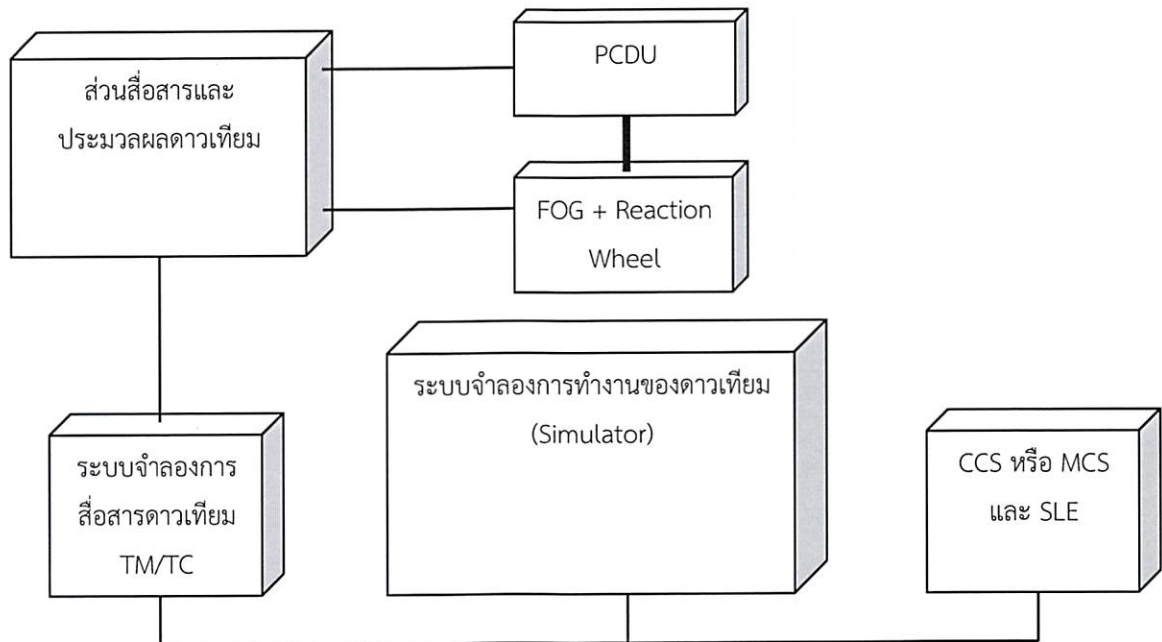


ยังไม่เพียงพอสำหรับการทดสอบ Flight Software ให้สมบูรณ์ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องทดสอบ Flight Software กับ อุปกรณ์จริงที่จะใช้บนดาวเทียม หรือที่เรียกว่า Hardware-In-The-Loop โดยมีลักษณะของระบบเป็นไปดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบสำหรับทดสอบ Flight Software ที่รองรับ AOCS แบบ Hardware-In-The-Loop

ดังนั้นเพื่อให้ระบบ Simulator มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นจึงจัดซื้อครุภัณฑ์เครื่องมือทดสอบ AOCS สำหรับเชื่อมต่อ Simulator และวัสดุสายสัญญาณพร้อมเชื่อมต่อ สำหรับห้องปฏิบัติการและระบบ Simulator ให้สามารถพัฒนา Flight Software ในการทดสอบการทำงานของระบบ AOCS แบบ Hardware-In-The-Loop เป็นไปตามรูปที่ 1 โดยเครื่องมือทั้งหมดประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักทำงานด้วยกัน คือ

- 1) ส่วนจำลองการสื่อสารจากภาคพื้นดิน (Satellite-Ground Communication Interface Subsystem) ด้วยมาตรฐาน SLE (Space Link Extension Services)
- 2) ส่วนสื่อสารและประมวลผลบนดาวเทียม (Communication and Data Processing Subsystem)
- 3) ส่วนควบคุมการควบคุมการหมุนตัว (Attitude Control Subsystem)

อย่างไรก็ตามการจัดซื้อครุภัณฑ์ฯ ข้างต้นต้องการความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอวกาศในระดับสูง โดยเฉพาะส่วนของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับดาวเทียม ซึ่งนับได้ว่ามีความยุ่งยากและซับซ้อน เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ บางส่วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศ บางส่วนมีการถูกควบคุมการส่งออก อีกทั้งผู้ประกอบการไทยที่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับระบบเหล่านี้มีน้อยราย จึงจำเป็นต้องกำหนดคุณสมบัติ คุณลักษณะ ระยะเวลาในการดำเนินการให้สอดคล้อง สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

ครุฑ
อินชก
IN
ค.
มิตรผล

2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์เครื่องมือทดสอบ Attitude Orbit Control System สำหรับเชื่อมต่อ Simulator และวัสดุอุปกรณ์พร้อมเชื่อมต่อ สำหรับห้องปฏิบัติการและระบบ Simulator ให้สามารถพัฒนา Flight Software ในการทดสอบการทำงานของระบบ AOCS แบบ Hardware-In-The-Loop ได้ซึ่งครุภัณฑ์ดังกล่าวไม่พบว่ามีผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องจัดซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศ

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- ✓ 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่จัดซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงาน และได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- ✓ 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น ที่เข้าเสนอราคาให้แก่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาครั้งนี้
- ✓ 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาผู้ขายได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- ✓ 3.5 ผู้เสนอราคาต้องผ่านการคัดเลือกผู้มีคุณสมบัติเบื้องต้นในการจัดซื้อของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
- 3.6 ผู้เสนอราคาต้องมีผลงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือหรือระบบที่ใช้ในเทคโนโลยีอวกาศ หรือมีบุคลากรผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอวกาศ ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยให้ยื่นผลงานที่เกี่ยวข้อง หรือรายชื่อบุคลากรและประสบการณ์การทำงานพร้อมทั้งให้ผู้มีอำนาจลงนามรับรองและประทับตรา (ถ้ามี) (โดยสแกนแนบไฟล์มาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-GP) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาโดยหลักฐานดังกล่าวนี้ สำนักงานฯ จะเก็บไว้เป็นเอกสารราชการ)

4. คุณสมบัติเฉพาะ

ผู้ขายต้องส่งมอบเครื่องมือทดสอบ Attitude Orbit Control System สำหรับเชื่อมต่อ Simulator ซึ่งมีรายละเอียดคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าที่กำหนดในเอกสาร “ภาคผนวก” ซึ่งมีรายการและจำนวนดังต่อไปนี้

ชื่อย่อ	รายการ	จำนวน	หน่วย
1	ส่วนจำลองการสื่อสารจากภาคพื้นดินด้วยมาตรฐาน Space Link Extension (SLE)		
1.1	ระบบจำลองการสื่อสารดาวเทียม TM/TC Frontend	1	ชุด
1.2	ระบบจำลองสถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้น	1	ชุด
1.3	ระบบแปลงการสื่อสารสำหรับมาตรฐาน SLE	1	ชุด
1.4	ระบบจอโทรทัศน์สำหรับแสดงผล	2	ชุด
1.5	ระบบนาฬิกาดิจิตอล	2	ชุด
1.6	ระบบหน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมสำรอง	1	ชุด
2	ส่วนสื่อสารและประมวลผลบนดาวเทียม		
2.1	ระบบถอดรหัสการสื่อสารตามมาตรฐาน CCSDS	1	ชุด

๔
รังษณก
วิธ
น.
พิชิต
W

ชื่อย่อ	รายการ	จำนวน	หน่วย
2.2	ระบบประมวลผลสำหรับดาวเทียม	1	ชุด
2.3	ระบบเชื่อมต่อสัญญาณแบบ SpaceWire และแปลงสัญญาณ Ethernet สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณระบบ Simulator	1	ชุด
2.4	ระบบสายสัญญาณ SpaceWire	3	ชุด
2.5	ระบบสำหรับพัฒนา Source Code	2	ชุด
2.6	ระบบจอโทรทัศน์สำหรับแสดงผล	2	ชุด
3	ส่วนควบคุมการควบคุมการหมุนตัว		
3.1	ระบบแปลงสัญญาณ Input / Output	1	ชุด
3.2	ระบบ Reaction Wheel	1	ชุด
3.3	ระบบ Fiber Optic Gyroscope	1	ชุด
3.4	ระบบควบคุมและจ่ายพลังงานบนดาวเทียม	1	ชุด

5. คุณสมบัติทั่วไป

5.1 ผู้เสนอราคาต้องยื่นแผนการดำเนินการ (Implementation Plan) ให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่ส่งมอบงานตามขอบเขตของงานฯ พร้อมทั้งให้ผู้มีอำนาจลงนามรับรองและประทับตรา (ถ้ามี) (โดยสแกนแนบไฟล์มาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-GP) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาโดยหลักฐานดังกล่าวนี้ สำนักงานฯ จะเก็บไว้เป็นเอกสารราชการ)

5.2 ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารแสดงการเปรียบเทียบข้อเสนของผู้เสนอราคากับเอกสารขอบเขตของงานฯ ข้อ 3 ถึงข้อ 15 ในรูปแบบตารางเปรียบเทียบ (Compliance Table) พร้อมทั้งให้ผู้มีอำนาจลงนามรับรองและประทับตรา (ถ้ามี) (โดยสแกนแนบไฟล์มาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-GP) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาโดยหลักฐานดังกล่าวนี้ สำนักงานฯ จะเก็บไว้เป็นเอกสารราชการ)

5.3 ผู้เสนอราคาต้องยื่นแคตตาล็อก (Catalog) หรือ โบรชัวร์ (Brochure) หรือเอกสารแสดงรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ ซึ่งมีรายละเอียดครบถ้วนทุกรายการและทุกคุณสมบัติตามเอกสารขอบเขตของงานฯ ข้อ 4 ทุกรายการ หรือให้กำหนดเลขหน้าแล้วทำเครื่องหมายบ่งชี้ให้ตรงตามที่อ้างอิงในเอกสารขอบเขตของงานฯ พร้อมทั้งให้ผู้มีอำนาจลงนามรับรองและประทับตรา (ถ้ามี) (โดยสแกนแนบไฟล์มาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-GP) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาโดยหลักฐานดังกล่าวนี้ สำนักงานฯ จะเก็บไว้เป็นเอกสารราชการ)

5.4 ผู้เสนอราคาต้องลงลายมือชื่อและประทับตรา (ถ้ามี) ไว้ในเอกสารขอบเขตของงานฯ เอกสารราคากลางฯ เอกสารอื่น ๆ ที่มีการอ้างอิงตามเอกสารขอบเขตของงานฯ และเอกสารที่ยื่นเสนอทั้งหมด (โดยสแกนแนบไฟล์มาในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-GP) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาโดยหลักฐานดังกล่าวนี้ สำนักงานฯ จะเก็บไว้เป็นเอกสารราชการ)

5.5 ผู้ขายต้องเชื่อมต่อบริษัทตามขอบเขตของงานฯ ข้อ 4 และที่เกี่ยวข้องตามที่ สทอภ. กำหนดให้สามารถเชื่อมต่อได้ ทั้งนี้วัสดุและอุปกรณ์ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการจัดหา แต่มีความจำเป็นเพื่อให้ระบบสามารถเชื่อมต่อได้ผู้ขายจะต้องจัดหาพร้อมเชื่อมต่อบริษัทฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

5.6 ผู้ขายต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำเข้าและส่งออก ในการจัดหาอุปกรณ์ตามขอบเขตของงานฯ ข้อ 4 และเครื่องมือสำหรับการเชื่อมต่อ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการดำเนินการทั้งหมด

อี
วิธ
รับเรื่อง
ท
IV
สมัคร

11. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของได้ภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ สทอภ. เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

12. หลักเกณฑ์การพิจารณาข้อเสนอ

พิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ สำนักงานฯ จะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคาในการพิจารณา

13. กำหนดยื่นราคา

ผู้เสนอราคาต้องกำหนดยื่นราคาที่เสนอไม่น้อยกว่า 30 วัน นับถัดจากวันยื่นยื่นราคา

14. เงื่อนไขอื่น ๆ

14.1 หากอุปกรณ์เครื่องมือหรือซอฟต์แวร์หรือสิ่งของใดที่ผู้ขายส่งมอบ ละเมิดลิขสิทธิ์หรือทรัพย์สินทางปัญญาของผู้ใด ผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้น

14.2 อุปกรณ์เครื่องมือและซอฟต์แวร์ที่ส่งมอบต้องเป็นสิทธิ์การใช้งานตลอดอายุสัญญาฯ

15. ข้อสงวนสิทธิ์

15.1 การลงนามในสัญญาจะกระทำต่อเมื่อสำนักงานฯ ได้รับอนุมัติเงินจากเงินกองทุนงบประมาณแผ่นดินด้าน ววน. จากกองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2563 เท่านั้น และผู้ขายไม่สามารถเรียกร้องค่าใช้จ่ายอื่นใดที่เกิดขึ้นได้

15.2 สทอภ. สงวนสิทธิ์ที่จะพิจารณาข้อเสนอของผู้เสนอราคาโดยผลการพิจารณาของ สทอภ. ถือเป็นที่สุด

๕๔ จ.จ.๒๕๖๓ ๑๖๕ ๑
ค. ๑๖๕
๑๖๕
๑๖๕

ภาคผนวก

เครื่องมือทดสอบ Attitude Orbit Control System สำหรับเชื่อมต่อ Simulator ต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิค ไม่ต่ำกว่าหรือดีกว่าที่ระบุในภาคผนวกนี้ และระบบต่าง ๆ จะต้องเป็นของใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน และไม่ใช้สินค้าคงค้าง ตก
รุ่น แสดงวันที่ผลิตย้อนหลังไม่เกิน 3 ปี และไม่ใช้สินค้ากลุ่ม Refurbished โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนจำลองการสื่อสารจากภาคพื้นดินด้วยมาตรฐาน Space Link Extension (SLE)

1.1. ระบบจำลองการสื่อสารดาวเทียม TM/TC Frontend ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

ประกอบด้วย หน่วยเชื่อมต่อประมวลผล (TM/TC Interface and Processing Unit, TM/TC IPU) และ
หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุม (TM/TC Work Station) ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- หน่วย TM/TC IPU สามารถบรรจุในตู้ Rack ขนาด 3U 19 นิ้ว หรือดีกว่า
- หน่วย TM/TC IPU สามารถส่งข้อมูล TC ออกได้ ด้วยการสื่อสารแบบ RS422 จำนวน 3 ช่องทาง ประกอบด้วยช่องทางไปยัง RF SCOE จำนวน 1 ช่องทาง และ ช่องทาง TC By-pass ไปยัง OBC จำนวน 2 ช่องทาง หรือดีกว่า
- หน่วย TM/TC IPU สามารถส่งข้อมูล TC โดยเข้ารหัสแบบ NRZ-L เป็นอย่างน้อย
- หน่วย TM/TC IPU สามารถตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล TC ได้ดังนี้ 16,000 bps, 32,000 bps, 64,000 bps และ 128,000 bps เป็นอย่างน้อย
- หน่วย TM/TC IPU สามารถรับข้อมูล TM ออกได้ ด้วยการสื่อสารแบบ RS422 จำนวน 3 ช่องทาง ประกอบด้วย ช่องทางจาก RF SCOE จำนวน 1 ช่องทาง และ ช่องทาง TM By-pass จาก OBC จำนวน 2 ช่องทาง หรือดีกว่า
- หน่วย TM/TC IPU สามารถรับข้อมูล TM ที่เข้ารหัสแบบ NRZ-L เป็นอย่างน้อย
- หน่วย TM/TC IPU สามารถรับข้อมูล TM ที่มีอัตราส่งตั้งแต่ 32 kbps ถึง 4.0 Mbps หรือดีกว่า
- หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมมีช่องสื่อสารแบบ LAN อย่างน้อย 2 ช่องทาง โดยช่องหนึ่งสำหรับเชื่อมต่อไปยัง EGSE LAN และอีกช่องทางหนึ่งสำหรับเชื่อมต่อ TM/TC LAN ที่รองรับ SLE เป็นอย่างน้อย
- หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อต่าง ๆ และแสดงผลการเชื่อมต่อต่าง ๆ หรือดีกว่า
- หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมสามารถแสดงผลข้อมูล TM และข้อมูล TC หรือดีกว่า
- หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมมีหน่วยความจำ Volatile ไม่น้อยกว่า 4 GB หรือดีกว่า
- หน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมมีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 500 GB ซึ่งการป้องกันการเสียหายของข้อมูลแบบ RAID-1 หรือดีกว่า
- ระบบสามารถเป็น SLE Server ที่รองรับการร้องขอข้อมูล TM แบบ RAF จาก CCS และ MCS ซึ่งเป็น SLE Client ได้พร้อมกันทั้งสองช่องทาง หรือดีกว่า
- ข้อมูล TM ที่ระบบส่งออกแบบ RAF อยู่ในรูปแบบของ TM Frame ซึ่งถอดรหัสออกมาจาก CADU เป็นอย่างน้อย
- ระบบรองรับการรายงานข้อมูลไปยัง CCS ด้วยการส่งข้อมูล TM ที่มี APID เฉพาะของระบบ หรือดีกว่า
- ระบบสามารถตรวจจับและแก้ไขความผิดพลาดในข้อมูล TM แบบ Reed-Solomon Error ดังนี้ Reed-Solomon R-S 255,223 และ interleaving depth $I = 5$ เป็นอย่างน้อย

ผู้ตรวจงาน รวบรวม
ศ.
IN
หัตถ์

1.6 ระบบหน่วยทำงานสำหรับผู้ควบคุมสำรอง ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- สามารถสนับสนุนการทำงานสำรองของระบบหลัก โดยเชื่อมโยงไปยัง CCS หรือ MCS หรือดีกว่า

2. ส่วนสื่อสารและประมวลผลบนดาวเทียม

2.1 ระบบถอดรหัสการสื่อสารตามมาตรฐาน CCSDS ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- รองรับการเชื่อมต่อด้วย SpaceWire ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- สามารถตั้งค่าการเชื่อมต่อด้วย SpaceWire ได้ความเร็ว 50 Mbit/s ที่ความถี่ 50 MHz หรือดีกว่า
- สามารถส่งข้อมูล Telemetry ตามมาตรฐาน CCSDS ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 1) ส่งออกในรูปแบบแพ็คเกจ CADU หรือดีกว่า
 - 2) สามารถตั้งค่าส่งข้อมูล Telemetry ได้ความเร็วสูงสุดอย่างน้อย 2 Mbit/s ที่ความถี่ 50 MHz หรือดีกว่า
- สามารถรับข้อมูล Telecommand ตามมาตรฐาน CCSDS ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 1) ส่งข้อมูล Telecommand ต่อออกจากช่องสัญญาณ SpaceWire ในรูปแบบแพ็คเกจ CLTU หรือดีกว่า
 - 2) สามารถตั้งค่ารับข้อมูล Telecommand ได้ความเร็วสูงสุดอย่างน้อย 100kbit/s ที่ความถี่ 50 MHz หรือ

ดีกว่า

2.2 ระบบประมวลผลสำหรับดาวเทียม ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- เป็นระบบประมวลผลที่บรรจุไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งเป็นโมเดลที่เคยใช้งานจริงในอวกาศ
- ไมโครโพรเซสเซอร์บนระบบประมวลผล สามารถรองรับค่ารังสีสะสมได้ 300 Krad หรือดีกว่า
- ไมโครโพรเซสเซอร์บนระบบประมวลผล สามารถประมวลผลได้อย่างน้อย 2 แกนประมวลผล หรือดีกว่า
- ตัวประมวลผลรองรับการเชื่อมต่อ SpaceWire ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- ตัวประมวลผลรองรับการสื่อสารด้วย UART ได้ 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- ตัวประมวลผลรองรับการเชื่อมต่อด้วย GPIO พร้อมวงจรป้องกัน โดยส่ง Output ได้ 8 ขา เป็นอย่างน้อย และ รับ Input ได้ 4 ขา หรือดีกว่า
- ตัวประมวลผลรองรับการพัฒนาโปรแกรมควบคุมด้วยระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริงที่ชื่อว่า Real-Time Executive for Multiprocessor Systems, RTEMS หรือดีกว่า
- ตัวประมวลผล มี SDRAM จำนวน 256 Mbyte หรือดีกว่า
- ตัวบอร์ดสำหรับพัฒนาฯ มี MRAM จำนวน 8 Mbyte หรือดีกว่า

2.3 ระบบเชื่อมต่อสัญญาณแบบ SpaceWire และแปลงสัญญาณ Ethernet สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณระบบ Simulator ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณรองรับช่องสัญญาณ SpaceWire ได้อย่างน้อย 8 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณสามารถตั้งค่าอัตราการส่งสัญญาณ SpaceWire ได้ครอบคลุมช่วง 10Mbit/s ถึง 100 Mbit/s หรือดีกว่า
- อุปกรณ์แปลงสัญญาณต้องสามารถรับส่ง ระหว่างการสื่อสารด้วย SpaceWire และ TCP/IP บน Ethernet ได้ หรือดีกว่า
- อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ Ethernet ได้อย่างน้อย 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- อุปกรณ์แปลงสัญญาณสามารถตรวจจับ และบันทึกเวลาของความผิดพลาดในการสื่อสารได้ หรือดีกว่า

2.4 ระบบสายสัญญาณ SpaceWire ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- ต้องมีความยาวไม่ต่ำกว่า 3 เมตร หรือดีกว่า
- ต้องเป็นสายสัญญาณซึ่งรองรับอุปกรณ์ในระบบ Space หรือดีกว่า

2.5 ระบบสำหรับพัฒนา Source Code ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- สามารถเชื่อมต่อกับระบบประมวลผลสำหรับดาวเทียม หรือดีกว่า
- รองรับการพัฒนาาระบบประมวลผลสำหรับดาวเทียมข้างต้น หรือดีกว่า
- มีระบบป้องกันไฟฟ้ากระชาก หรือดีกว่า

2.6 ระบบจอโทรทัศน์สำหรับแสดงผล ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- มีขนาดไม่น้อยกว่า 75 นิ้ว ซึ่งวัดตามแนวทแยง เป็นอย่างน้อย
- ความละเอียดหน้าจอ 3840 x 2160 pixel (4K) เป็นอย่างน้อย
- รองรับช่องสัญญาณ HDMI จำนวน 4 ช่อง เป็นอย่างน้อย
- สามารถแสดงผลภาพทางเชื่อมต่อแบบไร้สาย หรือดีกว่า

3. ส่วนควบคุมการควบคุมการหมุนตัว

3.1. ระบบแปลงสัญญาณ Input / Output ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- รองรับการเชื่อมต่อด้วย RS422 จำนวนไม่น้อยกว่า 14 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- รองรับการเชื่อมต่อด้วย SpaceWire ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ หรือดีกว่า
- รองรับการสื่อสารด้วย RMAP protocol หรือดีกว่า
- รองรับการแปลงสัญญาณด้วยความเร็ว 1 Mbps หรือดีกว่า

3.2. ระบบ Reaction Wheel ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- รองรับการเชื่อมต่อควบคุมด้วยการสื่อสารแบบ RS422 หรือดีกว่า
- มีมวลไม่มากกว่า 1.55 kg หรือดีกว่า
- สะสมโมเมนตัมเชิงมุมได้ไม่น้อยกว่า 0.65 นิวตัน.เมตร.วินาที (N.m.s) หรือดีกว่า
- ความเร็วในการหมุนครอบคลุมช่วง ± 9000 รอบต่อวินาที หรือดีกว่า
- สร้างทอร์กได้สูงสุดไม่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 มิลลินิวตัน.เมตร (mN.m) หรือดีกว่า
- สามารถทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 28 โวลต์ หรือดีกว่า

ต้องมีส่วนป้องกันการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (Environmental Protection) ซึ่งมีขนาดไม่ต่ำกว่า 3 m x 4 m ทำด้วยวัสดุ Temper Glass หรือดีกว่า โดยมีระบบ Access Control Gate แบบ Biometric ควบคุมการเข้าถึงระบบ หรือดีกว่า

3.3. ระบบ Fiber Optic Gyroscope ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

- รองรับการเชื่อมต่อแบบ RS422 และความหน่วงไม่เกิน 0.001 วินาทีหรือดีกว่า
- วัดความเร็วเชิงมุมได้ครอบคลุมช่วง -499 ถึง +499 องศาต่อวินาที หรือดีกว่า
- มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 องศาต่อชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ ดีกว่า
- ทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -40 ถึง 65 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

วิวัฒน์
ม.ค.ร.ร.
อินจัน
อินจัน

- 3.4. ระบบควบคุมและจ่ายพลังงานบนดาวเทียม ต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้
- รองรับพลังงานไฟฟ้าเข้าจากแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างน้อย 3 ช่อง แบบอิสระต่อกันเป็นอย่างน้อย โดยทุกช่องรวมกันทั้งหมดต้องรองรับพลังงานเข้าได้ไม่น้อยกว่า 360 วัตต์ หรือดีกว่า
 - มีช่องพิเศษสำหรับรับพลังงานเข้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้า เพื่อการทดสอบในห้องทดลอง อย่างน้อย 1 ช่อง เป็นอย่างน้อย พร้อมระบบแปลงพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟในห้องทดลอง หรือดีกว่า
 - มีช่องจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกเพื่อประจุแบตเตอรี่ และรับพลังงานจากแบตเตอรี่อย่างน้อย 3 ช่อง แบบอิสระต่อกัน โดยรองรับแรงดันได้ครอบคลุมช่วง 22.5 V ถึง 36 V หรือดีกว่า
 - มีวงจรพิเศษสำหรับป้องกันการเสียหายเมื่อแหล่งจ่ายมีไฟฟ้าต่ำหรือสูงเกินไป หรือดีกว่า
 - รองรับการเชื่อมต่อควบคุมด้วยการสื่อสารแบบ full duplex RS422 ทั้งนี้จะต้องมี 2 ช่องสัญญาณขึ้นไป สำหรับการสลับช่องสัญญาณหากมีช่องใดช่องหนึ่งเสียหาย หรือดีกว่า
 - เป็นโมเดลที่เคยใช้งานจริงในอวกาศมาก่อน หรือดีกว่า