔) มีจำนวนจุดต่อภาคอินพุตไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด
- ๔.๕) มีจำนวนจุดต่อภาคเอาต์พุตไม่น้อยกว่า ๑๖ จุด
- ๔.๖) มีเอาต์พุตแบบรีเลย์ หรือ ทรานซิสเตอร์
- ๔.๗) มีช่องต่อสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกจำนวน ๒ ช่องสัญญาณ
- ๔.๘) มีช่องต่อสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกจำนวน ๑ ช่องสัญญาณ
- ๔.๙) มีขนาดหน่วยความจำของโปรแกรมไม่น้อยกว่า ๖๔K step
- ๔.๑๐) รับสัญญาณไฟเลี้ยงขนาดตั้งแต่ ๘๕ V ถึง ๒๖๐ V AC หรือดีกว่า
- ๔.๑๑) มีฟังก์ชันไฮสปีดเคาท์เตอร์
- ๔.๑๒) มีช่องสื่อสารข้อมูลแบบ Ethernet หรือ RS๔๘๕
- ๔.๑๓) มีโปรแกรม PLC เพื่อประกอบการใช้งาน ๑ ชุด
- ๔.๑๔) สายโหนดข้อมูล จำนวน ๑ เส้น
- ๔.๑๕) สายเชื่อมต่อวงจร จำนวนไม่น้อยกว่า ๒๐ เส้น/ชุด
- ๔.๑๖) เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

- ๔.๑๗) ผู้นำเสนอต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๕) ชุดปฏิบัติการหน้าจอสัมผัส จำนวน ๑ ชุด

- ๕.๑) เป็นอุปกรณ์แสดงผลชนิด TFT colour LCD
- ๕.๒) ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า ๕.๗ นิ้ว
- ๕.๓) ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๓๒๐ x ๒๔๐ dots
- ๕.๔) หน่วยความจำสำหรับการจัดเก็บภายใน (ROM) ไม่น้อยกว่า ๓๒ MB
- ๕.๕) หน่วยความจำสำหรับการประมวลผล (RAM) ไม่น้อยกว่า ๘๐ MB
- ๕.๖) รองรับการเชื่อมต่อแบบ RS-๒๓๒, RS-๔๒๒/๔๘๕, Ethernet, USB

๕.๗) เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๕.๘) ผู้นำเสนอต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๖) ชุดแขนกลอัตโนมัติพื้นฐาน จำนวน ๑ ชุด

๖.๑) จำนวนแกนการเคลื่อนที่ ๔ แกนการเคลื่อนที่

๖.๒) ยกน้ำหนักได้ไม่เกิน ๕๐๐ กรัม หรือดีกว่า

๖.๓) รองรับการเชื่อมต่อแบบ USB หรือ WIFI หรือ Bluetooth หรือดีกว่า

๖.๔) แกนที่ ๑ (Base) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ -๙๐ องศา ถึง

+๙๐ องศา

๖.๕) แกนที่ ๑ (Base) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อวินาที

๖.๖) แกนที่ ๒ (Rear Arm) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ ๐ องศา ถึง

+๘๕ องศา

๖.๗) แกนที่ ๒ (Rear Arm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อ

วินาที

๖.๘) แกนที่ ๓ (Forearm) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ -๑๐ องศา

ถึง +๙๐ องศา

๖.๙) แกนที่ ๓ (Forearm) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๒๕๐ องศาต่อ

วินาที

๖.๑๐) แกนที่ ๔ (Rotation Servo) สามารถเคลื่อนที่เชิงมุมได้ไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ

+๙๐ องศา ถึง -๙๐ องศา

๖.๑๑) แกนที่ ๔ (Rotation Servo) มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด ไม่น้อยกว่า ๓๐๐

องศาต่อวินาที

๖.๑๒) มีคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงาน

๖.๑๓) มีซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งาน

๖.๑๔) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ๑๐๐V - ๒๔๐V, ๕๐/๖๐ HZ

๖.๑๕) อุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม มีดังต่อไปนี้ ชุดหัวปรีน ๓ มิติขนาดเล็ก, ชุดหัวเลเซอร์,

ชุดปากกา, ชุดหัวดูดสูญญากาศ และ ชุดมือจับ

๖.๑๖) เป็นชุดฝึกที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๖.๑๗) ผู้นำเสนอต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมกับการยื่นเอกสารทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์

๖.๑๘) ชุดโปรแกรมจำลองระบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

(๑) รองรับการเรียนรู้จำลองหุ่นยนต์ได้หลากหลายรูปแบบ

(๒) สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์จำลองเสมือนจริง

(๓) มีไลบรารีหุ่นยนต์และแขนกลอุตสาหกรรมสำหรับจำลองการเรียนรู้เสมือนจริง

(๔) สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และจำลองการทำงานเสมือนจริงได้

(๕) รองรับการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายภาษา

(๖) เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้แบบ Cross-Platform ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows ๖๔ บิต Mac OS และลินุกซ์

(๗) รองรับเขียนโปรแกรมไม่น้อยกว่า ๕ รูปแบบคือ Plugins, Embedded Scripts, Add-ons, BlueZero node , Remote API clients

(๘) รองรับการเขียนโปรแกรมไม่น้อยกว่า ๖ ภาษาคือ C/C++, Python, Java, Matlab, Octave และ Lua

(๙) โปรแกรมรองรับเครื่องมือในการพัฒนาโมเดลหุ่นยนต์แบบไดนามิก/ฟิสิกส์ ได้ไม่น้อยกว่า ๔ ตัว คือ Bullet, ODE, Vortex และ Newton

(๑๐) โปรแกรมรองรับการคำนวณทางด้านแมคคานิกส์แบบ Inverse Kinematics

(๑๑) สามารถตรวจสอบการชนกันของวัตถุในโปรแกรมจำลองได้

(๑๒) สามารถคำนวณระยะทางระหว่างวัตถุในโปรแกรมจำลองได้

(๑๓) มีเซนเซอร์จำลองแบบพรีอ็อกซิเมตตี้สำหรับติดตั้งบนหุ่นยนต์เพื่อตรวจวัดระยะทางได้โดยมีรูปแบบการตรวจจับไม่น้อยกว่าดังนี้ Ray-type, Randomized ray-type, Pyramid-type, Cylinder-type และ Cone-type

(๑๔) มีเซนเซอร์จำลองแบบวิชั่น (Vision sensor) เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุ และสามารถแสดงผลบนหน้าต่างโปรแกรมจำลองได้

(๑๕) สามารถสร้างและรวมชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นหุ่นยนต์ และสามารถเชื่อมต่อส่วนประกอบเหล่านั้นเพื่อให้ทำงานร่วมกันได้บนโปรแกรมจำลองผ่าน Embedded script

(๑๖) สามารถสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับหุ่นยนต์ได้

(๑๗) สามารถบันทึกข้อมูลการทำงานของหุ่นยนต์บนโปรแกรมจำลองในรูปแบบกราฟได้

(๑๘) สามารถ Import ไฟล์รูปภาพ ๓D จากภายนอก เพื่อนำมาใช้ในโปรแกรมจำลองได้

(๑๙) โปรแกรมสามารถจำลองการทำงานเสมือนจริงแบบ RRS (Realistic Robot Simulation)

(๒๐) สามารถแสดงลำดับของชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นหุ่นยนต์ พร้อมทั้งสามารถเลือกดูแต่ละชิ้นส่วนได้ในโปรแกรมจำลอง

(๒๑) สามารถเลือกโมเดลหุ่นยนต์และแขนกลทางอุตสาหกรรมจากไลบรารีในโปรแกรมจำลองเพื่อนำมาเรียนรู้และเขียนโปรแกรมควบคุมได้

(๒๒) มีโมเดลตัวอย่างของแขนกลทั่วไป ไม่น้อยกว่าดังนี้ ABB, KUKA, UR๑๐, UR๕, UR๓ และ Dobot Magicain

๗) อุปกรณ์ประกอบร่วมชุดปฏิบัติการ จำนวน ๑ ชุด

๗.๑) โต๊ะวางชุดปฏิบัติการ จำนวน ๑ ชุด

(๑) โครงสร้างส่วนใหญ่ทำมาจาก Aluminium Profile หรือเทียบเท่า

(๒) โต๊ะวางชุดปฏิบัติการมีจำนวนชั้น ไม่น้อยกว่า ๒ ชั้น สำหรับติดตั้งอุปกรณ์

(๓) มีล้อเลื่อนแบบล็อกได้ จำนวนไม่น้อยกว่า ๔ ล้อ

๗.๒) โต๊ะสำหรับการประมวลผล จำนวน ๑ ชุด

(๑) โครงสร้างทำจากเหล็กกล่องเคลือบสี Epoxy หรือดีกว่า

(๒) พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิล เคลือบผิวเมลามีน หรือดีกว่า

(๓) ติดตั้งเต้ารับ ๒๒๐V จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๔) ขาโต๊ะสามารถปรับได้

(๕) มีสายไฟ สำหรับต่อไปจากภายนอก ยาวไม่น้อยกว่า ๑ เมตร จำนวน ๑ ชุด

๗.๓) เก้าอี้สำหรับการประมวลผล จำนวน ๒ ชุด

(๑) มีพนักพิงหลัง

(๒) สามารถปรับระดับสูงต่ำได้

(๓) มีล้อเลื่อน

๗.๔) ตู้เก็บอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด

(๑) เป็นตู้บานเลื่อน หรือ บานเปิด

(๒) มีชั้นวางของภายใน

(๓) ชั้นวางของสามารถปรับระดับได้

(๔) มีกุญแจสำหรับล็อกตู้เพื่อความปลอดภัย

๗.๕) ชุดเครื่องประมวลผล จำนวน ๑ ชุด

๗.๕.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า ๔ แกนหลัก (๔ core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า ๒.๘ GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง ๑ หน่วย หรือดีกว่า

๗.๕.๒ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า ๘ MB

๗.๕.๓ มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือดีกว่า ดังนี้

๑) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๒) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB หรือ

๓) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า ๒ GB

๗.๕.๔ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔ GB

๗.๕.๕ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB

๗.๕.๖ มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย

๗.๕.๗ มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ ๑๐/๑๐๐/๑๐๐๐ Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ช่อง

๗.๕.๘ มีช่องเชื่อมต่อ (interface) แบบ USB ๒.๐ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า ๓ ช่อง

๗.๕.๙ มีแป้นพิมพ์และเมาส์

๗.๕.๑๐ มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า ๑๙ นิ้ว จำนวน ๑ หน่วย

๗.๖) โปรแกรมออกแบบจำลองการทำงานระบบอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด

- (๑) สามารถสร้างและ Import ไฟล์รูปภาพ ๓D จากภายนอก เพื่อนำมาจำลองการทำงานร่วมกับวงจรที่ออกแบบขึ้นมา ได้
- (๒) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฮดรอลิกส์ได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISO ๑๒๑๙-๑ และ ๑๒๑๙-๒
- (๓) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ได้
- (๔) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีตามมาตรฐาน IEC ได้
- (๕) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซี ได้อย่างน้อย ๒ ยี่ห้อ
- (๖) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลได้ โดยต้องมี Library ของสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการออกแบบไม่น้อยกว่าดังนี้ Logic Gates, Flip Flops, Counters, Shift Registers, Comparators, Switches, LEDs, ๗-bar Display, Decoders, Multiplexers
- (๗) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบ One-line ได้
- (๘) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้า AC และ DC ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ NEMA ได้
- (๙) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าควบคุมได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ JIC
- (๑๐) สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรม SFC หรือ GRAFCET ได้
- (๑๑) สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ HMI ในรูปแบบ ๒D หรือ ๓D ได้
- (๑๒) สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ Control Panels ได้
- (๑๓) สามารถสร้างและแก้ไขสัญลักษณ์ของวาล์วและกระบอกสูบได้
- (๑๔) โปรแกรมมีฟังก์ชันที่ช่วยในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ (Component Sizing) และ Visual Simulation ได้
- (๑๕) โปรแกรมสามารถจำลองการทำงานได้ในรูปแบบ Dynamic, Realistic (Cross-Section) ได้
- (๑๖) โปรแกรมสามารถแสดงการทำงานของวงจรและอุปกรณ์ในรูปแบบภาพตัด
- (๑๗) โปรแกรมสามารถปรับเวลา Time Step ในการจำลองได้ตั้งแต่ ๑๐ มิลลิวินาที จนถึง ๐.๑ มิลลิวินาที
- (๑๘) สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์เพื่อใช้จำลองการทำงานได้
- (๑๙) ภายในโปรแกรมต้องมี Troubleshooting เพื่อใช้ในการกำหนดจุดบกพร่องของตัวอุปกรณ์
- (๒๐) ภายในโปรแกรมต้องมี Diagnostic Tools เพื่อช่วยในการหาจุดผิดพลาดของวงจร
- (๒๑) ภายในโปรแกรมประกอบด้วย Libraries หรือ Modules ต่าง ๆ ดังนี้
Electrotechnical (AC/DC), Hydraulics / Proportional Hydraulics, Pneumatics / Proportional Pneumatics, Electrical Controls, PLC Ladder Logic, Allen Bradley, Siemens & IEC, Sequential Function Chart (SFC/GRAFCET), Digital Electronics, Electrotechnical One-line, Control Panels & ๒D-๓D HMI, Mechanical Links, Fluid Power Component Sizing, Electrical Component Sizing, Bill of Material & Report, OPC Client & OPC Server, Teachware

(๒๒) มี VCD สอนการใช้งานโปรแกรม จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๓) มีเอกสารคู่มือประกอบการเรียนรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

(๒๔) เป็นระบบโปรแกรมที่ต้องใช้งานร่วมกับ Hard lock หรือระบบอื่นที่ปลอดภัยต่อสิทธิในการใช้งานโปรแกรม

(๒๕) เป็นโปรแกรมที่ผลิตจากบริษัท ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารรับรองมาตรฐานมาพร้อมกับการยื่นเสนอราคา

๗.๗ เครื่องอัดอากาศ จำนวน ๑ ชุด

(๑) เป็นเครื่องอัดอากาศชนิดผลิตลมต่อเนื่องแบบไร้น้ำมัน

(๒) มีความดังขณะใช้งานไม่เกินกว่า ๖๐ dB

(๓) ใช้ระบบไฟฟ้า ๒๒๐V ๕๐Hz หรือดีกว่า

(๔) สามารถผลิตลมได้ไม่น้อยกว่า ๑๑๐ ลิตร/นาที

(๕) ถังบรรจุลม ไม่น้อยกว่า ๔๐ ลิตร

๘) รายละเอียดอื่นๆ

๘.๑) ต้องมีเอกสารแคตตาล็อกในวันของเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณาตามความถูกต้องของรายละเอียดของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ

๘.๒) มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลา ๑ ปี

๘.๔) ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้

มีประสิทธิภาพ

๒. ชุดสื่อสารระบบราง จำนวน ๑ ชุด

๒.๑ รายละเอียดคุณสมบัติทั่วไป

๒.๑.๑ เป็นชุดเรียนรู้การตรวจวัดโครงข่ายและเชื่อมต่อไฟเบอร์ออฟติกที่ประกอบด้วยเครื่องมือวัดทดสอบ (Optical Time Domain Reflectometer) แบบ Singlemode และมีเครื่องวัด Optical Loss Tester และ ชุดเครื่องมือตัด-เชื่อมต่อ เส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fusion Splice) พร้อมอุปกรณ์ทำความสะอาด และ ชุดทดลองการสื่อสารทางแสง (Optical Fiber Communication Trainer) อุปกรณ์จำลองจุดเสีย ของสายเส้นใยแก้วนำแสงแบบ Singlemode เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ

๒.๑.๒ เครื่อง Optical Time Domain Reflectometer สามารถตรวจสอบสายไฟเบอร์ทดสอบ สอบหาจุดเสียจุดขาด จุดเชื่อมต่อ จุดต่อ และ ความยาวของสายไฟเบอร์โดยมีฟังก์ชันการทำงานแบบ Fiber Visualizer และมี Optical Power Meter และ Optical Light Source อยู่ภายในเครื่องเดียวกันได้เป็นอย่างดี

๒.๑.๓ มีชุดเครื่องมือตัด-เชื่อมต่อ เส้นใยแก้วนำแสง (Optical Fusion Splice) แบบ Single mode (SM), และ อุปกรณ์จำลองเหตุเสียของเส้นใยแก้วนำแสง พร้อมใบงานการทดลอง

๒.๑.๔ ชุดเรียนรู้การตรวจวัดโครงข่ายและเชื่อมต่อไฟเบอร์ออฟติกจะต้องมีใบงาน การทดลองการวัดทดสอบเส้นใยแก้วนำแสง และ การตัด-เชื่อมต่อ เส้นใยแก้วนำแสงด้วยเครื่องมือวัดทดสอบ Optical Time Domain Reflectometer และ เครื่องตัด-เชื่อมต่อ Optical Fusion Splice โดยมีขั้นตอนการใช้งาน ของเครื่อง ในการทำการทดลอง

๒.๑.๕ เครื่องมือ (Optical Time Domain Reflectometer) และ เครื่องตัด-เชื่อมต่อ (Optical Fusion Splice) จะต้องสามารถใช้งานกับไฟฟ้าระบบ ๒๒๐ V, ๕๐ Hz และใช้งานผ่านแบตเตอรี่ได้

๒.๑.๖ บริษัทฯ ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องมือ (Optical Time Domain Reflectrometer) และ Optical Loss Tester โดยได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้องจากบริษัทฯ ผู้ผลิต โดยตรงเพื่อรองรับการบริการหลังการขายทางด้านการใช้งานและการซ่อมบำรุงที่เป็นมาตรฐานให้แก่มหาวิทยาลัย

๒.๒ คุณสมบัติทางเทคนิค

๒.๒.๑ เครื่องมือวัดการสะท้อนทางแสงตามคาบเวลา Optical Time Domain Reflectometer จำนวน ๑ ชุด

๑) ความยาวคลื่น (Wave Length) แบบ Single mode ที่ย่าน ๑๓๑๐/๑๔๙๐ และ ๑๕๕๐ nm ผิดพลาดไม่เกิน ± ๒๕ nm หรือดีกว่า

๒) ช่วงกำลังการส่ง (Dynamic range) ที่ย่าน ๑๓๑๐ nm เท่ากับ ≤ ๒๒ dB, ที่ย่าน ๑๔๙๐ nm เท่ากับ ≤ ๑๑ dB และ ๑๕๕๐nm เท่ากับ ≤ ๑๑ dB หรือดีกว่า

๓) ความกว้างช่วงคลื่น (Pulse Width) ที่ ๓, ๑๐, ๒๐, ๕๐, ๑๐๐, ๒๐๐, ๕๐๐, ๑๐๐๐, ๒๐๐๐, ๔๐๐๐, ๑๐๐๐๐, ๒๐๐๐๐ ns หรือดีกว่า

๔) ช่วงจำกัดการวัด (Dead Zone)

๔.๑) ช่วงจำกัดความสามารถการวัดแบบเฟรสเนล (Fresnel Deadzone) ไม่เกิน ๑m และ ๘๐cm (typical) หรือสั้นกว่า

๔.๒) ช่วงจำกัดความสามารถการวัดแบบแบ็คสแคตเตอร์ (Backscatter Deadzone) ที่ ๖.๕m (typical) หรือสั้นกว่า

๕) สามารถตั้งค่าดัชนีสะท้อนกลับ (IOR Setting) ได้ที่ ๑.๓๐๐๐๐๐ ถึง ๑.๖๙๙๙๙๙ (๐.๐๐๐๐๐๑ steps) หรือดีกว่า

๖) ความแม่นยำการสะท้อน (Reflectance Accuracy) แบบ Single mode ที่ ± ๒ dB หรือดีกว่า

๗) ความละเอียดการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Resolution) อย่างน้อยที่ ๐.๐๕m ถึง ๖๐m หรือดีกว่า

๘) จำนวนจุดการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Points) มีค่า ๑๕๐,๐๐๑ หรือดีกว่า

๙) ช่วงระยะทางการวัดสูงสุดของสายไฟเบอร์ออปติกแบบซิงคเกิ้ลโหมด (Distance Range) ได้ไม่น้อยกว่า ๓๐๐km หรือดีกว่า

๑๐) รูปแบบการวัดการสะท้อนกลับสัญญาณทางเวลา (OTDR Trace format) เป็นแบบ Telcordia Universal SOR, issue ๒ (SR-๔๗๓๑)

๑๑) โหมดการทดสอบแหล่งจ่ายแสง (Testing mode) แบบ Stabilized Light Source หรือดีกว่า

๑๑.๑) ความแม่นยำของความยาวคลื่น (Wavelength Accuracy) ที่ย่าน ๑๓๑๐nm และ ๑๕๕๐nm มีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± ๓๐ nm หรือดีกว่า

๑๑.๒) กำลังงานขาออก (Output Power) ตั้งแต่ -๕ ถึง ± ๑.๕ dBm หรือดีกว่า

๑๑.๓) ความคงที่ กำลังงานขาออก (Output Stability) เท่ากับ ≤ ๐.๑ dB หรือดีกว่า

๑๑.๔) โหมดการทำงาน (Modes of Operation) สามารถกำเนิดสัญญาณ CW, ๒๗๐ Hz, ๑ kHz และ ๒ kHz หรือดีกว่า

- ๑๒) โหมดทดสอบการวัดกำลังงาน (Testing mode Power Meter)
 - ๑๒.๑) ความยาวคลื่นที่สามารถทดสอบได้ (Wavelength) ที่ย่าน ๑๓๑๐nm และ ๑๕๕๐ nm หรือมากกว่า
 - ๑๒.๒) ช่วงการวัด (Measurement Rang) ตั้งแต่ -๕๐ ถึง -๕dBm หรือดีกว่า
 - ๑๒.๓) กำลังขาเข้าสูงสุด (Maximum Input) ได้ถึง +๑๐dBm หรือดีกว่า
 - ๑๒.๔) ความแม่นยำ (Accuracy) ที่ $\pm ๐.๕\%$ หรือดีกว่า
- ๑๓) มีจอแสดงผล (Display) ขนาดไม่น้อยกว่า ๘ นิ้ว แบบ Touchscreen TFT-Color LCD ความละเอียด (๘๐๐ x ๔๘๐) จุดหรือดีกว่า
- ๑๔) มีช่องการเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB ๑.๑, USB ๒.๐ Type A หรือมากกว่า
- ๑๕) การบันทึกข้อมูล (Data storage)
 - ๑๕.๑) มีขนาดความจำภายใน (Internal memory) ไม่น้อยกว่า ๑ GB (๕๐,๐๐๐ traces) หรือมากกว่า
 - ๑๕.๒) สามารถเพิ่มขนาดความจำภายนอกด้วย (External memory (USB)) ได้ไม่น้อยกว่า ๓๐GB หรือดีกว่า
- ๑๖) สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าแบบ (Power Supply) ขนาด ๑๒Vdc และ ๙๐V-๒๖๔V, ๕๐/๖๐Hz ได้สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิ (Operating temperature) ตั้งแต่ -๑๐° ถึง +๕๐°C ได้ หรือดีกว่า
- ๑๗) มีระบบประหยัดรักษากำลังการใช้งาน (Power Saving Function) สามารถปิดเครื่องอัตโนมัติ (Backlight off and Auto Shutdown disable ๑-๙๙ minutes) หรือดีกว่า
- ๑๘) พลังงานสำรอง (Battery) แบบ Lithium ion, สามารถใช้งานผ่านแบตเตอรี่ได้อย่างน้อย ๑๑ ชั่วโมง หรือมากกว่า
- ๑๙) สามารถวัดค่าหน่วยการวัด (Units) แบบ km, m, kft, ft, และ Miles ได้เป็นอย่างน้อย
- ๒๐) มีหัวเชื่อมต่อ (Connector) แบบ FC/UPC
- ๒๑) เงื่อนไขสภาพแวดล้อม (Environmental Conditions)
 - ๒๑.๑) มาตรฐานการสั่น (Vibration) ตามมาตรฐาน Conforming to MIL-T-๒๘๘๐๐E Class ๓ หรือมากกว่า
 - ๒๑.๒) มาตรฐานป้องกันฝุ่น (Dust proof) ตามมาตรฐาน MIL-T-๒๘๘๐๐E (Dust Exposure) Class ๒ หรือมากกว่า
 - ๒๑.๓) มาตรฐานกันหยดน้ำ (Drip proof) ตามมาตรฐาน IP๕๑ (IEC ๖๐๕๒๙), JIS C ๐๙๒๐ TYPE I Complied หรือมากกว่า
- ๒๒) อุปกรณ์ประกอบประจำเครื่อง
 - ๒๒.๑) อุปกรณ์ AC charger/adapter พร้อมสาย line cord จำนวน ๑ ชุด
 - ๒๒.๒) Battery Pack จำนวน ๑ ชุด
 - ๒๒.๓) กระเป๋าใส่เครื่องแบบ Soft Carry Case และ Protector จำนวน ๑ ชุด
 - ๒๒.๔) คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ quick user's guide and user's manual (CD) ๑ ชุด

๒.๒.๒ Optical Loss Tester จำนวน ๑ ชุด

๑) เป็นเครื่องที่สามารถจ่ายแสง (Light Source) ใช้ทดสอบเส้นใยแก้วนำแสง (Support Optical Fiber) ขนาด ๑๐ μm /๑๒๕ μm SM fiber, PC-polished ได้

- ๑.๑) ชนิดตัวกำเนิดแสง (Emitter Type) เป็นแบบ LD หรือดีกว่า
- ๑.๒) ความยาวคลื่น (Wavelength) ที่ย่าน ๑๓๑๐/๑๕๕๐ nm ± 20 nm หรือมากกว่า
- ๑.๓) มีกำลังงานขาออก (Output Power) เท่ากับ ≥ -7 dBm หรือดีกว่า
- ๑.๔) ความกว้างแหล่งจ่าย (Source Line Width (FWHM)) เท่ากับ ≤ 5 nm หรือดีกว่า
- ๑.๕) การเข้ารหัสขาออก (Modulation Output) แบบ CW, ๒๗๐ Hz, ๑ kHz, ๒ kHz ($\pm 2\%$) หรือดีกว่า
- ๑.๖) ชนิดหัวต่อ (Connector Type) เป็นแบบชนิด FC

๒) สามารถใช้ทดสอบกำลังแสง (Power meter) ของเส้นใยแก้วนำแสง (Support Optical Fiber) แบบ SM (๑๐ μm /๑๒๕ μm) และ MM (๕๐ μm /๑๒๕ μm , ๖๒.๕ μm /๑๒๕ μm) หรือดีกว่า

- ๒.๑) ชนิดการตรวจจับ (Detector Type) แบบ InGaAs
- ๒.๒) ความยาวคลื่นปรับเทียบ (Calibrated Wavelength) ที่ย่าน ๘๕๐, ๑๓๐๐, ๑๓๑๐, ๑๔๙๐ และ ๑๕๕๐nm หรือมากกว่า
- ๒.๓) ช่วงการวัด (Measurement Range) ตั้งแต่ -60 ถึง $+5$ dBm หรือดีกว่า
- ๒.๔) ความแม่นยำในการวัด (Accuracy) เท่ากับ ± 0.2 dB @ -10 dBm หรือดีกว่า
- ๒.๕) ความเป็นเชิงเส้น (Linearity) เท่ากับ ± 0.2 dB หรือดีกว่า
- ๒.๖) มีความละเอียดการแสดงผล (Display Resolution) ไม่น้อยกว่า ๐.๐๑ dB หรือดีกว่า
- ๒.๗) มีชนิดหัวการเชื่อมต่อ (Connector Type) เป็นแบบ FC
- ๒.๘) สามารถใช้ทดสอบสายไฟเบอร์หลังจากเปิดเครื่อง (Warm-up Time) ไม่เกิน ๖๐ วินาที หรือดีกว่า
- ๒.๙) สามารถใช้งานผ่านแบตเตอรี่ (Battery Operating) ได้ไม่น้อยกว่า ๓๕ hours หรือดีกว่า
- ๒.๑๐) สามารถใช้งานที่ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ตั้งแต่ ๐ ถึง ๙๕% (no condensation) หรือดีกว่า
- ๒.๑๑) สามารถใช้งานช่วงอุณหภูมิ (Operating Temperature Range) ตั้งแต่ -10° ถึง $+50^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- ๒.๑๒) ช่วงอุณหภูมิสามารถบันทึก (Storage Temperature Range) ตั้งแต่ -25 ถึง $+60^{\circ}\text{C}$ หรือดีกว่า
- ๒.๑๓) มีตัวแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC adapter) ขนาด ๑๐๐ ถึง ๒๔๐ V ที่ ๕๐ ถึง ๖๐ Hz และมีแรงดัน ขาออกที่ ๗.๕ V หรือดีกว่า
- ๒.๑๔) ความปลอดภัยเลเซอร์ (Laser Safety) ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๒๕-๑:๒๐๐๗ Class ๑ และ ๒๑CFR ๑๐๔๐.๑๐
- ๒.๑๕) มาตรฐานการแผ่ของสนามแม่เหล็ก (EMC) ตามมาตรฐาน EN๖๑๓๒๖-๑, EN๖๑๐๐๐-๓-๒ หรือดีกว่า

๒.๒.๓ Optical Fusion Splice

จำนวน ๕ ชุด

- ๑) เป็นชุดเครื่องมือตัดและเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Single mode และ Multimode หรือมากกว่า
- ๒) สามารถเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ Bare fiber, Tail fiber และ สายที่ใช้ภายในอาคาร (Indoor cable) หรือดีกว่า
- ๓) เป็นเครื่องมือที่มีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้น้ำหนักไม่เกิน ๒.๒ กิโลกรัมและ ใช้งานผ่านแบตเตอรี่ภายในได้
- ๔) เป็นเครื่องมือที่สามารถปรับตำแหน่งการวางแนวสายในการเชื่อมต่อ (cladding alignment) และ ปรับตำแหน่งแกนของการเชื่อมต่อ (core alignment) ได้ หรือดีกว่า
- ๕) สามารถเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงแบบ SM, MM, DS, EDF และ NZDS หรือมากกว่า
- ๖) เป็นเครื่องมือที่มีการสูญเสียในการเชื่อมต่อ (Average Splicer Loss) ของสายใยแก้วนำแสงแบบ SMF อยู่ที่ ๐.๐๒dB และ MMF อยู่ที่ ๐.๐๑dB และ NZDS อยู่ที่ ๐.๐๔dB และ BIF/UBIF อยู่ที่ ๐.๐๒dB หรือดีกว่า
- ๗) เป็นเครื่องมือที่มีการสูญเสียกลับในการเชื่อมต่อ (Return Loss) อยู่ที่ ๖๐ dB หรือดีกว่า
- ๘) เป็นเครื่องมือที่ใช้งานกับสายใยแก้วนำแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (Fiber Diameter) ตั้งแต่ ๘๐ μm ถึง ๑๕๐ μm (Cladding) และ ๑๐๐ μm - ๑๐๐๐ μm (Coating) หรือดีกว่า
- ๙) เป็นเครื่องมือที่ใช้เวลาในการเชื่อมต่อ (Typical Splicing Time) สายใยแก้วนำแสงไม่เกิน ๑๐ sec หรือดีกว่า
- ๑๐) สามารถขยายเพิ่มขนาด (Magnification) ทางด้านแกน X หรือ Y ได้ ๓๖๐x หรือดีกว่า
- ๑๑) เป็นเครื่องมือที่มีฟังก์ชันการอบความร้อน (Heater Function) ที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ (adjustable) ตั้งแต่ ๐ C° - ๓๐๐ C° หรือดีกว่า
- ๑๒) เป็นเครื่องมือที่สามารถทำการต่อเชื่อมสายไฟเบอร์ (Splicer result) ได้ไม่น้อยกว่า ๘,๐๐๐ ครั้งหรือดีกว่า
- ๑๓) เป็นเครื่องมือที่มีอายุการใช้งานของขั้วไฟฟ้า (Electrode life) ได้อย่างน้อย ๒,๕๐๐ ครั้ง
- ๑๔) เป็นเครื่องมือที่สามารถเชื่อมต่อ และ อบความร้อน (splicing & heating) ผ่านแบตเตอรี่ (Battery Capacity ๗๘๐๐mAh) ได้อย่างน้อย ๓๐๐ ครั้ง หรือดีกว่า
- ๑๕) มีจอแสดงผลภาพของสาย Fiber ขณะที่กำลังต่อเชื่อม Fusion ด้วยจอ Monitor ขนาดไม่ต่ำกว่า ๔.๓ นิ้วแบบ LCD display หรือดีกว่า
- ๑๖) สามารถใช้กับไฟฟ้า ๒๒๐V, ๕๐Hz และ ใช้งานผ่านแบตเตอรี่ภายในเครื่องได้
- ๑๗) เป็นเครื่องมือที่มีช่องต่อไฟฟ้ากระแสตรง (DC output) ขนาด ๑๓.๕V หรือดีกว่า
- ๑๘) เป็นเครื่องมือที่มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก (External Interface) เป็นแบบ (mini USB) หรือดีกว่า
- ๑๙) เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานที่อุณหภูมิ -๒๐° to +๕๕° และความชื้น (Humidity) ที่ ๙๕% RH หรือดีกว่า
- ๒๐) เป็นเครื่องมือที่มีค่าการทดสอบเกี่ยวกับความตึงเครียด (Tensile test) ที่ ๒N หรือดีกว่า

๒.๒.๔ อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

- ๑) สายไฟ AC Power Cord จำนวน ๑ เส้น
- ๒) อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า AC Adapter จำนวน ๑ ชุด
- ๓) อุปกรณ์ Spare Electrode จำนวน ๑ ชุด
- ๔) อุปกรณ์ Battery standard จำนวน ๑ ชุด
- ๕) อุปกรณ์เตรียมสายไฟเบอร์ (Professional Terminate set) จำนวน ๑ ชุด
- ๖) อุปกรณ์ตัดสายไฟเบอร์ (Clever) จำนวน ๑ ชุด

๒.๔ ชุดฝึกปฏิบัติการด้าน Optical Fiber Communication Trainer จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๔.๑ รายละเอียดทั่วไป

- ๑) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้หลักการพื้นฐานของ Optical Fiber Communication
- ๒) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การรับ การส่งของ Optical Fiber Communication
- ๓) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การรับ-ส่ง ที่ย่าน ๖๖๐nm และ ๘๒๐nm

๒.๔.๒ คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

- ๑) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Transmitter Module
 - ๑.๑) ความยาวคลื่นการส่ง (Transmitted light wavelength) ที่ย่าน ๖๖๐ nm และ ๘๒๐ nm หรือดีกว่า
 - ๑.๒) ความกว้างของความถี่การส่ง (Transmitted bandwidth) ที่ความถี่ ๑ MHz หรือดีกว่า
 - ๑.๓) ชนิดหัวเชื่อมต่อ (Connector) แบบ ST และ DIN connectors
 - ๑.๔) อัตราข้อมูล (Data rate) ที่ ๑ Mbps หรือดีกว่า
- ๒) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Receiver Module
 - ๒.๑) ความยาวคลื่นการรับ (Received light wavelength) ที่ย่าน ๖๖๐ nm และ ๘๒๐ nm หรือดีกว่า
 - ๒.๒) อัตราข้อมูล (Data rate) ที่ ๑ Mbps หรือดีกว่า
 - ๒.๓) ความกว้างของความถี่การรับ (Receiver bandwidth) ที่ความถี่ ๑ MHz หรือดีกว่า
 - ๒.๔) ชนิดหัวเชื่อมต่อ (Connector) แบบ ST และ DIN connectors
- ๓) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Optical Fiber Data Communications
 - ๓.๑) อัตราความเร็วการส่งข้อมูล (Transmission Baud rate) ที่ ๙๖๐๐ bps หรือดีกว่า
 - ๓.๒) การเชื่อมต่อการส่ง (Transmission interface) แบบ RS-๒๓๒
 - ๓.๓) ชนิดการแสดงผล (Type of display) เป็นแบบ LCD๑๖X๒ characters
 - ๓.๔) การเชื่อมต่อขอเข้า (Input interface) ขนาด ๔X๔ keypad หรือดีกว่า

๔) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Analog/Digital Modulations and

Demodulation

๔.๑) AM Modulation and Demodulation

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห้ (Carrier Signal) ที่ความถี่ ๕๔๐ kHz ถึง ๑๖๐๐ kHz หรือดีกว่า

b. ความถี่สัญญาณเสียง (Audio Frequency Signal) ที่ความถี่ ๑ kHz ถึง ๒ kHz หรือดีกว่า

๔.๒) การเข้ารหัสแบบความถี่ (FM Modulation)

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห้ (Carrier Signal) ที่ความถี่ ๒๐ kHz หรือดีกว่า

b. ความถี่สัญญาณเสียง (Audio Frequency Signal) ที่ความถี่ ๑ kHz ถึง ๕ kHz หรือดีกว่า

๔.๓) การถอดรหัสแบบความถี่ (FM Demodulation)

a. ความถี่ธรรมชาติ (Nature Frequency) ที่ความถี่ ๒๐ kHz หรือดีกว่า

b. ความถี่สัญญาณเสียง (Audio Frequency Signal) ที่ความถี่ ๑ kHz ถึง ๓ kHz หรือดีกว่า

๔.๔) การมอดดูเล็ตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK Modulation)

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห้ (Carrier Signal) ที่ความถี่ ๒๐ kHz ถึง ๑๐๐ kHz หรือดีกว่า

b. อัตราสัญญาณข้อมูล (Data Signal) ที่ ๑๐๐ bps ถึง ๑ kbps หรือดีกว่า

๔.๕) การดีมอดดูเล็ตเชิงเลขทางแอมพลิจูด (ASK Demodulation)

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห้ (Carrier Signal) ที่ความถี่ ๒๐ kHz ถึง ๑๐๐ kHz หรือดีกว่า

b. อัตราสัญญาณข้อมูล (Data Signal) ที่ ๑๐๐ bps ถึง ๑ kbps หรือดีกว่า

๔.๖) การมอดดูเล็ตเชิงเลขทางความถี่ (FSK Modulation)

a. ช่องว่างสัญญาณ (Space Signal) ที่ความถี่ ๑๓๗๐ Hz หรือดีกว่า

b. ตำแหน่งสัญญาณ (Mark Signal) ที่ความถี่ ๘๗๐ Hz หรือดีกว่า

c. อัตราสัญญาณข้อมูล (Data Signal) ที่ความถี่ ๑๐๐bps ถึง ๕๐๐ bps หรือดีกว่า

๔.๗) การดีมอดดูเล็ตเชิงเลขทางความถี่ (FSK Demodulation)

a. ช่องว่างสัญญาณ (Space Signal) ที่ความถี่ ๑๓๗๐ Hz หรือดีกว่า

b. ตำแหน่งสัญญาณ (Mark Signal) ที่ความถี่ ๘๗๐ Hz หรือดีกว่า

c. อัตราสัญญาณข้อมูล (Data Signal) ที่ ๑๐๐bps ~ ๕๐๐ bps หรือดีกว่า

๕) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้ Digital Signal Processing Module

๕.๑) การเข้ารหัสและถอดรหัส Encoder and Decoder (CVSD)

a. ความถี่การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Frequency) ที่ความถี่ ๑๖ kHz ถึง ๕๐ kHz หรือดีกว่า

b. ความถี่สัญญาณเสียง (Audio Frequency Signal) ที่ความถี่ ๑๐๐ Hz ถึง ๒ kHz หรือดีกว่า

๕.๒) Encoder and Decoder (Manchester)

a. ระดับสัญญาณที่ที่แอลขาเข้า (Input TTL level signal)

b. ความถี่สัญญาณนาฬิกา (CLK) ที่ความถี่ ๕๐๐ Hz ถึง ๑ kHz หรือ

ดีกว่า

c. อัตราข้อมูล (Data Rate) ที่ ๒๕๐ bps ถึง ๕๐๐ bps หรือดีกว่า

๖) Board ทดลองเพื่อการเรียนรู้สัญญาณโทรทัศน์ (TV Signal)

๖.๑) Board ทดลองเพื่อการกำเนิดสัญญาณโทรทัศน์ (TV Signal

Generator)

a. ความถี่ขาออก (Output frequency) ที่ความถี่ ๑๕.๖ kHz. หรือดีกว่า

b. การสันสัญญาณจากแร่ควอทซ์ (Quartz crystal oscillator)

ที่ความถี่ ๔ MHz หรือดีกว่า

c. สามารถเลือกสัญญาณโทรทัศน์ (TV signal) ได้ แปดรูปแบบ (๘

selected Types) หรือดีกว่า

๖.๒) Board ทดลองเพื่อการ การมอดดูเล็ตสัญญาณทีวี (TV Signal

Modulator)

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห์ (FM carrier signal) ที่ความถี่ ๕.๕ MHz

หรือดีกว่า

b. สัญญาณเสียง (Audio signal) แบบ FM demodulating signal

c. การสร้างสัญญาณเสียง (Audio Signal generator) ที่ความถี่

๑๐๐Hz ถึง ๑ kHz, Output amplitude ที่ ๖๐๐ mV ถึง ๑.๒V หรือดีกว่า

d. สัญญาณโทรทัศน์ (TV signal) แบบ FM signal plus, TV system

Horizontal signal หรือดีกว่า

๖.๓) Board ทดลองเพื่อการ การดีมอดดูเล็ตสัญญาณทีวี (TV Signal

Demodulator)

a. ความถี่สัญญาณคลื่นพาห์ (FM carrier signal) ที่ความถี่ ๕.๕ MHz

หรือดีกว่า

b. สัญญาณเสียง (Audio signal) แบบ FM demodulating signal

๒.๕ ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ด้านสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber System Trainer)

จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย

๒.๕.๑. รายละเอียดทั่วไป

๑) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้หลักการพื้นฐานของ Optical Fiber

๒) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้วงจรการรับ การส่งสัญญาณของ Optical Fiber

๓) เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การรับ การส่งสัญญาณวีดีโอด้วย Optical Fiber

๒.๕.๒. คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

๑) Board ทดลองเรียนรู้ด้านส่งสัญญาณในสายใยแก้วนำแสงความยาวคลื่น ๑๓๑๐ nm (Optical Fiber Transmitter) และด้านรับสัญญาณในสายใยแก้วนำแสงความยาวคลื่น ๑๕๕๐ nm Optical Fiber Receiver

๑.๑) อัตราการส่งข้อมูล (Transmitted Data rate) ที่ ๑๐๐ ถึง ๕๐๐ kbps หรือดีกว่า

ดีกว่า

๑.๒) อัตราการรับข้อมูล (Receiver Data rate) ที่ ๑๑๕.๒ kbps หรือ

Waveform

๑.๓) รูปแบบสัญญาณขาเข้า (Input Signal Format) แบบ TTL

๑.๔) ชนิดหัวเชื่อมต่อ (Connector type) แบบ SC

๒) Board ทดลองเรียนรู้ด้านส่งสัญญาณในสายใยแก้วนำแสงความยาวคลื่น ๑๕๕๐ nm (Optical Fiber Transmitter) และด้านรับสัญญาณในสายใยแก้วนำแสงความยาวคลื่น ๑๓๑๐ nm Optical Fiber Receiver

หรือดีกว่า

๒.๑) อัตราการส่งข้อมูล (Transmitted Data rate) ที่ ๑๑๕.๒ kbps

kbps หรือดีกว่า

๒.๒) อัตราการรับข้อมูล (Receiver Data rate) ที่ ๑๐๐ ถึง ๕๐๐

Waveform

๒.๓) รูปแบบสัญญาณขาเข้า (Input Signal Format) แบบ TTL

๒.๔) ชนิดหัวเชื่อมต่อ (Connector type) แบบ SC

๓) Board ทดลอง Optical Fiber Audio Transceiver

๓.๑) Built-in Audio Generator

๓.๒) Built-in Microphone Audio Input

๓.๓) Built-in ๘Ω Loud Speaker

๓.๔) รูปแบบสัญญาณขาเข้า (Input Signal Format) เป็นแบบ

Sinusoidal Waveform

๓.๕) อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling rate) ที่ ๔๐ kbps หรือดีกว่า

๔) Board ทดลอง Optical Fibers Data Communication

๔.๑) Remote Control by Using ๔-key Simulator.

๔.๒) ๘ LEDs Receiving Data Instructor.

๔.๓) ๔ LEDs Display for remote control status.

๔.๔) ๒๕๖ Types data set-up

๕) Board ทดลอง Optical Fibers Video Transceiver

๕.๑) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) Microsoft Windows

๕.๒) การส่งวิดีโอ (Video Transmission) แบบ ดิจิตอล

๕.๓) อัตราข้อมูล (Data rate) ที่ ๑๐๐ Mbps หรือดีกว่า

๕.๖) ส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ ๑๓๑๐ nm และ ๑๕๕๐ nm

๖) อุปกรณ์ประกอบประจำเครื่อง

๖.๑) คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ Operation Manual จำนวน ๑ ชุด

๖.๒) อุปกรณ์ที่จำเป็นตามมาตรฐานผู้ผลิตสำหรับการทดลอง จำนวน ๑ ชุด

๒.๖ เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่

จำนวน ๒ ชุด

๒.๖.๑ รายละเอียดทั่วไป

- ๑) เป็นบอร์ดกำเนิดสัญญาณได้ตั้งแต่ ๑๐๐ Hz ถึง ๑ MHz หรือดีกว่า
- ๒) สามารถกำเนิดรูปคลื่น SINE, SQUARE, TRIANGLE, TTL Pulse
- ๓) สามารถจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด $\pm 5V$, $\pm 12V$ ภายในบอร์ดเดียวกัน ได้เป็นอย่างดีน้อย
- ๔) มีจอแสดงผลเป็นตัวเลขได้ไม่น้อยกว่า ๖ หลัก

๒.๖.๒ คุณลักษณะทางเทคนิค

Function Generator

๑) สามารถสร้างรูปแบบสัญญาณ (Waveform) แบบ Sine, Square, Triangle และ TTL Pulse หรือมากกว่า

๒) ระดับสัญญาณ (Amplitude) มากกว่า ๑๐ Vpp หรือดีกว่า

๓) มีความละเอียด (Resolution) ที่ ๐.๑ Hz, ๑Hz, ๑๐ Hz, ๑๐๐ Hz, ๑ kHz หรือดีกว่า

๔) ช่วงความถี่ (Frequency Range) ตั้งแต่ ๑๐Hz ถึง ๑๐๐ kHz (๔ Ranges) และ ๑๐๐Hz ถึง ๑ MHz (๔ Ranges) หรือดีกว่า

๕) กำเนิดฐานเวลา (Time Base) ที่ค่า Oscillation Frequency ที่ ๖๐ Hz หรือดีกว่า

DC Power Supply

๖) แรงดันคงที่ขาออก (Constant Voltage Output) ที่ $\pm 5V$, $\pm 12V$ หรือดีกว่า

๗) สามารถปรับแรงดันขาออกได้ (Variable Voltage Output) ตั้งแต่ ๐V ถึง $\pm 15V$

หรือดีกว่า General Information

๘) กำลังงานที่ใช้ (Power Requirement) ผ่าน AC/AC Adaptor ๑๒๐V/๑๕V, ๑.๕A

อุปกรณ์ประกอบต่อเครื่อง

๙) สายไฟ AC POWER CORD จำนวน ๑ เส้น

๑๐) สายวัดสัญญาณเพื่อทำการทดลอง จำนวน ๑ ชุด

๓. อุปกรณ์ประกอบ

๓.๑ อุปกรณ์เข้าหัวคอนเน็คเตอร์ Fiber Optical Fiber Professional set จำนวน ๕ ชุด

๓.๒ อุปกรณ์ทำความสะอาด Optical Cleaning Tool Kit จำนวน ๕ ชุด

๓.๓ สายใยแก้วนำแสง Single mode แบบ Bare fiber ความยาวไม่น้อยกว่า ๒๐๐๐ เมตร จำนวน ๕ ม้วน

๓.๔ สายใยแก้วนำแสง Single mode แบบ Simplex ความยาวไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ เมตร จำนวน ๕ ม้วน

๓.๕ อุปกรณ์เชื่อมต่อ Mechanical Splice Protection Housing จำนวน ๑๐ ชุด

๓.๖ อุปกรณ์เชื่อมต่อ FC Adaptor จำนวน ๕๐ ชุด

๓.๗ อุปกรณ์เชื่อมต่อ FC connector จำนวน ๕๐ ชุด

๓.๘ อุปกรณ์เชื่อมต่อ FC Snap Plate จำนวน ๒๐ ชุด

๓.๙ อุปกรณ์เชื่อมต่อ FC Fast connector จำนวน ๒๐ ชุด

๓.๑๐ อุปกรณ์ Protection Sleeve ๖๐mm Single Fiber จำนวน ๑๐๐๐๐ อัน

๓.๑๑ สายใยแก้วนำแสง Indoor Patch Cord แบบ FC/UPC - FC/UPC, Single Mode ๙/๑๒๕ Simplex

G.๖๕๗A๒, LSHZ ๒.๐๐mm., Connector with ceramic ความยาวไม่น้อยกว่า ๓m จำนวน ๑๐๐ เส้น

๓.๑๒ สายใยแก้วนำแสง Indoor Patch Cord แบบ FC/UPC - FC/UPC, Single Mode ๙/๑๒๕ Simplex G.๖๕๗A๒, LSHZ ๒.๐๐mm., Connector with ceramic ความยาวไม่น้อยกว่า ๕m จำนวน ๑๐๐ เส้น

๓.๑๓) สายใยแก้วนำแสง Indoor Patch Cord แบบ FC/UPC - FC/UPC, Single Mode ๙/๑๒๕ Simplex G.๖๕๗A๒, LSHZ ๒.๐๐mm., Connector with ceramic ความยาวไม่น้อยกว่า ๑๐m จำนวน ๑๐๐ เส้น

๓. รายละเอียดอื่น ๆ

- ๑) ผู้เสนอราคาจะต้องจัดอบรมการใช้งาน ให้กับเจ้าหน้าที่จนกระทั่งใช้งานได้ จำนวน ๑๐ ท่าน
- ๒) ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๓) ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทฯ ผู้ผลิตโดยมีเอกสารมายืนยันอย่างถูกต้อง เพื่อรองรับการบริการหลังการขายทางด้านการใช้งานและซ่อมบำรุง ที่เป็นมาตรฐานจากบริษัทฯ ผู้ผลิต ยกเว้นรายการครุภัณฑ์

๑.๓ คลังสินค้าอัตโนมัติ

๗) อุปกรณ์ประกอบรวมชุดปฏิบัติการ

๗.๑) โต๊ะวางชุดปฏิบัติการ	จำนวน ๑ ชุด
๗.๒) โต๊ะสำหรับการประมวลผล	จำนวน ๑ ชุด
๗.๓) เก้าอี้สำหรับการประมวลผล	จำนวน ๒ ชุด
๗.๔) ตู้เก็บอุปกรณ์	จำนวน ๑ ชุด
๗.๕) ชุดเครื่องประมวลผล	จำนวน ๑ ชุด

๔. กำหนดส่งมอบ

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

๕. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา โดยพิจารณาจากราคารวม

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

๑. นายเอกชัย	พือสันเพียะ	ประธานกรรมการ
๒. ผศ. ยุกติทัศน์	ชวานนท์พิทักษ์	กรรมการ
๓. นายกิตติศักดิ์	ทองคำ	กรรมการและเลขานุการ

ลงชื่อ (ผู้อนุมัติ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี