การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

<u>รายละเอียดและขอบเขตงาน</u>
<u>เงื่อนไขเฉพาะงาน</u>
<u>งานจ้างเหมาปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมในระบบจำหน่าย พร้อมตู้ควบคุม</u>
<u>ใน 12 เขตพื้นที่ จำนวน 823 ชุด</u>
<u>ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e – bidding)</u>

เงื่อนไขการประกวดราคาเพิ่มเติมนี้ กำหนดขึ้นเพื่อเป็นรายละเอียดเพิ่มเติมจากเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์เลขที่ PAT.DCS.RC823/2023 งานจ้างเหมาปรับปรุงอุปกรณ์ควบคุมในระบบจำหน่าย พร้อมตู้ควบคุม ใน 12 เขตพื้นที่ โดยดำเนินการรื้อถอนและติดตั้งอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม ทดแทนใน 12 เขตพื้นที่ จำนวน 823 ชุด และนำเข้าใช้งานกับระบบ SCADA/DMS ของศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของ กฟภ. เพื่อให้ผู้ยื่นข้อเสนอ และผู้รับจ้างดำเนินการให้ถูกต้อง หากมีข้อความใดที่ขัดหรือแย้งกับเงื่อนไขประกวดราคาเพิ่มเติมฉบับนี้ ให้ใช้ข้อความที่ระบุไว้ในเงื่อนไขประกวดราคาเพิ่มเติมฉบับนี้แทน และรวมถึงภาคผนวกต่างๆ ด้วย และให้ถือว่าการพิจารณาและคำตัดสินของ กฟภ. ถือเป็นที่สิ้นสุด

ข้อ 1 แผนการดำเนินงานและระยะเวลาโครงการ

1.1 หลังจากผู้รับจ้างได้รับหนังสือสั่งจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการดำเนินงานตามสัญญาโดยละเอียด (ให้รวมถึงการจัดทำ Critical Path Method ด้วย) และจัดส่งให้ กฟภ. ภายใน 28 (ยี่สิบแปด) วัน นับถัดจากวันที่ส่งมอบพื้นที่ แผนงานนี้จะต้องระบุลำดับเวลาที่ผู้รับจ้างคาดว่าจะทำการออกแบบ สั่งผลิตอุปกรณ์ จัดส่ง ทำการประกอบ ติดตั้ง และทดสอบ ทั้งยังต้องระบุวันที่ ซึ่งผู้รับจ้างต้องการให้ผู้ว่าจ้างปฏิบัติตามพันธะของสัญญาโดยครบถ้วน (อย่างสมควรแก่เหตุผล) เพื่อที่ผู้รับจ้างจะสามารถดำเนินการตามสัญญา โดยเป็นไปตามแผนงานและบรรลุผลให้งานเสร็จสิ้น จนผ่านกระบวนการทดสอบ และการตรวจรับงานตามเงื่อนไขของสัญญาได้ ตลอดจนกำหนดวันที่และช่วงเวลาอื่นใดที่กำหนดไว้ในสัญญาอีกด้วย

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องปรับปรุงแผนงานให้เป็นปัจจุบัน และทบทวนปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมหรือตามที่ กฟภ. ให้ความเห็นชอบแต่จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงเวลาสิ้นสุดงานตามเงื่อนไข การขอทบทวนแผนงานใดๆ ในการนี้จะต้องแจ้งให้ กฟภ. ทราบ

1.3 เพื่อให้งานสัญญาดังกล่าว แล้วเสร็จตามกำหนดเวลา และแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆ ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการประชุมร่วมระหว่าง กฟภ. กับผู้รับจ้างตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

(1) การประชุมที่หน้างาน (Site Meeting) หรือในกรณีที่เกิดปัญหาอุปสรรค ทำให้งานล่าช้ากว่ากำหนด

(2) ประชุมประจำเดือน(Monthly Progress Meeting) เพื่อติดตามความก้าวหน้าของงานนั้น โดยกำหนดวันที่แน่นอนในแต่ละเดือน ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายงานความก้าวหน้าประจำเดือนด้วย

(3) ประชุมเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบและนำเข้าใช้งาน

ข้อ 2 ข้อตกลงด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2.1 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 และกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558 รวมทั้งกฎกระทรวงและกฎหมายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับลักษณะงานตามขอบเขตงานนี้

2.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างาน (จป.หัวหน้างาน) ตามที่กฎหมายกำหนด และปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2549 โดย จป.หัวหน้างานดังกล่าวต้องประสานงานกับตัวแทนของผู้ว่าจ้างด้านเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัยในการทำงาน พร้อมทั้งจัดส่งหลักฐานการประสานงานกันเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้ว่าจ้างรับทราบด้วย

2.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (PPE) ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานของผู้รับจ้างอย่างครบถ้วนและเพียงพอสำหรับทุกคน

2.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำและจัดส่งเอกสารขออนุญาตทำงาน กฟภ. (PEA Work Permit) สำหรับการลงนามขอเข้าปฏิบัติงานในระบบจำหน่ายของ กฟภ. และต้องมีการดำเนินการจัดทำเอกสารขออนุญาตทุกครั้ง

2.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารการประชุมด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน (Safety Talk) รวมทั้งการประชุมเรื่องการหยั่งรู้อันตราย (KYT) ในการปฏิบัติงานแยกเป็นรายวันและต้องดำเนินการทุกวันที่เข้าปฏิบัติงาน ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าร่วมประชุมและให้ลงนามไว้เป็นหลักฐานทุกคน

หมายเหตุ หากผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามข้อตกลงด้านความปลอดภัยในการทำงานข้อ 2.1 – 2.5 ให้ครบถ้วนทุกข้อ กฟภ. จะไม่ให้เข้าปฏิบัติงาน และไม่สามารถสงวนสิทธิ์ในบทปรับได้

ข้อ 3 ข้อตกลงด้านความพร้อมในการปฏิบัติงาน

3.1 ต้องมีทีมงานวิศวกร ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542 พร้อมหลักฐานและหนังสือรับรองว่าเป็นผู้ออกแบบ และควบคุมงานตามประกวดราคาจ้างนี้

3.2 ต้องมีทีมงานที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและควบคุมการติดตั้งอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม หรือออกแบบและควบคุมการติดตั้งระบบควบคุมสถานีไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจะต้องประกอบด้วยบุคลากร ดังต่อไปนี้

(1) ผู้จัดการโครงการ
(2) วิศวกรออกแบบ
(3) วิศวกรควบคุมการติดตั้ง

3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาทีมงานผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการติดตั้ง การทดสอบ และการตรวจสอบอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม รวมทั้งเป็นผู้มีประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า มาปฏิบัติงานตามขอบเขตงานของสัญญา

3.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้าง ที่รับผิดชอบตำแหน่งหัวหน้าทีมวิศวกรควบคุมงานติดตั้งและทดสอบ จะต้องอยู่ประสานงานและควบคุมการปฏิบัติงานตลอดเวลาที่มีแผนการปฏิบัติงาน

หมายเหตุ หากผู้รับจ้างไม่จัดส่งหัวหน้าทีมวิศวกรควบคุมงานติดตั้งและทดสอบ เข้าร่วมประสานงานและควบคุมการปฏิบัติงานตามสัญญา กฟภ. จะไม่ให้เข้าปฏิบัติงาน และไม่สามารถสงวนสิทธิ์ในบทปรับได้

3.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือเครื่องทดสอบ ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินงานตามสัญญา โดยรายละเอียดของเอกสารจะต้องแสดงถึง ชื่อผลิตภัณฑ์, รุ่น, Serial Number, รูปถ่ายและใบรับรองผลการสอบเทียบความแม่นยำ (Certificate of Calibration) ของเครื่องที่มีอายุไม่เกิน 1 ปี ออกให้โดยห้องปฏิบัติการที่ กฟภ. ให้การยอมรับ เป็นต้น

หมายเหตุ หากผู้รับจ้างไม่จัดหาเครื่องมือเครื่องทดสอบตามเอกสารที่ กฟภ. พิจารณาให้ความเห็นชอบ กฟภ. ขอสงวนสิทธิ์ไม่พิจารณาหรือยอมรับผลการปฏิบัติงาน และจะไม่ให้เข้าปฏิบัติงาน รวมทั้งไม่สามารถสงวนสิทธิ์ในบทปรับได้

3.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหนังสือสัญญาการรักษาข้อมูลที่เป็นความลับ (Non – Disclosure Agreement) และการปฏิบัติตามนโยบายด้านความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ โดยคู่สัญญาต้องทำความเข้าใจกับหนังสือสัญญาโดยละเอียดและลงลายมือชื่อพร้อมประทับตรา (ถ้ามี) ซึ่งมีรายละเอียดตามเอกสารแนบท้ายเอกสารประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ข้อ 1.11 แบบฟอร์มหนังสือสัญญาการรักษาข้อมูลที่เป็นความลับ (Non – Disclosure Agreement)

ข้อ 4 หนังสือรับรองผลงาน

ภายหลังจากที่ผู้รับจ้างได้ดำเนินการตามสัญญาแล้วเสร็จทั้งหมด กฟภ. จะดำเนินการตรวจสอบงานซึ่งได้ดำเนินการแล้วเสร็จ หากถูกต้องครบถ้วนตามสัญญาจ้าง กฟภ. จะดำเนินการออกหนังสือรับรองผลงาน (Provisional Acceptance Certificate : PAC) ให้กับผู้รับจ้าง

ข้อ 5 ปริมาณงานและสถานที่ติดตั้ง

ระบบจำหน่ายของ กฟภ. ใน 12 เขตพื้นที่ จำนวน 823 ชุด (สำหรับแผนงานปี 2566) โดยแบ่งเป็น 2 รายการ (กลุ่ม) ดังนี้

รายการ	การไฟฟ้าเขต	พื้นที่จังหวัดที่ติดตั้ง	จำนวนที่รื้อถอน/ติดตั้ง/ทดสอบ (ชุด)	จำนวนรวม (ชุด)
รายการที่ 1 (กลุ่มที่ 1)	เขต 1 ภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่)	เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน, เชียงราย, พะเยา ลำปาง และลำพูน	22	482
	เขต 2 ภาคเหนือ (จังหวัดพิษณุโลก)	พิษณุโลก, พิจิตร, กำแพงเพชร, ตาก สุโขทัย, แพร่, น่าน และอุตรดิตถ์	112	
	เขต 3 ภาคเหนือ (จังหวัดลพบุรี)	ลพบุรี, ชัยนาท, อุทัยธานี, สิงห์บุรี ,นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์	81	
	เขต 1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดอุดรธานี)	อุดรธานี, ขอนแก่น, หนองบัวลำภู, เลย, หนองคาย, บึงกาฬ, นครพนม และสกลนคร	82	
	เขต 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดอุบลราชธานี)	อุบลราชธานี, อำนาจเจริญ, มุกดาหาร กาฬสินธุ์, มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด, ยโสธร และศรีสะเกษ	83	
	เขต 3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดนครราชสีมา)	นครราชสีมา, ชัยภูมิ, บุรีรัมย์ และสุรินทร์	102	

รายการ	**การไฟฟ้าเขต**	**พื้นที่จังหวัดที่ติดตั้ง**	**จำนวนที่รื้อถอน/ติดตั้ง/ทดสอบ (ชุด)**	**จำนวนรวม (ชุด)**
รายการที่ 2 (กลุ่มที่ 2)	เขต 1 ภาคกลาง (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา)	พระนครศรีอยุธยา, สระบุรี, ปทุมธานี, นครนายก และ ปราจีนบุรี	15	341
	เขต 2 ภาคกลาง (จังหวัดชลบุรี)	ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี และ ตราด	125	
	เขต 3 ภาคกลาง (จังหวัดนครปฐม)	นครปฐม, สุพรรณบุรี, กาญจนบุรี, สมุทรสาคร และราชบุรี	117	
	เขต 1 ภาคใต้ (จังหวัดเพชรบุรี)	สมุทรสงคราม, ราชบุรี, เพชรบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร และระนอง	30	
	เขต 2 ภาคใต้ (จังหวัดนครศรีธรรมราช)	นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, ภูเก็ต, พังงา และสุราษฎร์ธานี	4	
	เขต 3 ภาคใต้ (จังหวัดยะลา)	ยะลา, นราธิวาส, ปัตตานี, สงขลา, สตูล และพัทลุง	50	
รวมรื้อถอน/ติดตั้ง/ทดสอบนำเข้าใช้งานในพื้นที่ 12 เขต (ชุด)				**823**

โดยแยกเป็นแต่ละประเภทตามรายการดังนี้

- รายการที่ 1 (กลุ่มที่ 1)

ลำดับ	อุปกรณ์	ปริมาณ (ชุด)						
		กฟน.1	กฟน.2	กฟน.3	กฟฉ.1	กฟฉ.2	กฟฉ.3	รวม
1	FDCU-RCS	-	-	56	-	-	-	56
2	FDCU-LRC	-	41	15	-	66	-	122
3	FDCU-LRR	22	19	10	23	-	37	111
4	FDCU-SCB	-	52	-	59	17	65	193
รวม		22	112	81	82	83	102	482

- รายการที่ 2 (กลุ่มที่ 2)

ลำดับ	อุปกรณ์	ปริมาณ (ชุด)						
		กฟน.1	กฟน.2	กฟน.3	กฟฉ.1	กฟฉ.2	กฟฉ.3	รวม
1	FDCU-RCS	15	124	3	28	-	-	170
2	FDCU-LRC	-	-	100	-	-	-	100
3	FDCU-LRR	-	1	14	2	4	1	22
4	FDCU-SCB	-	-	-	-	-	49	49
รวม		15	125	117	30	4	50	341

ข้อ 6 ระยะเวลาในการดำเนินการรื้อถอน ติดตั้ง และทดสอบ พร้อมนำเข้าใช้งาน

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการรื้อถอน ติดตั้ง และทดสอบ พร้อมนำเข้าใช้งานให้แล้วเสร็จภายใน 400 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และวันส่งมอบพื้นที่

ข้อ 7 ขอบเขตการรับผิดชอบงาน (SCOPE OF WORK)

7.1 งานที่ระบุไว้ตามสัญญาครอบคลุมถึง การรื้อถอนอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุมที่ติดตั้งในระบบจำหน่ายออก และดำเนินการจัดหาอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุมชุดใหม่ เพื่อติดตั้งทดแทนของเดิมที่รื้อถอน รวมถึง การออกแบบ การจัดหาผู้ปฏิบัติงาน วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ การขนส่งไปยังสถานที่ติดตั้ง งานติดตั้ง การทดสอบ การฝึกอบรม และตรวจสอบเกี่ยวกับงาน และบริการทั้งหมดที่จำเป็นในการดำเนินการตามสัญญา ซึ่งแสดงไว้ ในแบบงาน และข้อกำหนดต่างๆ

ความเสียหายใดๆ อันเกิดขึ้นระหว่างการจัดหา และติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบชดใช้ หรือทำให้อยู่ในสภาพเดิมทุกกรณี โดยที่ กฟภ. จะไม่รับผิดชอบใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้รวมถึงอุปัทวเหตุ อันตรายต่างๆ และความเสียหายอันพึงจะเกิดเกี่ยวกับบุคคล วัสดุ และ/หรือทรัพย์สินของผู้อื่น

7.2 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม ที่มีรายละเอียดสอดคล้องกับความต้องการของ กฟภ. ตาม Technical Specification รวมทั้งการเชื่อมต่อกับระบบสื่อสารและระบบ SCADA ของ กฟภ. โดยให้ทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ ข้อความใดๆ ตาม Technical Specification หากมีข้อความใดที่ขัดหรือแย้งกับเงื่อนไขประกวดราคาเพิ่มเติมฉบับนี้ ให้ใช้ข้อความที่ระบุไว้ในเงื่อนไขประกวดราคาเพิ่มเติมฉบับนี้แทน และรวมถึงภาคผนวกต่างๆ ด้วย และงานจะถือว่าเสร็จสิ้นไม่ได้ หาก กฟภ. ยังไม่ได้ตรวจรับและรับมอบงานงวดสุดท้าย

7.3 ผู้รับจ้างต้องทำแผนการทำงาน (Work Schedule) ของงานรื้อถอน และติดตั้งอุปกรณ์ FDCU ตามระยะเวลาที่กำหนดให้แล้วเสร็จในการประกวดราคา ที่มีรายละเอียดปริมาณงานช่วงระยะเวลาการดำเนินการของงานในแต่ละส่วน อัตราผลงานก้าวหน้าในแต่ละเดือนคิดเป็นร้อยละโดยเสนอในรูปแบบของ Microsoft Project จำนวน 4 (สี่) ชุด โดยจัดส่งเอกสารต้นฉบับจำนวน 1 (หนึ่ง) ชุด สำเนาจำนวน 3 (สาม) ชุด ทุกเดือน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และวันส่งมอบพื้นที่

7.4 ผู้รับจ้างต้องเสนอราคา อุปกรณ์อะไหล่ (Spare Part) ที่จำเป็นสำหรับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมแก้ไขให้เพียงพอสำหรับระยะเวลา 10 (สิบ) ปี โดยจะต้องระบุรายการ และราคาในแต่ละรายการอย่างละเอียด และ กฟภ. ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาจัดซื้ออุปกรณ์ Spare part ดังกล่าว

7.5 การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม

(1) ผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจหน้างานเพื่อการออกแบบ และติดตั้งอุปกรณ์เองทั้งหมด ซึ่งต้องมีรายละเอียดเพียงพอที่ กฟภ. จะสามารถพิจารณา และรับรอง (Approved) ก่อนการติดตั้ง โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งแคตตาล็อก และรายละเอียดทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR, FDCU-SCB, ตู้ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งแบบการติดตั้งสำหรับการดำเนินงานอย่างครบถ้วนให้ กฟภ. พิจารณา และรับรอง ภายใน 90 (เก้าสิบ) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา และวันส่งมอบพื้นที่

กฟภ. จะดำเนินการพิจารณา และแจ้งผลให้ผู้รับจ้างทราบภายใน 15 (สิบห้า) วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับเอกสารจากผู้รับจ้าง

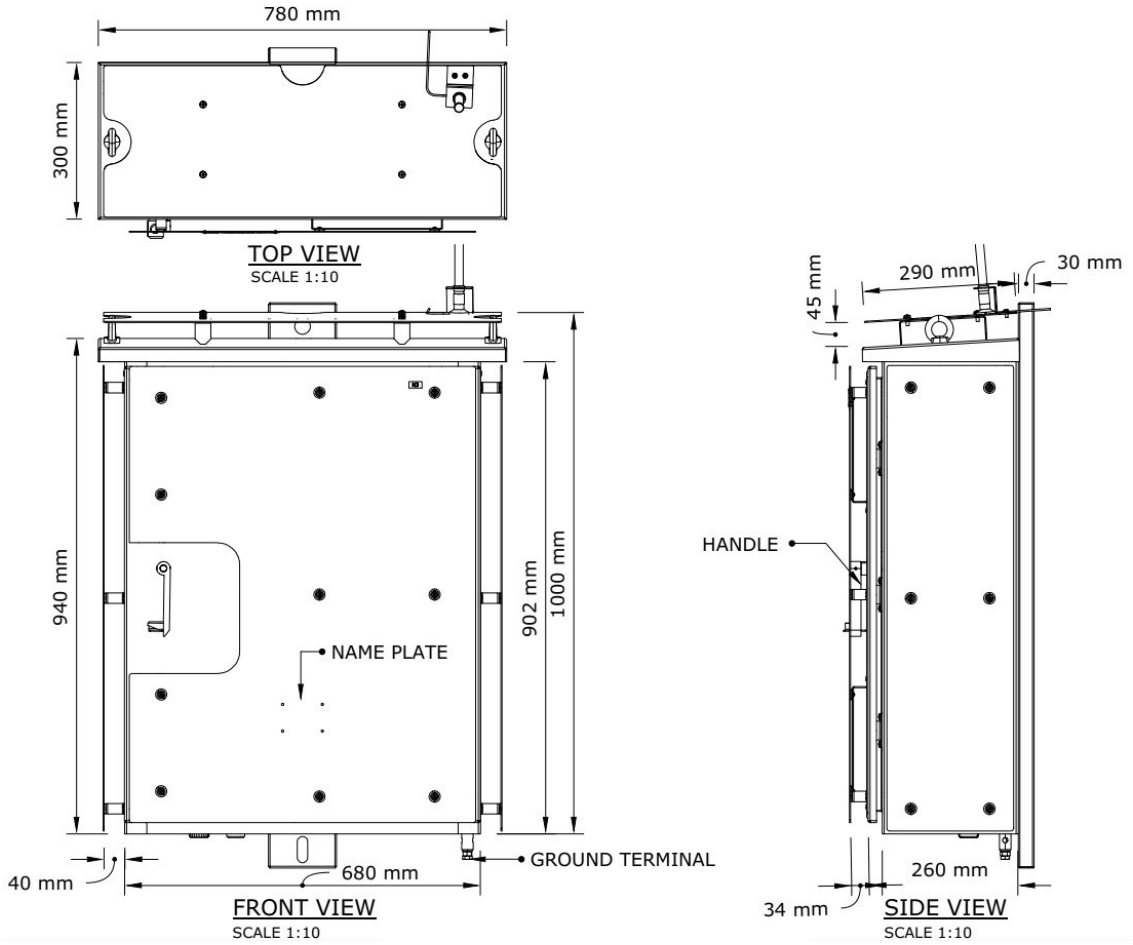
(2) ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม ตามรายละเอียดใน Technical Specification โดยได้รับการรับรองจาก

กฟภ. (Approved) โดยไม่ให้มีผลกระทบต่ออุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่เดิม (Existing Equipment) หรือมีผลกระทบน้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงแก้ไขใดๆ ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจาก กฟภ. อีกไม่ได้ โดยในการออกแบบจะต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

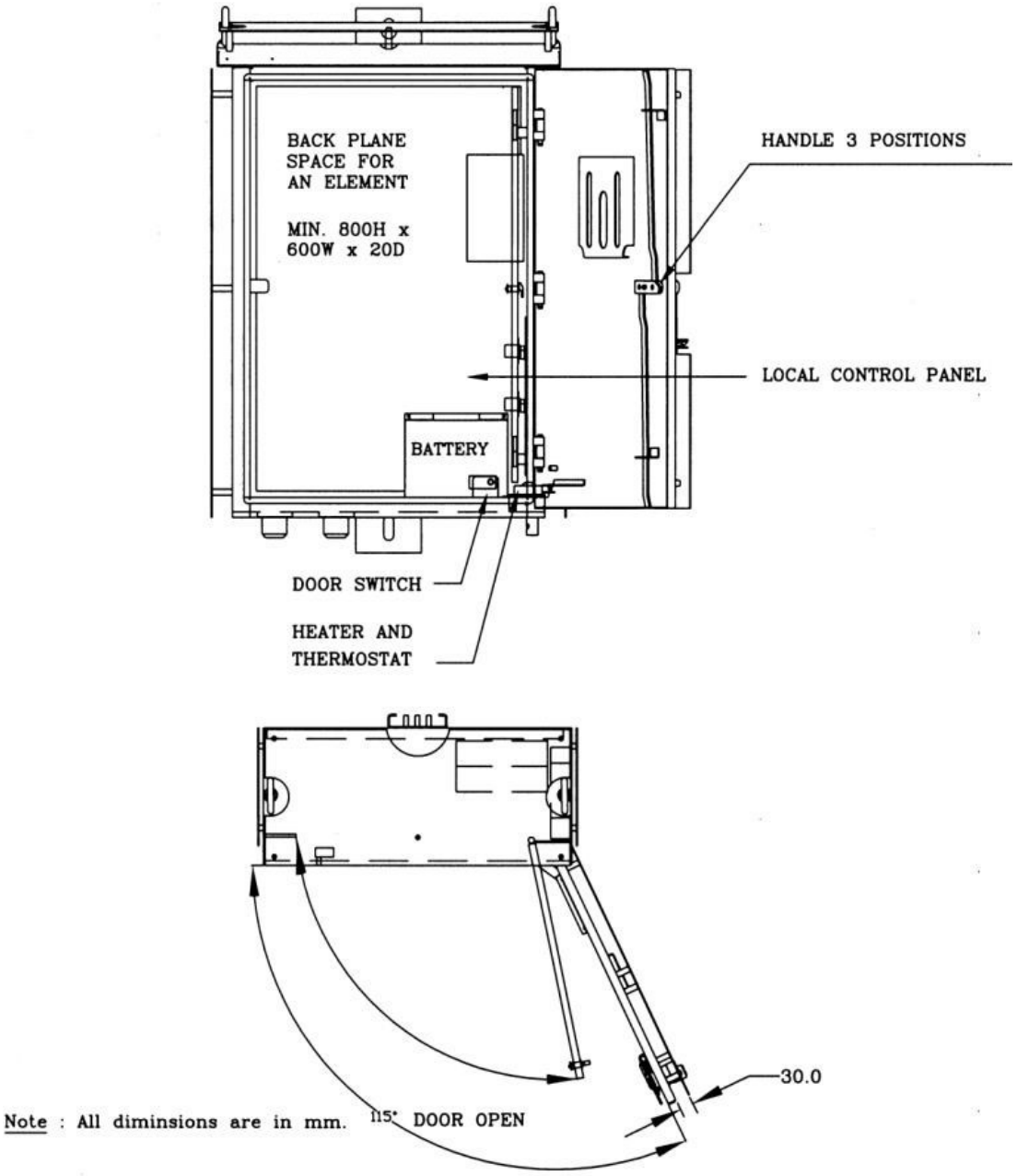
(2.1) รายการอุปกรณ์ FDCU – RCS พร้อมตู้ควบคุม ต่อ 1 ชุด ประกอบด้วย

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1	Feeder Device Control Unit (FDCU)	1	Set
2	Accessories		
	2.1 Steel Plate with Handle	1	Set
	2.2 Terminal Block (For Supply, Analog, DI/DO, Ground)	1	Lot
	2.3 Control Inhibit Switch	1	Set
	2.4 Miniature Circuit Breaker (MCB) for FDCU	1	Set
	2.5 Miniature Circuit Breaker (MCB) for WRL	1	Set
	2.6 DC surge protector for FDCU and WRL	1	Lot
	2.7 Data link Cable (for connect FDCU and WRL) - RS232 - Ethernet Cable	1	Lot
	2.8 Cable tray /Name plate	1	Lot
	2.9 สายไฟ (Metallic Cables) ประกอบด้วย - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Input **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Output **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog VT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog CT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับ DC Supply **สีขาว(ไฟบวก)/สีดำ(ไฟลบ)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับกราวด์ **สีเขียว-เหลือง** มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร	1	Lot
3.	ตู้ควบคุม RCS	1	Set
	3.1 แบตเตอรี่ Lead-acid gel electrolyte type or LiFePO4	1	Lot
	3.2 Control Cable	1	Set
	3.3 Power Cable	1	Set
	3.4 ACC Board	1	Set
	3.5 Power Supply 100 – 240 VAC to 24 VDC	1	Set
	3.6 Battery Charger	1	Set
	3.7 Battery Tester	1	Set

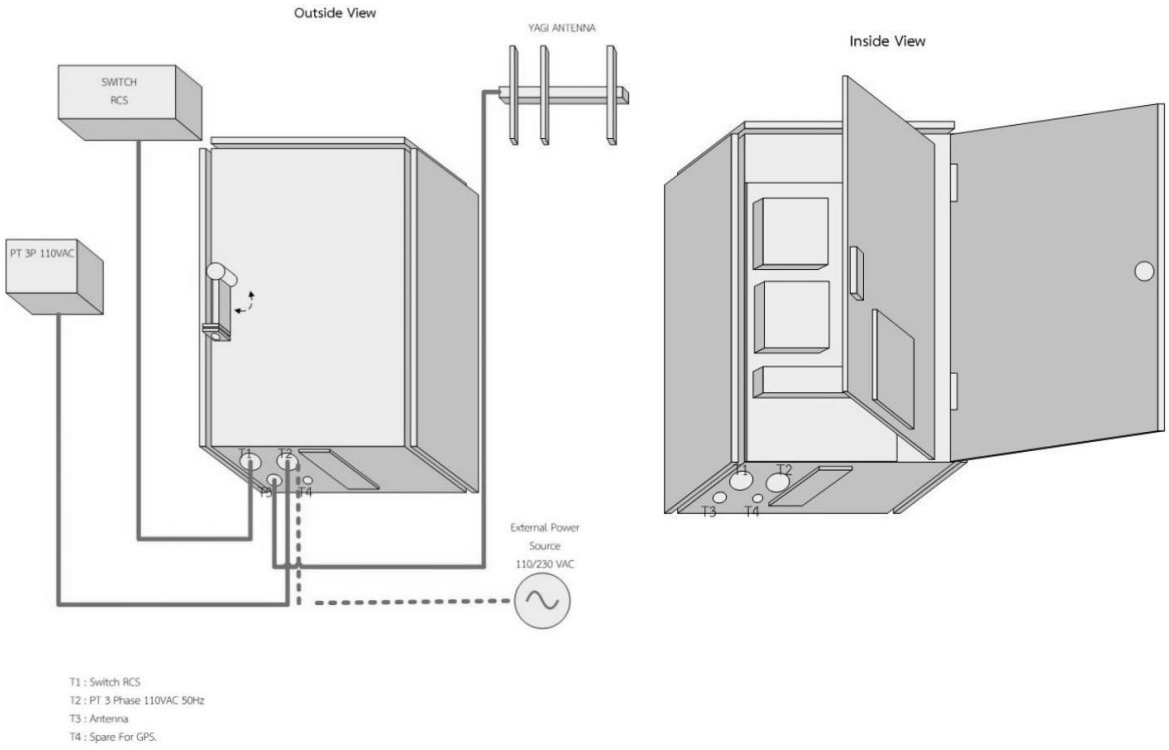
(2.1.1) สำหรับขนาดตู้ควบคุม FDCU – RCS Interface มีรายละเอียดขนาดตู้ดังนี้



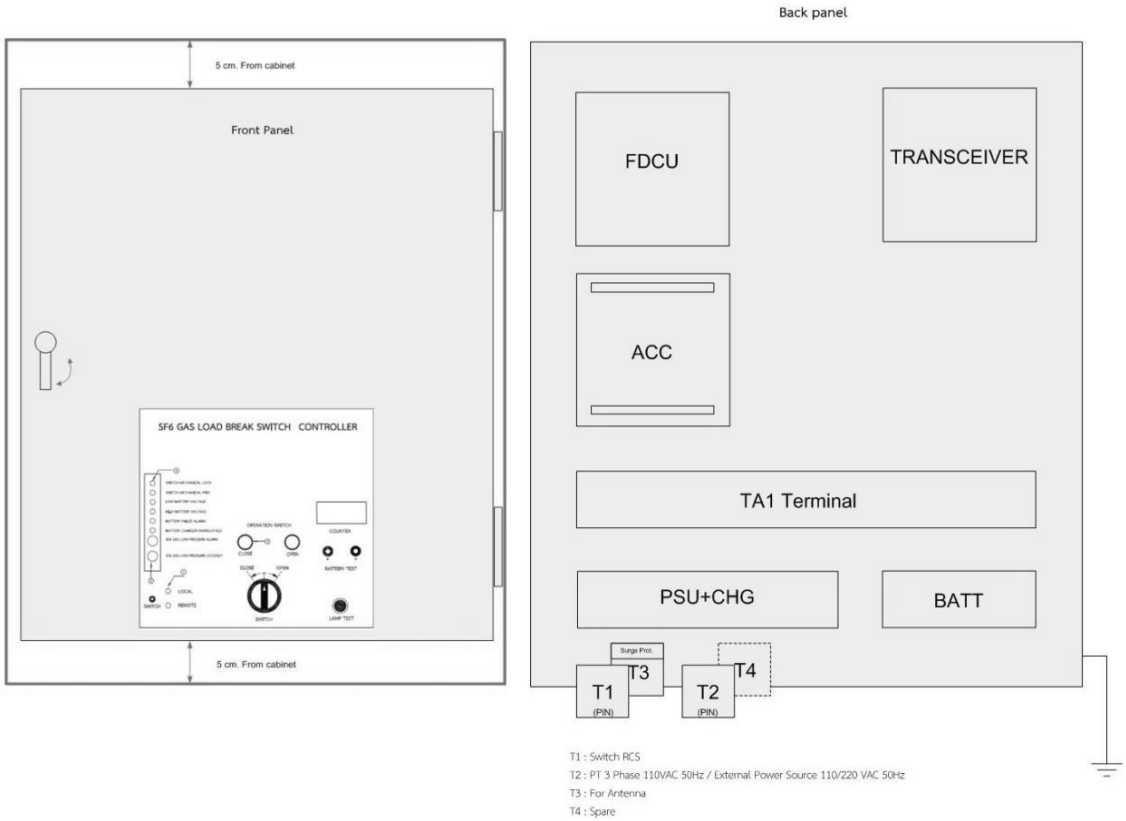
รูปที่ 1 ตัวอย่างขนาดตู้ควบคุม FDCU – RCS Interface



รูปที่ 2 ตัวอย่างบานพับตู้ควบคุม FDCU – RCS Interface



รูปที่ 3 ไดอะแกรมตู้ควบคุม RCS



รูปที่ 4 ตัวอย่างไดอะแกรมตู้ควบคุม RCS

(2.1.2) สำหรับสาย Control Cable และ Power Cable มีรายละเอียดดังนี้

- รายละเอียดของ T1 (Control Cable Wiring)

T1

Cabinet : Male Terminal
Wire : Female Terminal

Terminal Class A 2000V

Wire: NYY 1.5 Sq mm. 25-31Amp.

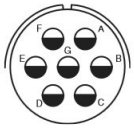
Insert Arrangement	**28-11**
Service Rating	**A**
Number of Contacts	**4 18**
Contact Size	**12 16**

	AWG	DESCRIPTION	PEA	Differrent RCS Model					
			Requirement	G&W	Precise-TYPE A	Precise-TYPE B	Thai-Maxwe	U-Tah	Gunkul
1	16	Curent Phase A (+)	A	N	A	A	n	T	A
2	16	Curent Phase A (-)	B	P	B	B	p	U	B
3	16	Curent Phase B (+)	C	Q	C	C	r	V	C
4	16	Curent Phase B (-)	D	R	D	D	s	W	D
5	16	Curent Phase C (+)	E	S	E	E	m	X	E
6	16	Curent Phase C (-)	F	T	F	F	f	Y	F
7	16	Common (+)	G	G,B	G	G	P,G,E,B (-)	A,D,G,J,L (-)	G
8	16	Close Status	H	H	M	H	R	E	H
9	16	Low Gas Alarm	I	L	I	I	A	K	L
10	12	Motor (-)	J	E	N	N	c,d,e,j,k	R,S	R,S
11	12	Motor (+)	K	C,M(OCC-)	P	P	M,N,U,V,W	N,P	N,P
12	12	Spare	L						
13	12	Spare	M						
14	16	Open Status	N	J	O	J	X	F	T
15	16	Mechanical Lock	P	K	K	K	b	H	K
16	16	Low Gas Lockout	R	A(OC+)	L	L	T	M	J
17	16	Etc.1	S	D(CC+)	J(SCC)	M(HO-nc)	J(MS2O)	C	-
18	16	Etc.2	T	F (RY3)	H(SCO)	O(HO-no)	H(MS2C)	B	-
19	16	Spare	U						
20	16	Spare	V						
21	16	Spare	W						
22	16	Spare	X						
		Fuse Size		15A	40A	40A	8A		10A
		Current PSU		10A	30A	30A	8A(200VA)		
		Current Motor		10A	<23A	15A			2.3A
		Detail		OC:open coil	: Spring Charge for C	HO:handle operation	new sheet ref.		M,U,V not use
				CC:close coil	:Spring Charge for CLOSE				

	⊕	◒	
CONTACT LEGEND	**16**	**12**	
Current Ratings	**13**	**23**	**Amp.**

- รายละเอียดของ T2 (Power Cable Wiring)

T2



Insert Arrangement	**24-2**
Service Rating	**D**
Number of Contacts	**7**
Contact Size	**12**

Cabinet : Male Terminal (PIN)
Wire : Female Terminal (SOCKET)

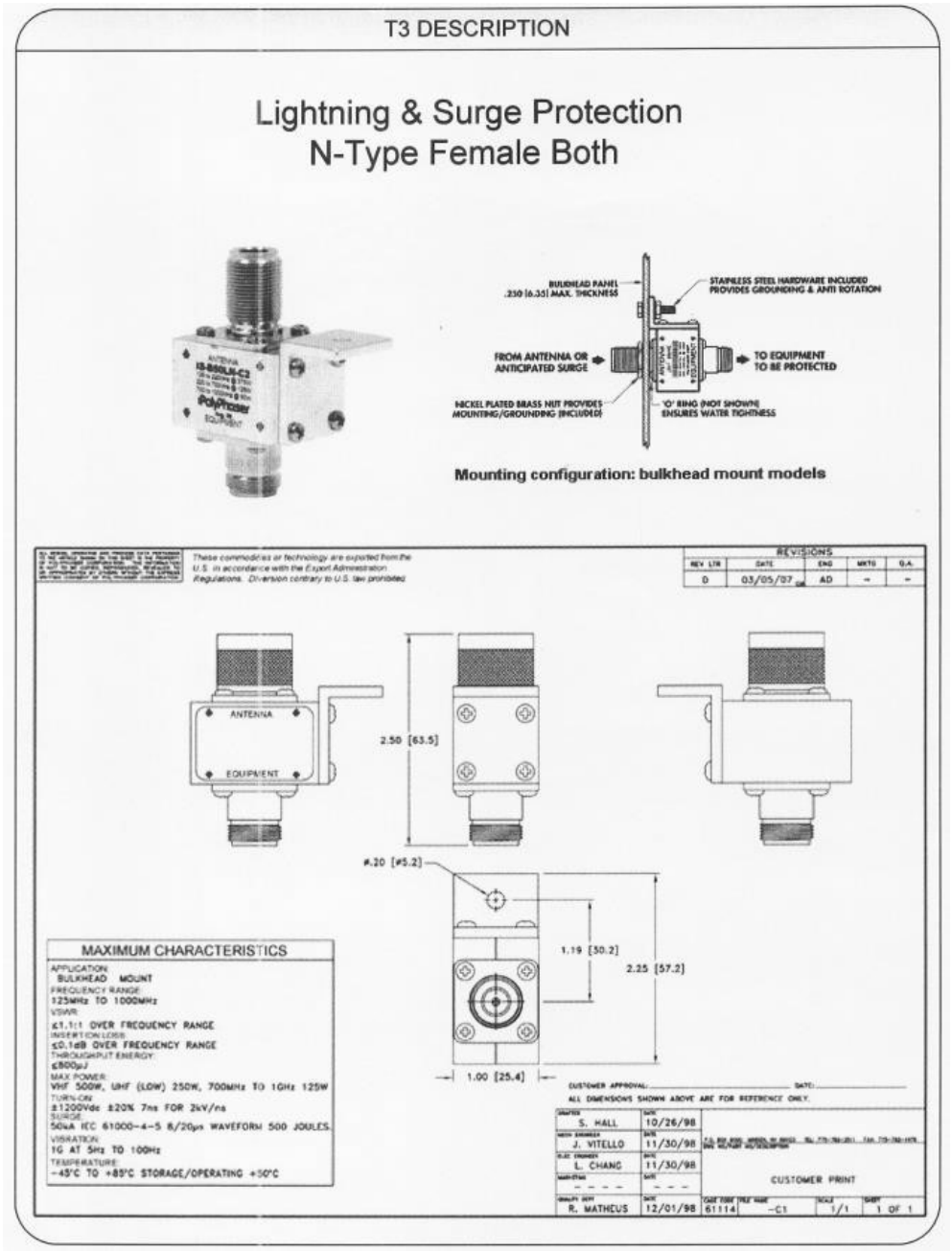
Terminal Class D 2800V

Wire: NYY 1.5 Sq mm. 25-31Amp.

	AWG	DESCRIPTION	PEA	Differrent RCS Model		
			Standard	G&W	TYPE A	TYPE B
1	12	Voltage Phase A	A	A	A	A
2	12	Voltage Phase B	B	B	B	B
3	12	Voltage Phase C	C	C	C	C
4	12	Neutral	D	D	D	D
5	12	110/220 VAC Line	E	-	-	-
6	12	110/220 VAC Neutral	F	-	-	-
7	12	Spare	G	-	-	-

	⊕	◒	
CONTACT LEGEND	**16**	**12**	
Current Ratings	**13**	**23**	**Amp.**

- รายละเอียดของ T3 (T3 Description)



(2.1.3) สำหรับวงจร ACC Board มีรายละเอียดดังนี้

- รายละเอียดของ ACC Board (ACC Board Description)

CB3 : 2 : +24VDC	1	ACC-Broad (Relay Auxiliary)	A	FDCU : DI1 : Close Status
SCT : 5 : 2 : 0VDC	2		B	FDCU : DI2 : Open Status
SCT : 9 : 2 : Common	3		C	FDCU : DI3 : Local
SCT : 10 : 2 : Close Status	4		D	FDCU : DI4 : Remote
SCT : 11 : 2 : Low Gas Alarm	5		E	FDCU : DI5 : Low Gas Alarm
SCT : 16 : 2 : Open Status	6		F	FDCU : DI6 : Low Gas Lockout
SCT : 17 : 2 : Mechanical Lock	7		G	FDCU : DI7 : Mechanical Lock
SCT : 18 : 2 : Low Gas Lockout	8		H	FDCU : DI8 : Mechanical Free
SCT : 19 : 2 : Etc.1	9		I	FDCU : DI9 : Motor Travel
SCT : 20 : 2 : Etc.2	10		J	FDCU : DI10 : Low Batt
DI : Low Batt	11		K	FDCU : DI11 : High Batt
DI : High Batt	12		L	FDCU : DI12 : Over Charge
DI : Batt Fail	13		M	FDCU : DI13 : Spare
DI : Over CHG	14		N	FDCU : DI14 : Batt Failed Alarm
Common (+DI)	15		O	FDCU : DI15 : Door Switch
Spare	16		P	FDCU : DI16 : Spare
SCT : 12 : 2 : Motor (-)	17		Q	FDCU : DO1 : Close
SCT : 13 : 2 : Motor (+)	18		R	FDCU : DO2 : Open
SCT : 51 :2 : Lamp Test A	19		S	FDCU : DO3 : Sapre
SCT : 52 :2 : Lamp Test B	20		T	FDCU : DO4 : Spare
SCT : 28 : 2 : Local	21		U	Spare
SCT : 29 : 2 : Remote	22		V	Spare
SCT : 30 : 2 : Common (+) L / R	23		W	Spare
SCT : 35 : 2 : Close	24		X	Spare
SCT : 36 : 2 : Open	25		Y	Spare
SCT : 37 : 2 : Common (+) C / O	26		Z	Spare
SCT : 48 : 2 : Lamp Low Gas Alarm	27		AA	Spare
SCT : 49 : 2 : Lamp Low Gas Lockout	28		AB	Spare
SCT : 42 : 2 : Lamp Mechanical Lock	29		AC	Spare
SCT : 43 : 2 : Lamp Mechanical Free	30		AD	Spare
SCT : 44 : 2 : Lamp Low Batt	31		AE	Spare
SCT : 45 : 2 : Lamp High Batt	32		AF	Spare
SCT : 47 : 2 : Lamp Over Charge	33		AG	Spare
SCT : 46 : 2 : Lamp Batt Failed Alarm	34		AH	Spare
SCT : 54 : 2 : Door Switch	35		AI	Spare
Spare	31		AJ	Spare
Spare	32		AK	Spare
Spare	33		AL	Spare
Spare	34		AM	Spare
Spare	35		AN	Spare

- รายละเอียดของ TA1 (TA1 Description)

			TA1					
	SLT : 8 : 2	1	CB1	3	SW1 : 1			
	SLT : 10 :2	2		4	SW1 : 2			
	SCT : 25 :2	1	CB2	3	SW1 : 3			
	SCT : 26 :2	2		4	SW1 : 4			
	CB1: 3	1	SW1	5	SCT : 1 :1 : Line			
	CB1: 4	2						
	CB2: 3	3						
	CB2: 4	4		6	SCT : 2 :1 : Neutral			
	SCT : 3 : 2	1	CB3	2	FDCU : 1 : +24VDC			
	SCT : 3 : 2	1	CB4	2	ACC : 1 : +24VDC	SCT : 53 : 2		
	SCT : 3 : 2	1	CB5	2	RADIO : +24VDC			
	SW1 : 5	1	SCT : 1	2	PSU : Line			
	SW1 : 6	1	SCT : 2	2	PSU : Neutral			
BATT(use) : +24 VDC	PSU : +24 VDC	1	SCT : 3	2	CB3 : 1	CB4 : 1	CB5 : 1	
	PSU : +12 VDC : Spare	1	SCT : 4	2				
BATT (Use) : 0 VDC	PSU : 0V	1	SCT : 5	2	FDCU : 0 VDC	ACC : 2 : 0 VDC	RADIO : 0 VDC	SCT : 32 : 2
	PSU : 0V : Spare	1	SCT : 6	2				
	CHG : +24 VDC	1	SCT : 7	2	BATT : +24 VDC			
	CHG : 0 VDC	1	SCT : 8	2	BATT : 0 VDC			
	T1 : A : Curent Phase A (+)	1	SLT : 1	2	FDCU : Curent Phase A (+)			
	T1 : B : Curent Phase A (-)	1	SLT : 2	2	FDCU : Curent Phase A (-)			
	T1 : C : Curent Phase B (+)	1	SLT : 3	2	FDCU : Curent Phase B (+)			
	T1 : D : Curent Phase B (-)	1	SLT : 4	2	FDCU : Curent Phase B (-)			
	T1 : E : Curent Phase C (+)	1	SLT : 5	2	FDCU : Curent Phase C (+)			
	T1 : F : Curent Phase C (-)	1	SLT : 6	2	FDCU : Curent Phase C (-)			
	T1 : G :Common	1	SCT : 9	2	ACC : 3			
	T1 : H :Close status	1	SCT : 10	2	ACC : 4			
	T1 : I :Low Gas Alarm	1	SCT : 11	2	ACC : 5			
	T1 : J :Mortor (-)	1	SCT : 12	2	ACC : 17			
	T1 : K :Motor (+)	1	SCT : 13	2	ACC : 18			
	T1 : L : Spare	1	SCT : 14	2				
	T1 : M : Spare	1	SCT : 15	2				
	T1 : N :Open Status	1	SCT : 16	2	ACC : 6			
	T1 : P :Mechanical Lock	1	SCT : 17	2	ACC : 7			
	T1 : R :Low Gas Lockout	1	SCT : 18	2	ACC : 8			
	T1 : S :Etc.1	1	SCT : 19	2	ACC : 9			
	T1 : T :Etc.2	1	SCT : 20	2	ACC : 10			
	T1 : U : Spare	1	SCT : 21	2				
	T1 : V : Spare	1	SCT : 22	2				
	T1 : W : Spare	1	SCT : 23	2				
	T1 : X : Spare	1	SCT : 24	2				
	T2 : A : Voltage Phase A	1	SLT : 7	2	FDCU : Voltage Phase A			
	T2 : B : Voltage Phase B	1	SLT : 8	2	FDCU : Voltage Phase B	CB1 : 1		
	T2 : C : Voltage Phase C	1	SLT : 9	2	FDCU : Voltage Phase C			
	T2 : D :Neutral	1	SLT : 10	2	FDCU : Neutral	CB1 : 2		
	T2 : E :110/220 VAC Line	1	SCT : 25	2	-	CB2 : 1		
	T2 : F :110/220 VAC Neutral	1	SCT : 26	2	-	CB2 : 2		
	T2 : G :Spare	1	SCT : 27	2	-			
	SW1 : 1 : Local	1	SCT : 28	2	ACC : 21	SCT : 31 : 2		
	SW1 : 2 : Remote	1	SCT : 29	2	ACC : 22	SCT : 33 : 2		
	SW1 : 3 : Common (+) L / R	1	SCT : 30	2	ACC : 23			
	Lamp1 : + (Local)	1	SCT : 31	2	SCT : 28 : 2			
	Lamp1 : - (Local)	1	SCT : 32	2	SCT : 5 : 2	SCT : 34 : 2		
	Lamp2 : + (Remote)	1	SCT : 33	2	SCT : 29 : 2			
	Lamp2 : - (Remote)	1	SCT : 34	2	SCT : 32 : 2	SCT : 39 : 2		
	SW2 : 1 : Close	1	SCT : 35	2	ACC : 24	SCT : 38 : 2		
	SW2 : 2 : Open	1	SCT : 36	2	ACC : 25	SCT : 40 : 2		
	SW2 : 3 : Common (+) C/O	1	SCT : 37	2	ACC : 26			
	Lamp3 : + (Close)	1	SCT : 38	2	SCT : 35 : 2			
	Lamp3 : - (Close)	1	SCT : 39	2	SCT : 34 : 2	SCT : 41 : 2		
	Lamp4 : + (Open)	1	SCT : 40	2	SCT : 36 : 2			
	Lamp4 : - (Open)	1	SCT : 41	2	SCT : 39 : 2	SCT : 50 : 2		
	Lamp5 : + (Mech lock)	1	SCT : 42	2	ACC : 29			
	Lamp6 : + (Mech Free)	1	SCT : 43	2	ACC : 30			
	Lamp7 : + (Low Batt)	1	SCT : 44	2	ACC : 31			
	Lamp8 : + (High Batt)	1	SCT : 45	2	ACC : 32			
	Lamp9 : + (Batt Fail Alm)	1	SCT : 46	2	ACC : 34			
	Lamp10 : + (Batt CHG Over)	1	SCT : 47	2	ACC : 33			
	Lamp11 : + (Low Gass Alm)	1	SCT : 48	2	ACC : 27			
	Lamp12 : +(Low Gas Lock)	1	SCT : 49	2	ACC : 28			
	Lamp GND	1	SCT : 50	2	SCT : 41 : 2			
	Lamptest SW : A	1	SCT : 51	2	ACC : 19			
	Lamptest SW : B	1	SCT : 52	2	ACC : 20			
	Door Switch : A	1	SCT : 53	2	CB4 : 2			
	Door Switch : B	1	SCT : 54	2	ACC : 35			

(2.2) รายการอุปกรณ์ FDCU – LRC พร้อมตู้ควบคุม ต่อ 1 ชุด ประกอบด้วย

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1	ตู้ควบคุม LRC (SCADA Ready)	1	Set
	1.1 แบตเตอรี่ Lead-acid gel electrolyte type	1	Lot
	1.2 Control Cable	1	Set
	1.3 Power Cable	1	Set
	1.4 Battery Charger	1	Set
	1.5 Battery Tester	1	Set

หมายเหตุ: สำหรับการออกแบบตู้ควบคุม LRC ให้อ้างอิง Specification no. RPRO-047/2564

(2.3) รายการอุปกรณ์ FDCU – LRR พร้อมตู้ควบคุม ต่อ 1 ชุด ประกอบด้วย

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1	Feeder Device Control Unit (FDCU)	1	Set
2	Accessories		
	2.1 Steel Plate with Handle	1	Set
	2.2 Terminal Block (For Supply, Analog, DI/DO, Ground)	1	Lot
	2.3 Miniature Circuit Breaker (MCB) for FDCU	1	Set
	2.4 Miniature Circuit Breaker (MCB) for WRL	1	Set
	2.5 DC surge protector for FDCU and WRL	1	Lot
	2.6 Data link Cable (for connect FDCU and WRL) - RS232 - Ethernet Cable	1	Lot
	2.7 Cable tray /Name plate	1	Lot
	2.8 สายไฟ (Metallic Cables) ประกอบด้วย - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Input **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Output **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog VT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog CT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับ DC Supply **สีขาว(ไฟบวก)/สีดำ(ไฟลบ)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับกราวด์ **สีเขียว-เหลือง** มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร	1	Lot
3.	ตู้ควบคุม LRR	1	Set
	3.1 แบตเตอรี่ Lead-acid gel electrolyte type	1	Lot
	3.2 Control Cable	1	Set
	3.3 Power Cable	1	Set
	3.4 Battery Charger	1	Set
	3.5 Battery Tester	1	Set

หมายเหตุ: สำหรับการออกแบบตู้ควบคุม LRR ให้อ้างอิง Specification no. RTRN-039/2561

(2.4) รายการอุปกรณ์ FDCU – SCB พร้อมตู้ควบคุม ต่อ 1 ชุด ประกอบด้วย

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1	Feeder Device Control Unit (FDCU)	1	Set
2	Accessories		
	2.1 Steel Plate with Handle	1	Set
	2.2 Terminal Block (For Supply, Analog, DI/DO, Ground)	1	Lot
	2.3 Control Inhibit Switch	1	Set
	2.4 Miniature Circuit Breaker (MCB) for FDCU	1	Set
	2.5 Miniature Circuit Breaker (MCB) for WRL	1	Set
	2.6 DC surge protector for FDCU and WRL	1	Lot
	2.7 Data link Cable (for connect FDCU and WRL) - RS232 - Ethernet Cable	1	Lot
	2.8 Cable tray /Name plate	1	Lot
	2.9 สายไฟ (Metallic Cables) ประกอบด้วย - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Input **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Digital Output **สีเทา** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog VT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับสัญญาณ Analog CT **แยกสีตามเฟส(แดง/เหลือง/น้ำเงิน)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับ DC Supply **สีขาว(ไฟบวก)/สีดำ(ไฟลบ)** มีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร - สายไฟสำหรับกราวด์ **สีเขียว-เหลือง** มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร	1	Lot
3.	ตู้ควบคุม SCB	1	Set
	3.1 แบตเตอรี่ Lead-acid gel electrolyte type	1	Lot
	3.2 Control Cable	1	Set
	3.3 Power Cable	1	Set
	3.4 Battery Charger	1	Set
	3.5 Battery Tester	1	Set

หมายเหตุ: สำหรับการออกแบบตู้ควบคุม SCB ให้อ้างอิง Specification no. RPRO-008/2555

(3) สำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้ในตู้ควบคุมอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB ให้ผู้รับจ้างใช้แบตเตอรี่ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(3.1) จำนวนแบตเตอรี่แบ่งเป็น 2 รายการ ดังนี้

(3.1.1) รายการที่ 1 (กลุ่ม 1)

- ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V ชนิด Lead-acid gel electrolyte type สำหรับ FDCU-LRR จำนวน 111 ชุด
- แบตเตอรี่ขนาด 24 V ชนิด Lead-acid gel electrolyte type สำหรับ FDCU-RCS, FDCU-LRC และ FDCU-LRR จำนวน 366 ชุด
- แบตเตอรี่ขนาด 24 V ชนิด LiFePO4 สำหรับ FDCU-RCS จำนวน 5 ชุด

(3.1.2) รายการที่ 2 (กลุ่ม 2)

- ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V ชนิด Lead-acid gel electrolyte type สำหรับ FDCU-LRR จำนวน 22 ชุด
- แบตเตอรี่ขนาด 24 V ชนิด Lead-acid gel electrolyte type สำหรับ FDCU-RCS, FDCU-LRC และ FDCU-LRR จำนวน 302 ชุด
- แบตเตอรี่ขนาด 24 V ชนิด LiFePO4 สำหรับ FDCU-RCS จำนวน 17 ชุด

(3.2) แบตเตอรี่ต้องมีความสามารถเพียงพอที่จะรองรับการทำงานของอุปกรณ์ FDCU Local Control Panel และวิทยุเป็นเวลาไม่น้อยกว่าสิบสอง (12) ชั่วโมง ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟ AC ล้มเหลว รวมถึงภายในระยะเวลานี้ ต้องมีความสามารถในการทำงานไม่น้อยกว่าสองรอบ Open – Close ของอุปกรณ์ RCS ในอุณหภูมิแวดล้อมที่อุปกรณ์ RCS สามารถทำงานได้ ทั้งนี้วิทยุต้องอยู่ในโหมดส่งสัญญาณเป็นเวลาอย่างน้อย 20% ของเวลาในช่วง 12 ชั่วโมง และจะต้องมีรายละเอียดของการคำนวณความสามารถของแบตเตอรี่ตามข้อกำหนดที่กำหนดข้างต้น

(3.3) ในการคำนวณเพื่อการออกแบบแบตเตอรี่จะต้องพิจารณาปัจจัยด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ การชดเชยอุณหภูมิ (Temperature correction factor), ปัจจัยด้านข้อจำกัดของแบตเตอรี่ (Design Margin) และ ปัจจัยอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ในกรณีนี้จะต้องนำเสนอรายละเอียดความสัมพันธ์อายุการใช้งานของแบตเตอรี่เทียบกับอุณหภูมิ

(3.4) แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานขั้นต่ำไม่น้อยกว่าสิบ (10) ปีที่อุณหภูมิระบุ 20 °C

(3.5) แบตเตอรี่ต้องรองรับด้วยถาดที่ทำจากวัสดุทนต่อการกัดกร่อน

(3.6) ให้มีช่องว่างสำหรับทางเข้าและทางระบายอากาศ โดยรอบไม่น้อยกว่า 15 มม.

(3.7) แบตเตอรี่ชนิด Lead-acid gel electrolyte type

(3.2.1) ได้รับการออกแบบและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60896-21, DIN 43534, BS 6290 Part 4 หรือเทียบเท่า

(3.8) แบตเตอรี่ชนิด LiFePO4

(3.8.1) แบตเตอรี่ต้องมี Active Balance 8s กระแส Discharge อย่างต่ำ 1.5 A

(3.8.2) แบตเตอรี่ต้องมี BMS 8s 20A แบบ Common Port โดยต้องมีคุณสมบัติ

(3.8.2.1) Over Charge Protection

(3.8.2.2) Over Discharge Protection

(3.8.2.3) Over Current Protection

(3.8.2.4) Shot Circuit Protection

(3.8.3) ใช้ขั้ว X90 female เข้าสายขั้ว+ และขั้ว- จากBattery โดยใช้สายขนาดเดียวกับสายของ BMS และเป็นสายซิลิโคน ใช้ขั้ว X90 male เข้าสายกับ Board controller

(3.8.4) การเข้าขั้วแบตแต่ละ Cell ต้องไขน็อตให้แน่นหนา โดย Bus bar ต้องมีความหนาอย่างต่ำ 1.5 mm.

(3.8.5) แบตเตอรี่ต้องผ่านการทำ Balance Cell และจัดส่งรายงานผลทดสอบให้ กฟภ. จำนวน 1 ชุด

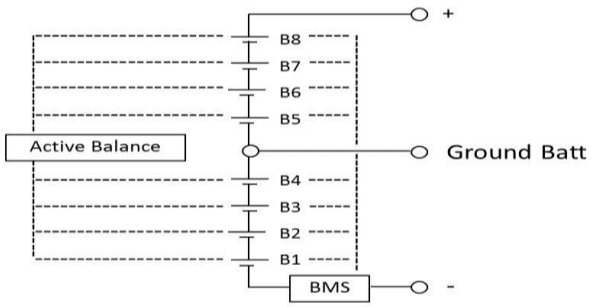
(3.8.6) ต้องมีสาย Ground Batt (ต่อจาก Busbar Cell ที่ 4 และ Cell ที่ 5) ขนาดเดียวกับสายของ BMS และเป็นสายซิลิโคน เพื่อรองรับสัญญาณ Point Ground Batt ให้กับ Board Controller โดยใช้หางปลากลมขนาด Ø 5 mm. โดยต้องผ่าน Fuse 1A (ถ้าไม่มีการใช้งานสัญญาณนี้ต้องมีอุปกรณ์ปิดขั้วหางปลาเพื่อไม่ให้นำกระแสไฟฟ้าได้) สาย Ground Batt ใช้กับ FDCU-RCS เท่านั้น

(3.8.7) แบตเตอรี่ ต้องพันด้วยเทปกันระเบิด (Filament Tap) อย่างน้อย 3 รอบ

(3.8.8) ตามข้อ 3.1, 3.8 และ 3.9 ต้องหุ้มด้วยฟิล์มหดหรือท่อหดทั้งหมดเพื่อป้องกันน้ำและฝุ่น โดยต้องมีความเป็นฉนวนไม่ลัดวงจร และห่อหุ้มให้มิดชิด

(3.8.9) ขณะใช้งาน Charge และ Discharge 1C แรงดัน Battery ต้องมีความต่างแต่ละ Cell ต้องไม่เกิน 0.1 Volt และจัดส่งรายงานผลทดสอบให้ กฟภ. จำนวน 1 ชุด

(3.8.10) อุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ต้องทนอุณหภูมิแวดล้อมได้ 70°C เป็นอย่างต่ำ



รูปการต่อวงจรภายใน Battery (เฉพาะ FDCU – RCS)

(4) Battery Chargers

แหล่งจ่ายไฟ DC จะต้องมี Battery Chargers ที่มีคุณสมบัติที่สามารถกำหนดค่าได้ ซึ่ง Battery Chargers ต้องมีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าแรงดัน Battery เมื่อถูกชาร์จจนเต็ม (29.0 Volt)

2) ค่าแรงดัน Battery เมื่อจะเริ่มชาร์จ (24.0 Volt) โดยสามารถปรับค่าได้ขั้นละ (Step) 0.1 Volt

3) ค่ากระแสชาร์จสามารถตั้งค่าได้ (0.1 – 0.3 C) โดยสามารถปรับค่าได้ขั้นละ (Step) 0.5 A

4) ต้องเป็นวงจรชาร์จแบบ Constant Current (CC) และ Constant Voltage (CV) ซึ่งเมื่อดำเนินการชาร์จเต็มแล้วจะต้องตัดการชาร์จ

5) ต้องสามารถเปลี่ยนเป็นโหมดการชาร์จอัตโนมัติ เมื่อแรงดันแบตเตอรี่ลดลงต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ และในกรณีต่อไปนี้ จะเปลี่ยนเป็นโหมดตัดวงจรชาร์จ "ไม่ชาร์จ" โดยอัตโนมัติเมื่อ:

5.1) แรงดันแบตเตอรี่เกินค่าที่ตั้งไว้

5.2) อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient temperature) มากกว่า 60 °C

5.3) เวลาในการชาร์จมากกว่าจำนวนชั่วโมงที่กำหนด เช่น ยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมง

5.4) แบตเตอรี่มีสภาพอิมพีแดนซ์สูง (แบตเตอรี่ล้มเหลว)

6) มีระบบป้องกันกระแสเกิน แรงดันเกิน และไฟกระชาก

7) Battery Chargers ต้องมีการต่อสายดิน

8) Battery Chargers ต้องสามารถป้องกันการเกิด Deep Discharge เมื่อสูญเสียแหล่งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ทั้งนี้ Battery Charger จะต้องตัดการเชื่อมต่อวงจรที่จ่ายโดยแบตเตอรี่ทั้งหมด ตามเวลาที่ผู้ใช้ปรับได้ หรือเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้

นอกเหนือจากข้อกำหนดข้างต้นแล้ว จะต้องมีความสามารถในการเริ่มต้นการเตือนดังต่อไปนี้:

1) สัญญาณเตือนแรงดันแบตเตอรี่ต่ำ

2) สัญญาณเตือนแรงดันแบตเตอรี่สูง

3) สัญญาณเตือนแบตเตอรี่ล้มเหลว

4) สัญญาณเตือนแรงดันไฟฟ้าเกินของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

5) สัญญาณเตือนแบตเตอรี่ขาดการเชื่อมต่อ

สัญญาณ Alarm จะต้องแสดงบน Local Control Panel พร้อมไฟแสดงสถานะ LED ที่สว่างเป็นพิเศษ สัญญาณ Alarm เหล่านี้จะถูกส่งไปยังศูนย์ TDMS สำหรับหลอดไฟ LED ต้องสว่างเพียงพอที่จะเห็นได้ในที่ที่มีแสงแดดจ้า และต้องมีฟังก์ชันการตรวจสอบแบตเตอรี่ เพื่อวัดและติดตามการเสื่อมสภาพของแบตเตอรี่ที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และจะต้องสามารถรายงานพารามิเตอร์ดังกล่าวของแบตเตอรี่ไปยัง TDMS ได้ การตรวจวัดดังกล่าวอาจวัดจากแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความจุแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ เพื่อป้องกันการเสื่อมของแบตเตอรี่ก่อนที่จะเสื่อมสภาพ

(5) สำหรับสาย Control Cable และ Power Cable ที่ใช้กับอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB ให้ผู้รับจ้างดำเนินการเปลี่ยนสายทั้งเส้นโดยให้ใช้เป็นวัสดุ Military Grade และต้องสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เดิมได้

7.6 เนื่องจากการดำเนินงานตามสัญญานี้เป็นการติดตั้งอุปกรณ์ FDCU-RCS, FDCU-LRC, FDCU-LRR และ FDCU-SCB พร้อมตู้ควบคุม ในระบบจำหน่ายที่จ่ายไฟแล้ว ดังนั้นผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวัง และมีแผนในการดำเนินการที่ชัดเจนและแน่นอน ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องดับไฟเพื่อปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของ กฟภ. ล่วงหน้าอย่างน้อย 15 (สิบห้า) วันทำการ

7.7 กฟภ. จะแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ เพื่อทำหน้าที่ควบคุม และประสานงานกับผู้รับจ้างอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มการติดตั้งจนถึงการนำระบบใหม่เข้าใช้งาน

7.8 ผู้รับจ้างต้องจัดทำบัญชีรายการอุปกรณ์ FDCU ที่รื้อถอนทั้งหมดของแต่ละแห่ง พร้อมนำส่งอุปกรณ์ที่รื้อถอนทั้งหมดที่ฝ่ายปฏิบัติการและบำรุงรักษา การไฟฟ้าเขตต่างๆ

7.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตู้ควบคุมที่ทำจากวัสดุ Stainless Steel (Type 304L) หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร โดยทดสอบตามมาตรฐาน IEC60529 และได้มาตรฐานการป้องกัน IP54 หรือดีกว่า พร้อมพ่นสีเคลือบเป็นสีเทา (RAL 7032) และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น Connector, วงจรควบคุม, แบตเตอร์รี่ และชุดชาร์จแบตเตอร์รี่ เพื่อให้ตู้ควบคุมที่จัดหามาทดแทนของเดิมนั้น สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เดิมที่ติดตั้งใช้งานอยู่เดิมในปัจจุบันได้

7.10 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแม่กุญแจ (Master Key) และลูกกุญแจเพื่อล็อกตู้ควบคุมตามปริมาณงาน โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้กำหนดคุณสมบัติ

7.11 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดฝึกอบรมที่มีเนื้อหาครอบคลุมตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของ กฟภ. สามารถทำการตรวจซ่อมระบบได้เองโดยก่อนการจัดฝึกอบรมผู้รับจ้างต้องดำเนินการ ดังนี้

(1) ผู้รับจ้างจะต้องส่งเอกสารรายละเอียดหัวข้อและเนื้อหาของการฝึกอบรมให้ กฟภ. พิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการจัดอบรม โดยเนื้อหาของหลักสูตร (Training Course) ต้องครอบคลุมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และจะต้องครอบคลุมเนื้อหาทุกอุปกรณ์ ตามรายละเอียดเนื้อหาที่ได้ระบุไว้ข้อกำหนดทางเทคนิค

(2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาสถานที่ และทำการฝึกอบรม ให้แก่พนักงาน กฟภ. กลุ่มที่ 1 จำนวนไม่น้อยกว่า 12 (สิบสอง) คน และ กลุ่มที่ 2 จำนวนไม่น้อยกว่า 12 (สิบสอง) คน โดยแต่ละกลุ่มมีระยะเวลารวมไม่น้อยกว่า 35 (สามสิบห้า) ชั่วโมง เป็นการอบรมวันละไม่เกิน 7 (เจ็ด) ชั่วโมง สำหรับในส่วนค่าใช้จ่ายการเดินทางและค่าเบี้ยเลี้ยงที่พักของเจ้าหน้าที่ กฟภ. ที่เข้าร่วมอบรม กฟภ. จะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายดังกล่าว

7.12 การจัดส่งเอกสาร

ภายหลังการดำเนินงานแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสารที่ กองอุปกรณ์ควบคุม อาคาร LED ชั้น 15 กฟภ. สำนักงานใหญ่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (ชุด)		หมายเหตุ
		Hard Copy	Soft File	
1	As-Built Documents and Drawing สำหรับตู้ควบคุม RCS แต่ละผลิตภัณฑ์	3	3	สำหรับ Soft File ผู้รับจ้างจะต้องจัดเก็บในอุปกรณ์ Flash Drive
2	Operation and Maintenance (O&M) Manual	3		
3	FDCU Maintenance Software and Configuration	-		

7.13 การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ FDCU

(1) การทดสอบ Factory Acceptance Test (FAT) อุปกรณ์ FDCU ณ โรงงานผู้ผลิต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแผนการทดสอบ (Test Plan) พร้อมรายละเอียดการทดสอบ Factory Acceptance Test (FAT) ณ โรงงานผู้ผลิต หรือสถานที่ที่ผู้รับจ้างจัดเตรียม ให้ กฟภ. พิจารณาให้ความเห็นชอบล่วงหน้าก่อนวันเริ่มทดสอบจริง โดยที่ กฟภ. จะส่งเจ้าหน้าที่เข้า Witness การทดสอบที่ดำเนินการโดยผู้รับจ้าง พร้อมลงลายมือชื่อเป็นผู้สังเกตการทดสอบพร้อมความเห็น (ถ้ามี)

(2) การทดสอบ Site Acceptance Test (SAT) และการทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA (End To End Test (ETE))

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการทดสอบ (Test Plan) พร้อมรายละเอียดการทดสอบ Site Acceptance Test (SAT) และการทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA (End To End Test (ETE)) และระบบสื่อสารของ กฟภ. โดยทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ และผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับทดสอบอุปกรณ์ FDCU กับระบบ SCADA ให้ครบถ้วน และส่งให้ กฟภ. พิจารณาให้ความเห็นชอบ

ล่วงหน้าก่อนวันเริ่มทดสอบจริง (ในกรณีที่ระบบสื่อสารของ กฟภ. ไม่พร้อมสำหรับการทดสอบ ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมอุปกรณ์ชุด Simulator ที่ กฟภ. ยอมรับ เพื่อใช้ในการทดสอบได้)

กฟภ. จะส่งเจ้าหน้าที่เข้า Witness การทดสอบหน้างานที่ดำเนินการโดย ผู้รับจ้าง พร้อมลงลายมือชื่อเป็นผู้สังเกตการทดสอบพร้อมความเห็น (ถ้ามี)

ข้อ 8 การคิดค่าปรับและค่าชดเชย

การคิดค่าปรับและค่าชดเชย กรณีผู้รับจ้างขอเปลี่ยน หรือเพิ่มผลิตภัณฑ์ หรือส่งมอบวัสดุอุปกรณ์ที่มีรายละเอียดไม่ตรงตามสัญญาจ้างเหมา

8.1 กฟภ. จะยกเว้นการคิดค่าปรับ (PENALTY) 5% ในกรณีต่างๆ ดังนี้

- กรณีนอกเหนือการควบคุมของคู่สัญญาเนื่องจากเหตุสุดวิสัยหรือพฤติการณ์ที่คู่สัญญาไม่ต้องรับผิดชอบ เช่น ผู้ผลิตเลิกกิจการหรือมีการรวมกิจการกับบริษัทอื่นแล้วยกเลิกการผลิตอุปกรณ์รุ่นที่เสนอในสัญญา หรือมีการพัฒนารุ่นใหม่ที่ดีกว่า

- กรณีเป็นความต้องการของ กฟภ. หรือเป็นมติของคณะรัฐมนตรีเป็นเหตุให้ต้องขอเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

- กรณีสัญญามีข้อผิดพลาดทางเอกสารที่พิสูจน์ได้ว่าไม่ได้เกิดจากเจตนา เช่น รุ่นอุปกรณ์ที่ไม่มีการผลิตจริง เป็นต้น

ทั้งนี้ อุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยนต้องถูกต้องตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) ของ กฟภ. โดยมีคุณภาพและคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าสัญญาแต่หากอุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยน มีคุณภาพและคุณสมบัติด้อยกว่าอุปกรณ์ในสัญญาแต่ยังถูกต้องตามข้อกำหนดของ กฟภ. โดยมีคุณภาพและคุณสมบัติอยู่ในพิกัดที่มาตรฐานกำหนดว่าพอจะรับไว้ใช้งานได้ กฟภ. จะคิดค่าชดเชย โดยประเมินจากมูลค่าของอุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยน ซึ่งลดลงหรือด้อยกว่าอุปกรณ์ในสัญญาด้วย

8.2 กฟภ. จะคิดค่าปรับ (PENALTY) 5% ในกรณีต่างๆ ดังนี้

- ผู้รับจ้างขอเปลี่ยนหรือเพิ่มผลิตภัณฑ์โดยไม่ได้เป็นเหตุ ตามข้อ 8.1

- ผู้รับจ้างต้องการลดพิกัด หรือลดขนาด หรือลดจำนวน โดยสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงแต่ยังคงสามารถทำงานได้ตามความต้องการหลักของกฟภ.

ทั้งนี้ อุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยนหรือเพิ่มต้องถูกต้องตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) ของ กฟภ. และต้องมีคุณภาพและคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าอุปกรณ์ในสัญญา แต่หากอุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยนหรือเพิ่มดังกล่าวข้างต้นมีคุณภาพละคุณสมบัติด้อยกว่าอุปกรณ์ในสัญญาแต่ยังถูกต้องตามข้อกำหนดของ กฟภ. โดยมีคุณภาพและคุณสมบัติอยู่ในพิกัดที่มาตรฐานกำหนดว่าพอจะรับไว้ใช้งานได้ผู้รับจ้างยินยอมให้ กฟภ. คิดค่าชดเชยเพิ่มอีกด้วยนอกเหนือจากค่าปรับ (PENALTY) 5% โดยประเมินจากมูลค่าของอุปกรณ์ที่ขอเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมซึ่งลดลงหรือด้อยกว่าอุปกรณ์ในสัญญา

สำหรับกรณีการขอเพิ่มผลิตภัณฑ์จากสัญญาซึ่ง กฟภ. ได้ยินยอมให้เพิ่มแล้วนั้นผู้รับจ้างสามารถนำเอาอุปกรณ์ทั้งที่อยู่ในสัญญาเดิมและอุปกรณ์ที่ขอเพิ่มเติมแล้วมาดำเนินการติดตั้งได้แต่ กฟภ. จะไม่พิจารณาคืนค่าปรับ (PENALTY) 5% ถึงแม้ว่าผู้รับจ้างจะใช้อุปกรณ์ตามสัญญาเดิมและหากเป็นกรณีที่อุปกรณ์ที่ขอเพิ่มนั้นมีมูลค่าต่ำกว่าอุปกรณ์ในสัญญาเดิมและได้มีการคิดค่าชดเชยไว้แล้วแม้ผู้รับจ้างนำเอาอุปกรณ์ที่อยู่ในสัญญาเดิมที่มีมูลค่าสูงกว่ามาติดตั้งให้ก็จะไม่พิจารณาคืนค่าชดเชยที่ได้หักไว้แล้วแต่อย่างใด

ข้อ 9 การตัดสิทธิและการลงโทษเป็นผู้ทิ้งงาน

ในกรณีผู้รับจ้าง ไม่ปฏิบัติตามสัญญา ผู้ว่าจ้าง มีสิทธิพิจารณาให้ ผู้รับจ้าง เป็นผู้ถูกตัดสิทธิการขาย จากผู้ว่าจ้าง และ/หรือ เป็นผู้ทิ้งงานตามกฎหมาย ข้อบังคับ ระเบียบ ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างใช้บังคับ

ข้อ 10 การทำประกันภัย

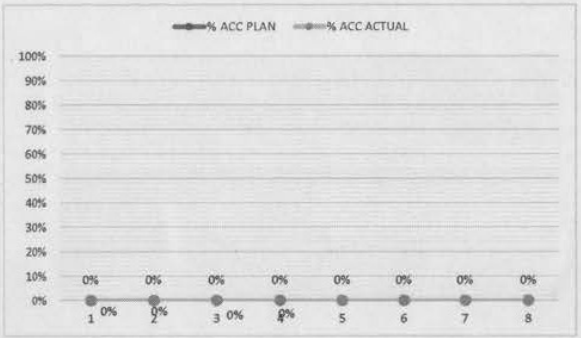
กำหนดให้ผู้รับจ้างต้องทำประกันภัยระบุผู้รับผลประโยชน์เป็น กฟภ. และส่งมอบต้นฉบับกรมธรรม์ประกันภัยพร้อมหลักฐานการชำระเบี้ยประกันภัยให้แก่ กฟภ. ก่อนวันที่ได้รับหนังสือแจ้งจาก กฟภ. ให้เริ่มทำงาน โดยให้ผลคุ้มครองภัยทุกชนิด เช่น อัคคีภัย อุทกภัย แผ่นดินไหว และประกันภัยอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานของผู้ว่าจ้าง และบุคคลที่ 3 โดยมีวงเงินเต็มตามมูลค่างานก่อสร้างตามสัญญา มีผลตลอดระยะเวลาทำงานจ้างตามสัญญาจนกว่าผู้ว่าจ้างจะรับมอบงาน (กฟภ. ได้ออกหนังสือรับรองผลงาน (Provisional Acceptance Certificate : PAC) ให้แก่ผู้รับจ้างแล้ว)

ตัวอย่างแผนงาน

ตัวอย่างแบบการจัดทำแผนการทำงาน

ที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	%
1	งานรื้อโครงสร้างเดิม					
	รายการ....	ลบ.ม.				
	รายการ....	ลบ.ม.				
2	งานผิวทาง					
	รายการ....	ตร.ม.				
	รายการ....	ตร.ม.				
				รวม	-	0%

1	2	3	4	5	6	7	8
เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...	เดือน...



Money								
AccMoney								
% PLAN								
% ACC PLAN								
% ACTUAL								
% ACC ACTUAL								
% ACC DIFF								
% PLAN/2								
% PLAN/2 DIFF								

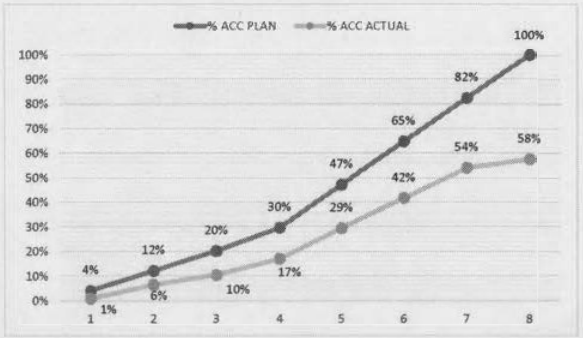
หมายเหตุ:

1) กรณีตัวอย่าง กำหนดระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานทั้งสัญญา จำนวน 8 เดือน
2) [ ] หมายถึง ระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานของแต่ละรายการก่อสร้าง เช่น งานรื้อโครงสร้างเดิม กำหนดระยะเวลาก่อสร้าง จำนวน 4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาการก่อสร้างผิวทาง)
3) 25 หมายถึง ร้อยละของงานที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างตามแผนงานประจำเดือนของแต่ละรายการก่อสร้าง ซึ่งแต่ละรายการก่อสร้าง คิดเป็น 100 %
4) Money มูลค่างานแต่ละรายการ คำนวณจากร้อยละตามแผนงานเทียบกับมูลค่างานของแต่ละรายการ
5) % PLAN ร้อยละของแผนดำเนินงาน คำนวณจากมูลค่าของงานตามแผนดำเนินการ เมื่อเทียบกับมูลค่าของงานทั้งโครงการ

ตัวอย่างวิธีการจัดทำแผนการทำงาน

ที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	%
1	งานรื้อโครงสร้างเดิม					
	a1	ลบ.ม.	100	5,000	500,000	16%
	a2	ลบ.ม.	120	2,000	240,000	8%
2	งานผิวทาง				-	
	b1	ตร.ม.	400	2,000	800,000	26%
	b2	ตร.ม.	300	5,000	1,500,000	49%
				รวม	3,040,000	100%

	1	2	3	4	5	6	7	8
	ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค
	25	25	25	25				
		50	50					
				20	20	20	20	20
					25	25	25	25
Money								
AccMoney								
% PLAN								
% ACC PLAN								
% ACTUAL								
% ACC ACTUAL								
% ACC DIFF								
% PLAN/2								
% PLAN/2 DIFF								



หมายเหตุ:

1) กรณีตัวอย่าง กำหนดระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานทั้งสัญญา จำนวน 8 เดือน

2) หมายถึง ระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานของแต่ละรายการก่อสร้าง เช่น 1. งานรื้อโครงสร้างเดิม กำหนดระยะเวลาก่อสร้าง จำนวน 4 เดือน 2. งานก่อสร้างผิวทาง กำหนดระยะเวลาก่อสร้าง 5 เดือน

3) 25 หมายถึง ร้อยละของงานที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างตามแผนงานประจำเดือนของแต่ละรายการก่อสร้าง ซึ่งแต่ละรายการก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 100 ตามตัวอย่าง งานรื้อโครงสร้างเดิม ถือเป็นร้อยละ 100 ของรายการนี้

4) Money มูลค่างานแต่ละรายการ คำนวณจากร้อยละตามแผนงานเทียบกับมูลค่างานของแต่ละรายการ

5) % PLAN ร้อยละของแผนดำเนินงาน คำนวณจากมูลค่าของงานตามแผนดำเนินการ เมื่อเทียบกับมูลค่าของงานทั้งโครงการ

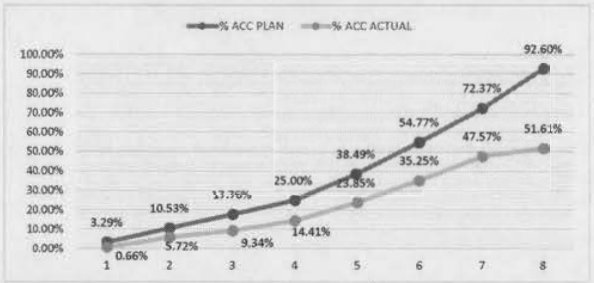
ตัวอย่างการคำนวณและการประเมินการดำเนินการตามแผนการทำงาน กรณีระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี

ระยะเวลาเกิน 1 ใน 2 | ระยะเวลาเกิน 3 ใน 4 | สิ้นสุดสัญญา

ที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	%	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
							ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค
1	งานรื้อโครงสร้างเดิม													
	a1	ลบ.ม.	100	5,000	500,000	16%	20	20	20	20	20			
	a2	ลบ.ม.	120	2,000	240,000	8%		50	50					
2	งานผิวทาง				-									
	b1	ตร.ม.	400	2,000	800,000	26%				15	20	15	20	30
	b2	ตร.ม.	300	5,000	1,500,000	49%					10	25	25	25
				รวม	3,040,000	100%								
	Money						100,000	220,000	220,000	220,000	410,000	495,000	535,000	615,000
	AccMoney						100,000	320,000	540,000	760,000	1,170,000	1,665,000	2,200,000	2,815,000
	% PLAN						3.29%	7.24%	7.24%	7.24%	13.49%	16.28%	17.60%	20.23%
	% ACC PLAN						3.29%	10.53%	17.76%	25.00%	38.49%	54.77%	72.37%	92.60%
	% ACTUAL						0.66%	5.07%	3.62%	5.07%	9.44%	11.40%	12.32%	4.05%
	% ACC ACTUAL						0.66%	5.72%	9.34%	14.41	23.85%	35.25%	47.57%	51.61%
	% ACC DIFF						2.63%	4.80%	8.42%	10.59%	14.64%	19.52%	24.80%	40.99%

$$\frac{(500{,}000 \times 20)}{100} = 100{,}000$$

$$\frac{100{,}000}{3{,}040{,}000} \times 100 = 3.29\ \%$$



ผลงานสะสมไม่ถึงร้อยละ 25
โดยความล่าช้าเป็นความผิดของคู่สัญญา

หมายเหตุ:

1) กรณีตัวอย่าง กำหนดระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานทั้งสัญญา จำนวน 8 เดือน
2) [ ] หมายถึง ระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานของแต่ละรายการก่อสร้าง เช่น งานรื้อโครงสร้างเดิม กำหนดระยะเวลาก่อสร้าง จำนวน 4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาการก่อสร้างผิวทาง)
3) 20 หมายถึง ร้อยละของงานที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างตามแผนงานประจำเดือนของแต่ละรายการก่อสร้าง (แต่ละรายการก่อสร้าง รวมกัน 100 %)
4) Money มูลค่างานแต่ละรายการ คำนวณจากร้อยละตามแผนงานเทียบกับมูลค่างานของแต่ละรายการ
5) AccMoney มูลค่างานสะสมในแต่ละเดือน
6) % PLAN ร้อยละของแผนดำเนินงาน คำนวณจากมูลค่าของงานตามแผนดำเนินการ เมื่อเทียบกับมูลค่าของงานทั้งโครงการ
7) % ACC PLAN ร้อยละของแผนดำเนินงานสะสม
8) % ACTUAL ร้อยละของการดำเนินงานจริง
9) % ACC ACTUAL ร้อยละของการดำเนินงานจริงสะสม
10) % ACC DIFF ร้อยละของความแตกต่างระหว่างการทำงานจริงเทียบกับแผนดำเนินการสะสม

ตัวอย่างการคำนวณและการประเมินการดำเนินการตามแผนการทำงาน กรณีระยะเวลาเกิน 1 ปี

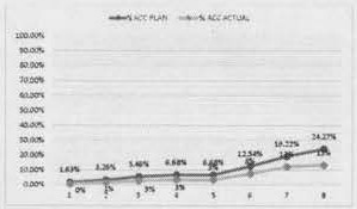
ระยะเวลาเกิน 1 ใน 2 | ระยะเวลาเกิน 3 ใน 4 | สิ้นสุดสัญญา

ที่	รายการ	หน่วย	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน	%
1	งานสื่อโครงสร้างเดิม					
	a1	ลบ.ม.	100	5,000	500,000	8%
	a2	ลบ.ม.	120	2,000	240,000	4%
	a2	ลบ.ม.	150	2,000	300,000	5%
	a3	ลบ.ม.	150	2,000	300,000	5%
2	งานผิวทาง				-	
	b1	ตร.ม.	400	2,000	800,000	13%
	b2	ตร.ม.	200	5,000	1,000,000	16%
	b2	ตร.ม.	300	10,000	3,000,000	49%
				รวม	6,140,000	100%

$$\frac{(500{,}000 \times 20)}{100} = 100{,}000$$

$$\frac{105{,}000}{5{,}840{,}000} \times 100 = 1.71\ \%$$

	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12	เดือนที่ 13	เดือนที่ 14	เดือนที่ 15	เดือนที่ 16	เดือนที่ 17	เดือนที่ 18	เดือนที่ 19	เดือนที่ 20
	ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค	มค	กพ	มีค	เมย	พค
	20	20	15	15	30															
			25	30	20															
						20	20	20												
						20	25	15	10	10										
							15	15	10	10	10	10	10							
Money	100,000	100,000	135,000	75,000	-	360,000	410,000	310,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AccMoney	100,000	200,000	335,000	410,000	410,000	770,000	1,180,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000	1,490,000
% PLAN	1.63%	1.63%	2.20%	1.22%	0.00%	5.86%	6.68%	5.05%												
% ACC PLAN	1.63%	3.26%	5.46%	6.68%	6.68%	12.54%	19.22%	24.27%												
% ACTUAL	0%	1%	1%	1%	0%	4%	5%	1%												
% ACC ACTUAL	0%	1%	3%	3%	3%	8%	12%	13%												
% ACC DIFF	1%	2%	3%	3%	3%	5%	7%	11%												
% PLAN/2	1%	1%	1%	1%	0%	3%	3%	3%												
% PLAN/2 DIFF	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%												



หมายเหตุ:
1) กรณีตัวอย่าง กำหนดระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานทั้งสัญญา จำนวน 8 เดือน
2) หมายถึง ระยะเวลาการก่อสร้างตามแผนดำเนินงานของแต่ละรายการก่อสร้าง เช่น งานสื่อโครงสร้างเดิม กำหนดระยะเวลาก่อสร้าง จำนวน 4 เดือน (ไม่รวมระยะเวลาการก่อสร้างผิวทาง)
3) 25 หมายถึง ร้อยละของงานที่ผู้รับจ้างต้องดำเนินการก่อสร้างตามแผนงานประจำเดือนของแต่ละรายการก่อสร้าง (แต่ละรายการก่อสร้าง รวมกัน 100 %)
4) Money มูลค่างานแต่ละรายการ คำนวณจากร้อยละตามแผนงานเทียบกับมูลค่างานของแต่ละรายการ
5) % PLAN ร้อยละของแผนดำเนินงาน คำนวณจากมูลค่าของงานตามแผนดำเนินการ เมื่อเทียบกับมูลค่าของงานทั้งโครงการ

มาตรฐานและคุณสมบัติทางเทคนิค
(Standard and Specification)

FDCU Technical Specifications

Table of Contents

1. Common Requirements 1
1.1 General 1
1.2 Standards 1
1.3 Service Conditions 2
1.4 Fail Safe Design 3
1.5 Maintainability 3
1.6 Immunity to Electrical Stress and Disturbance 3
1.6.1 Minimum Insulation of Equipment 4
1.6.2 Immunity from EMI, Radiated Disturbance, and Electrostatic Discharge 5
2. FRTU Functional Requirements 5
2.1 TDMS Interface 6
2.2 Input/Output Points 6
2.2.1 Analog Inputs 6
2.2.2 Status Inputs 7
2.2.3 Control Outputs 8
2.2.4 Feeder Fault Current Detection 9
2.2.5 Point Counts 10
2.3 FRTU Architecture 10
2.3.1 Central Processing Module 10
2.3.2 I/O Module 11
2.3.3 Communications Interface 11
2.3.4 Time and Date Function 12
2.3.5 Web Server Function 12
2.4 Software/Firmware 13
2.4.1 Operating System 13
2.4.2 Operating Software 13
2.4.3 Diagnostic Software 14
2.5 Interlocking 14
2.6 FRTU Testing 14
2.6.1 Factory Acceptance Test 14
2.6.2 Site Acceptance Testing 15
2.6.3 End-to-End Tests 16
2.7 FRTU Accessories 17
2.7.1 Miniature Circuit Breaker (MCB) 17
2.7.2 Control inhibit switch 17
2.7.3 Terminal Blocks 17
2.7.4 Metallic Cables and Wiring 18

2.7.5 FRTU Steel Plate Dimension 18
2.7.6 Surge Protector for protect FDCU and WRL.....19
Annex A : Input/Output point for FDCU-RCS Interface 20

Scope

This Specification Describes the requirements with the manufacturer shall comply in order to supply Feeder Device Control Unit for Remote Controlled Switches for 22 kV and 33 kV 50 Hz in Provincial Electricity Authority Distribution System.

1. Common Requirements

This clause describes the Authority's common requirements that apply to the FDCU equipment.

1.1 General

The following general requirements shall be met:

1) The FDCU equipment shall be designed, fabricated, assembled, finished, and documented with workmanship of the highest production quality and shall conform to all applicable quality control standards of the original manufacturer and/or Contractor.
2) All materials shall be new, unused, and of the best industrial grade.
3) The equipment shall incorporate all recent improvements in both design and materials and, in this respect, shall be assembled using current production components from reliable component manufacturers. Manufacturer standard designs shall be used as much as possible.
4) To facilitate expansion and maintenance, modularity shall be employed in the design of the equipment.
5) Major components shall carry permanent labels providing a cross-reference to the Contractor's corresponding documentation.
6) Materials promoting the growth of fungus or susceptibility to corrosion and heat degradation shall not be used. Steps shall be taken to provide rodent proof installations.
7) The equipment shall support internal clock time retention in the event of a power supply failure. In this respect, the use of an on-board battery is not acceptable (also refer to Clause 2.3.4). The mechanism for internal clock retention shall not require periodic maintenance.
8) All features of the proposed equipment, as described in the Contractor's proposal and associated reference materials, shall be fully supported by the equipment delivered.

1.2 Standards

With respect to installation procedures and associated accessories (such as power cables, ground cables, surge arrestors, etc.), the standards of the Engineering Institute of Thailand shall apply. Otherwise, the FDCU equipment shall be designed in accordance with applicable International Electro technical Commission (IEC) standards and comply, as may be

necessary, to standards published by other organizations, such as the Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), American National Standards Institute (ANSI), National Equipment Manufacturers Association (NEMA), and Electronic Industries Alliance (EIA).

For conditions not covered by the referenced standards, other internationally recognized standards identified by the Contractor and approved by the Authority shall apply. In all cases, the provisions of the latest current edition or revision of the referenced standard or code shall apply. If the initially referenced standard or code has been superseded, any such reference shall imply a reference to the new standard or code.

1.3 Service Conditions

The FDCU equipment shall be suitable for continuous outdoor operation in Thailand's tropical monsoon climate, which includes exposure to severe frequently occurring thunderstorms. It shall also be suitable for conditions where it will be exposed to heavy industrial pollution, salt-spray, and high levels of airborne dust. These exposure requirements shall apply to all accessories that may be vulnerable to such weather and environmental conditions as well. Thus, the Contractor's proposal shall have clearly clarified how the FDCU equipment and its accessories comply with such requirements. Otherwise, as may be necessary, conformal coating (Class 2 in accordance with IEC 60870-2-2 or Class 3K7 in accordance with IEC 60721) shall apply to all components that are prone to misoperation and/or damage from such exposure.

In addition, the equipment shall have been type tested for continuous operation under specific conditions as follows:

1) ***Temperature:*** 0°C to 70°C (IEC 60068-2-1, 2, 3, and 14, or equivalent)
2) ***Temperature Gradient:*** Up to 30°C (IEC 60068-2-1, 2, 3, and 14, or equivalent)
3) ***Relative Humidity:*** Up to 95% at 40°C (IEC 60068-2-30 and 38, or equivalent)
4) ***Cyclic Damp Heat:*** 40°C to 25°C at 95% Relative Humidity (IEC 60068-2-30 and 38, or equivalent)
5) ***Absolute Humidity:*** Up to 29g/m^3 (IEC 60068-2-30 and 38, or equivalent)
6) ***Vibration (sinusoidal):*** 2g acceleration, 9 to 350Hz (IEC 60068-2-6, or equivalent)
7) ***Shock:*** 15g, 11ms test (IEC 60068-2-27, or equivalent)
8) ***Tilted Pole:*** Up to 10 degrees from vertical in any direction
9) ***Altitude:*** Up to 1,000 meters.

The required type tests shall have been carried out by suitably accredited test laboratories that are independent of the manufacturer and Contractor. Certified copies of all type test certificates and test results shall have been included as part of the Contractor's proposal.

1.4 Fail Safe Design

The FDCU shall be designed to prevent false control actions being executed and erroneous data being transmitted. In this respect, they shall incorporate the following fail-safe design criteria in their control output logic:

1) No false output shall result from a single point of failure in any FDCU.
2) No false output shall result during FDCU power up or power down.
3) No false output shall result from inadvertently inserting a circuit card into a wrong slot within the FDCU.

1.5 Maintainability

The Authority prefers FDCU equipment designs that do not require periodic preventive maintenance and inspection. If periodic maintenance is required, it shall be possible to perform all such work in the field without dismounting the equipment and without requiring that the associated power system circuit be de-energized.

Within this context, the FDCU hardware shall:

1) Be designed to minimize or eliminate the need for periodic maintenance.
2) Be assembled from modules to facilitate troubleshooting on a module basis.
3) Be configured to simplify the removal and replacement of modules or component parts with minimum effort.
4) Include module interfaces that minimize opportunities for damage due to removal and replacement of modules and plugging and unplugging cables within the control cabinet.
5) Include graphic placard warnings of hazardous and potentially damaging actions.

The FDCU software, including firmware and firmware parameters where applicable, shall:

1) Include a mechanism to locally display the operating software and firmware versions.
2) Be remotely downloadable and upgradeable in an encrypted form to assure a secure and complete download (refer to Clause 2.3.3).
3) Be downloaded into parallel memory for error check and decryption before being loaded into operating memory.
4) Be stored locally as a previous version before new software and firmware is executed and, on this basis, be available for restoration.
5) Employ watchdog timers to detect FDCU failure and generate a restart.
6) Be supported by operation and maintenance information in the FDCU user manual.

1.6 Immunity to Electrical Stress and Disturbance

The electrical and electronic components of the FDCU shall satisfy the requirements for insulation, isolation, and immunity from electromagnetic interference, radiated disturbance, and electrostatic discharge by complying with relevant international standards. In this respect, the standards with which the FDCU comply shall be identified by the Contractor

for Authority approval and shall have been verified by type tests carried out by suitably accredited test laboratories that are independent of the Contractor and/or manufacturer of the FDCU components. Certified copies of all relevant test certificates and test results shall have been included as part of the Contractor's proposal.

1.6.1 Minimum Insulation of Equipment

The following classes of exposure to electrical interference shall be used in interpreting the insulation requirements of all components and wiring as installed:

1) ***Exposed Equipment*** - Exposed equipment terminals may be interconnected without special protection of the insulation. Equipment terminals shall be considered exposed if they are galvanically connected to current or potential transformer secondary circuits.

2) ***Controlled Exposure Equipment*** - Controlled exposure equipment terminals may be interconnected when relevant conditions are satisfied. Equipment terminals shall be considered controlled exposure terminals when the following criteria are met:

a) The rated voltage of the associated circuit does not exceed 32 Vac or 48 Vdc.

b) Direct galvanic connections to exposed equipment terminals are made using a suitable barrier device that has the isolation ratings required for exposed equipment.

Exposed equipment terminals shall be intrinsically designed to meet the insulation requirements. The provision of externally mounted "add-on" circuitry, including devices such as auxiliary relays, isolating transformers, and electronic or gas suppressors, solely for compliance with the insulation requirements shall not be permitted.

Within the context above, the FDCU shall meet or exceed the minimum insulation requirements listed in Exhibit 1-1.

Exhibit 1-1: Minimum Insulation Requirements

Requirements	Test Standard (or equivalent)	Specified Details	
		Exposed Equipment	Controlled Exposure Equipment
Rated Insulation Voltage	IEC 60255-5 Table I	500 V	60 V
Dielectric Test Voltage	IEC 60255-5 Table I Series B (Clause 6)	2.0 kV rms	1.0 kV rms
Insulation Resistance Test	IEC 60255-5 (Clause 7)	Required	Required
Impulse Voltage Test	IEC 60255-5 (Clause 8)	5 kV 1.2/50 μs 0.5 J	5 kV 1.2/50μs 0.5 J

1.6.2 Immunity from EMI, Radiated Disturbance, and Electrostatic Discharge

The FDCU shall be designed for safe operation in harsh environments subject to high voltages. Their data communication ports shall be designed to withstand disturbance testing without permanent corruption of data and subsequent delay of data transfer. Within this context, they shall conform to the immunity, susceptibility, and interference requirements shown in Exhibit 1-2.

Exhibit 1-2: Immunity, Susceptibility, and Interference Requirements

Requirements	Test Standard (or equivalent)	Class or Level	Specified Details
High Voltage Impulse	IEC 60060-1	-	5 kV, 0.5 J
Electrical Disturbances (1 MHz Burst)	IEC 60255-22-1 IEC 60255-22-1	Class 3 Class 3	2.5 kV CM 1.0 kV DM
Electrostatic Discharge Immunity	IEC 61000-4-2 IEC 61000-4-2	Level 3 Level 4	8 kV air 8 kV direct
Radiated Immunity	IEC 61000-4-3	Level 3	80 MHz-1 GHz
Fast Transient/Burst Immunity	IEC 61000-4-4 IEC 60255-22-4 ANSI/IEEE C37.90.1	Level 4 Class 4 -	4 kV 4 kV 4-5 kV
Surge Immunity	IEC 61000-4-5	Level 4	2 kV/4 kV
Conducted Immunity	IEC 61000-4-6	Level 3	10 V
Harmonics Emissions	IEC 61000-4-7	-	Required for ac powered systems
Power Frequency Magnetic Field Immunity	IEC 61000-4-8	Level 4	30 A/m
Pulse Magnetic Field Immunity	IEC 61000-4-9	Level 5	1000 A/m
Damped Oscillatory Magnetic Field Immunity	IEC 61000-4-10	Level 4	30 A/m
Oscillatory Transient Immunity	IEC 61000-4-12 IEC 61000-4-12	Level 3	Ring Wave Damped Oscillatory 2 kV

2. FDCU Functional Requirements

This clause describes FDCU functional requirements from the perspective of remote monitoring and control of the Authority's remote controlled switches. Required FDCU configuration, maintenance, and diagnostic features are also described.

2.1 TDMS Interface

Each FDCU shall support two-way communications at least four Front-End Processors (FEPs) which have specific IP Address for each of FEPs. These FEPs and other servers will comprise the central computer platforms for DDIP's new Transmission and Distribution Management System (TDMS). The TDMS computer platforms will host the SCADA and EMS/DMS applications that will support remote power system operations from multiple Authority control centers and, in this respect, the computer platforms and control centers will provide backup for each other. The FRTUs shall communicate with the FEPs at data centers using the secure authentication of the DNP 3.0 protocol over IP.

Within this context, each FDCU shall use the co-located Communication Equipment supplied and installed by contractor, such that the data can be received by data centers simultaneously. It shall be possible for the data to be sent under the following DNP 3.0 defined modes of operation:

1) During a Class 0, 1, 2, and/or 3 poll by the TDMS. This shall include:
   a) Integrity and report by exception polling.
   b) Sending selected status or analog points on demand.
2) During an unsolicited (spontaneous) Class 1, 2, and/or 3 FRTU response to a power system event. This shall include sending an analog or status point value in the event:
   a) An analog value exceeds an individually configurable dead band around its previously reported value.
   b) An analog value exceeds an individually configurable Threshold.
   c) A status point changes state.

The FDCU shall include the capability to receive and implement DNP 3.0 control commands as sent from any SCADA server that is a part of the two TDMS data center platforms. The capability to configure the FDCU remotely using a secured and/or encrypted TCP/IP protocol like "https" shall also be supported.

2.2 Input/Output Points

The FDCU shall include facilities for handling all required analog input, status input, and control output points. The requirements for each type of Input/Output point are described in the Input/Output point for FDCU-RCS Interface table.

2.2.1 Analog Inputs

The FDCU shall:

1) Acquire analog inputs directly without transducers from each of three power system voltage and current terminals in the existing or Contactor-provided RCS control cabinets.
2) Apply suitable filtering to eliminate the risk of signal aliasing.

3) Use voltage and current inputs for calculations that support TDMS acquisition of the following data as a minimum:
   a) Line-to-line voltages.
   b) Phase current magnitudes and phase angles.
   c) Real and reactive powers (three-phase kW and kVar totals with sign).
   d) Power factor.
4) Accept ac voltage input signals with a normal input level of 110 V.
5) Employ analog to digital converters with minimum of 16-bit resolution for a bipolar input signal.
6) Accurately resolve ac voltage input signal levels from 0 to 150 V.
7) Accurately resolve ac current input signals with normal ranges of 0 to 5 A or 0 to 1 A.
8) Include the capability to report all analog values that have changed by more than their programmable dead bands from their last values successfully reported to the TDMS.
9) Record maximum rms fault current signals, over a period of at least one (1) second, up to 20 times normal (100 A) within a maximum error of 2.5% of Full Scale Deflection (FSD).
10) Not impose a total analog input burden of more than 0.5 VA for all current and voltage inputs.
11) Demonstrate an overall analog input error of no more than ±0.2% of 1.2 times normal FSD over the temperature range 0 to 70 °C.
12) Reject common mode ac (50 Hz) voltages up to 150 V.

2.2.2 Status Inputs

As a minimum, the FDCU shall accept isolated wet and dry single contact two-state status inputs and two-state status inputs with memory, i.e., Momentary Change Detection (MCD) inputs. Input change of state shall be timestamped to a precision of 1 millisecond.

Within this context:

1) All necessary wetting voltage, current limiting, input isolation, and bounce filtering shall be provided.
2) Contact de-bounce time periods shall be individually configurable.
3) The input circuits shall be optically isolated from the external signal.
4) Unless the FDCU can provide its own self-supplied wetting voltages, input contact wetting voltages shall be 24 Vdc as obtained from the dc power supply in the existing or Contactor-provided RCS control cabinets.
5) Each wetting voltage circuit shall be protected with its own circuit breaker.

2.2.3 Control Outputs

The FDCU shall support the following control output features:

1) A Select-CheckBack-Before-Operate (SCBO) procedure for all control operations. In this respect, the following concepts shall apply:
   a) On receipt of a control point select command, the FDCU shall check that no other point is selected, select the requested point, acknowledge the select command, and start a Command Receipt Timer.
   b) Control point selection shall be canceled if the subsequent operate command is not received within the Control Receipt Timer's programmable time-out period, which shall be adjustable from five (5) to thirty (30) seconds.
   c) On receipt of the operate command, if the control point has remained selected and no other point has become selected, the FDCU shall then initiate the requested control action.
   d) The SCBO procedure shall be canceled automatically on completion of the control action or if not completed within an adjustable time-out period of up to 60 seconds.
   e) Any further attempt at control shall require a new SCBO procedure.
2) RCS opening and closing by sending commands to a complimentary pair of contact outputs such that:
   a) One command activates the contact used to open the switch.
   b) The other command activates the contact used to close the switch.
   c) Only one contact output in a complimentary pair can be activated at a time.
3) Momentary control where each output provides a contact closure pulse having an individually programmable duration from 1 to 60 seconds in increments of 1 second.

The following requirements shall also apply:

1) The voltage rating of the control output contacts shall be 24 Vdc.
2) All control power shall be obtained from the existing or Contractor supplied 24 Vdc power supply.
3) FDCU control outputs shall be able to drive loads of at least six (6) amps.
4) Output relays shall be designed for 10^6 (one million) mechanical operations.
5) The FDCU shall monitor all operations and local status information and give warnings or advisory messages when any wrong operational sequence is requested.
6) Abnormal conditions shall inhibit control operations, e.g., low gas-pressure lockout of an RCS.

2.2.4 Feeder Fault Current Detection

The FDCU shall be able to detect and report the passage of momentary as well as sustained feeder fault currents. Within this context, sensitive earth fault as well as all other fault type detection shall be supported. It shall also be able to detect and report loss of power system voltage and a return-to-normal feeder energized state. In this respect, the following functional requirements shall be met:

1) Fault passage detection shall be based on checking if a current set point value has been exceeded. If such a condition is detected and continues for a specified time duration, the detection logic shall result in a Fault Event being registered and reported to the TDMS.
2) Fault passage detection shall include reporting features for the different types of fault that can occur. In this respect, for example, the fault detection features associated with such relays as follows shall be incorporated, where equivalent IEC 60617 codes as well as the referenced ANSI codes may apply:
   a) Overcurrent (ANSI 50/51, 50G/51G)
   b) Sensitive earth fault (ANSI 50SEF)
   c) Directional relay (ANSI 67)
   d) Broken conductor (ANSI 46BC or ANSI 47BC)
   e) Negative sequence voltage (ANSI 47)
3) Detection of a return-to-normal state shall be based on recognizing that the voltage level has been above a configurable set point for a specified time, in which case a Fault Cleared Event shall be registered, reported to the TDMS, and used to reset the FDCU so it is ready to detect any subsequent fault.
4) The FDCU shall support TDMS downloading and uploading of the set points and time periods that correspond to Fault Events and Fault Clearance Events using the DNP 3.0 protocol.
5) The FDCU's feeder fault detection function shall:
   a) Work properly for all possible configurations of the power system circuit where the FDCU is installed.
   b) Prevent miss-operation due to magnetizing inrush currents and other transient no-fault conditions.
   c) Report the fault current level with time stamp to the TDMS and reset the fault current register to zero.
   d) Report Fault Event, Fault Direction, and Fault Clearance Event details as time-stamped Sequence of Events (SOEs).
   e) Save the last 128 Fault Events along with their corresponding Fault Direction and associated Fault Clearance Event details and, on demand, report them to the TDMS.

f) Support a configurable format for local fault record reporting including the Comma Separated Variable (CSV) format for use in a spreadsheet and the COMTRADE (IEEE C37.111-1999) format for use with a commercial COMTRADE viewer.

2.2.5 Point Counts

The FDCU shall be equipped to handle the I/O list described in the relevant tables shown in the Input/Output point for FDCU-RCS Interface table. They shall also include spare I/O points fully configured and available for immediate use by the Authority. In this respect, at least 5% of the number of status points, and 5% of the control output point in each as-built distributed I/O module shall be spare.

The spare status and control output points shall be wired from the FDCU I/O card to the associated terminal strips in the associated control cabinet. Additional I/O point on the I/O card beyond those needed to satisfy the requirement for spare points need not be wired.

2.3 FDCU Architecture

The FDCU shall incorporate a programming capability within an architecture that supports convenient installation, maintenance, and expansion features. The architecture shall include a central processing module, I/O module, control module, communications Interface, and time and date Facility. Associated equipment such as dc power supply and local control panel are described elsewhere in the Technical Specifications.

2.3.1 Central Processing Module

The Central Processing Module (CPM) shall:

1) Support a high-level language processing capability per the open IEC-61131-3 standard for programmable logic controllers.
2) Support management of the FDCU database from a local test set including the DAC Simulator.
3) Support download and upload of FDCU parameters and configuration data.
4) Implement the DNP 3.0 Secure Authentication protocol interface with the TDMS.
5) Control data acquisition from the RCS and the sending of control commands to the RCS using an I/O module.
6) In accepting commands from the TDMS:
   a) Perform address recognition.
   b) Assemble response messages in accordance with the received command messages.
   c) Transmit these messages to the TDMS.
7) Provide interfaces for a time standard and test set.
8) Manage communications between all other functional modules of the FDCU.
9) Determine the integrity of the FDCU.
10) Provide diagnostic information in the message structure that the TDMS shall monitor.

11) Set a flag if the FDCU performs a restart for any reason including power failure.
12) Include a watch-dog timer that is reset regularly by FDCU software. If the software fails to reset the watch-dog timer (e.g., because of a software error causing the software to “loop” or “hang”), then the timer shall expire causing the CPM to reset and restart.

2.3.2 I/O Module

I/O module requirements include the following capabilities and features:

1) Capability to accept analog and status inputs and send control outputs. This shall include fault current measurements.
2) Capability of being replaced without reprogramming, redefinition of configuration parameters, or rewiring.
3) A Control Switch (CS) that, if not in its normal control position, inhibits RCS control from the TDMS or test set.
4) A status input contact so that the TDMS or test set can monitor if the position of the CS is in its normal control position.
5) Capability to report the position of the Local/Remote (L/R) switch supplied with the RCS. For the CS to be effective, the L/R switch must be in “Remote.” Otherwise, with the L/R switch in “Local”, remote control from the TDMS or test set shall be disabled irrespective of the CS position.

2.3.3 Communications Interface

The FDCU shall be provided with a communications including necessary and sufficient numbers and types of port that can be used to support:

1) Remote data communications with external systems and devices over an Ethernet/IP network using the secure authentication of DNP 3.0 protocol over IP. This shall include data communications with multiple masters, as in the TDMS systems at the Authority’s two data centers, and the DAC Simulator.
2) Local and remote configuration with a static IP address.
3) The fully implemented message security features of the DNP 3.0 protocol running over TCP/IP. This capability shall be demonstrated successfully as part of factory acceptance testing.
4) Communications that is not degraded by simultaneous activity in other parts of the FDCU.
5) Temporary connection of laptops (such as the DAC Simulator or FDCU test set) for local installation, maintenance, diagnostic, and test purposes for all configurations and data access functions associated with the FDCU.
6) SCP/SSH with respect to downloading, for example, FDCU configuration parameters and firmware updates.

7) Features such as HTTPS for web server functionality (refer to Clause 2.3.5).
8) Blocking or disabling of ports to prevent unauthorized access.
9) MAC and IP filtering so that Ethernet traffic is limited to a configurable "whitelist" of network device MAC and IP addresses.
10) Access control using a secure log-in procedure. As a minimum, this shall include user authentication based on a unique username and password.
11) System logging (syslog) at a device or system level. Syslog alerts shall include remote user access activity including successful and unsuccessful login attempts.

2.3.4 Time and Date Function

The FDCU's time and date shall:

1) Include an internal time-of-day clock for data collection coordination. The time resolution of the internal clock shall be one (1) ms or better and, without synchronization, the time shall drift by no more than 5 ms per hour.
2) Use the existing or Contractor-provided RCS control cabinet's 24 Vdc power supply as the only source of power for the internal clock, i.e., no other source such as an internal (on-board) battery shall be used.
3) Synchronize the internal clock whenever the FDCU is powered up. This shall not prevent the FDCU from immediately registering inputs even before the time and date reference signal has been received. Any such inputs shall be reported to the TDMS with the appropriate time and date, i.e., use of an arbitrary default time and date is not acceptable.
4) Be able to receive a DNP 3.0 compliant time and date message that contains a Greenwich Mean Time (GMT) reference signal, generated by the TDMS in long format and in such a way as to properly account for communication path delays.
5) Be able to synchronize the internal clock to the GMT time and date received from the TDMS.
6) Be able to synchronize to an optional Global Positioning System (GPS) receiver. The GPS antenna shall be of low profile type for secure and moisture-resistant mounting on top of the FDCU enclosure. The receiver shall be used to synchronize the internal clock to the correct GMT time and date within a time resolution of at least 1 millisecond.

2.3.5 Web Server Function

The FDCU shall include a web server. The module's facilities shall be accessible through a secure HTTPS connection both locally and remotely by means of not only the FDCU test set, but also a standard laptop PC, tablet, or smartphone. Access shall be password protected and allow for different permissions based on defined user roles. Passwords and

roles shall be defined during project implementation and after project has completed. As a minimum, the facilities of the web server shall include:

1) Maintenance features that include the capability to upgrade and configure FDCU firmware.
2) The capability to set FDCU communication parameters such as DNP3 Source Address, Destination Address, Timeouts, Retries, Frame Size, etc.
3) The capability to set FDCU clock time, time synchronization, and fault detection features.
4) Display and clearance of historical logs and the capability to export logs in CSV format.
5) MMI features such as mimic and graphic displays supporting for example RCS monitoring and control, visualization of site location details, and presentation of voltage and current measurements.
6) An FDCU field testing feature that allows a locally entered data point (simulating for example a power system voltage measurement) to be sent to the TDMS via DNP 3.0 along with an appropriate data quality code.

2.4 Software/Firmware

The term "software" is used in these Technical Specifications to mean software or software implemented through firmware. Complete and comprehensive documentation shall be provided for all software.

2.4.1 Operating System

The FDCU operating system shall:

1) Be a real-time non-proprietary operating system.
2) Manage and support all FDCU applications.
3) Support editing and customization by the Authority as needed to maintain FDCU operation.
4) Provide automatic restarts of the FDCU on power restoration, memory parity errors, hardware failures, and manual request.
5) Initialize the FDCU on power-up and begin execution of the FDCU functions without intervention by the TDMS.
6) Report all restarts to the TDMS.

2.4.2 Operating Software

The FDCU operating software shall be:

1) Prepared in a high-level language such as the IEC61131 programming suite.
2) Documented in detail.
3) Free of additional licensing charges or license agreements.
4) Supported by protocol, configuration, and application data contained in easily programmable non-volatile memory such as Flash EPROM.

5) Independent of any data communications protocol that would impose restrictions on the flexibility or functionality of the FDCU. In this respect, protocol changes shall be capable of being accomplished by locally and remotely implemented software/firmware changes only.

2.4.3 Diagnostic Software

FDCU diagnostic software shall:

1) Continuously monitor operation of the FDCU.
2) Report FDCU hardware errors to the TDMS.
3) Check for memory, processor, and input/output errors and failures.
4) Be sufficiently detailed to detect malfunctions to the level of the smallest replaceable component.
5) Facilitate isolation and correction of all failures.
6) Include features promoting rapid fault isolation and component replacement.
7) Include integrated on-line diagnostic functions in all functional module nodes.
8) Report diagnostic results to the CPM for store and forward to the TDMS.

2.5 Interlocking

The FDCU shall include configurable interlock logic to prevent misoperation of the RCS. In addition to preventing RCS operation locally and/or remotely in accordance with the positions of the Local/Remote and Mechanical Lock/Free switches, the RCS control command shall be prohibited in the case of a low SF_6 gas alarm. The interlock information shall be sent to the TDMS via the DNP 3.0 protocol.

2.6 FDCU Testing

2.6.1 Factory Acceptance Test

The Factory Acceptance Test (FAT) shall take place on each and every FDCU Interfaces when fully assembled in readiness for transportation to site. The FAT shall demonstrate that all of the component parts and functions of the FDCU interfaces are in good working order and properly configured for the FDCU Interface's designated site including integration with the DMS. Where applicable, the FAT procedures shall make full use of the test set.

The FAT shall verify that the FDCU can meet such basic requirements as follows:

1) Visual Inspection of Equipment (refer to Approval Drawing).
2) Fail safe design.
3) Rigorous testing of each input and output function of the FDCU (refer to Annex A: Input/Output point for FDCU-RCS Interface).
4) Detection of fault current amplitude and direction as follow:
   - Phase Fault Current A, B, C
   - Overcurrent (ANSI50/51, 50G/51G)

- Sensitive earth fault (ANSI 50SEF)
- Directional Relay (ANSI 67)
- Broken conductor (ANSI 46BC or ANSI 47BC)
- Negative sequence voltage (ANSI47)

5) Ability to communicate with external systems using the DNP 3.0 (Secure Authentication) over serial and IP protocols at the specified data rates.
6) Ability to support download and upload FDCU parameters and configuration data.

At the end of FAT, the Contractor shall submit a corresponding test report for Authority review and approval.

2.6.2 Site Acceptance Testing

Each FDCU Interfaces shall be tested at site. This shall include unit testing by the Contractor, at the time of installation of each FDCU Interfaces to ensure all components can be powered up and are in good working order, and subsequent site acceptance testing (SAT) to demonstrate that the FDCU Interfaces is fully operational with respect to the functional capabilities intended for use at its specifically assigned site. Prior to SAT, the Authority shall inspect the interface installation and corresponding Contractor maintenance records to identify all equipment that may have been modified, repaired, or replaced between the completion of FAT and the start of SAT.

To the fullest extent, site acceptance testing shall be carried out by using the functional capabilities of each FDCU to monitor and control the site's associated power system equipment. This may require power system outages in full coordination with the Authority's dispatchers. Otherwise, the functional capabilities shall be exercised using non-outage techniques such as simulating analog and status inputs and checking for control output signals at points of connection that may need to be temporarily isolated from power system equipment.

SAT shall also include a full demonstration of the FDCU Interfaces from the perspective of interoperating with its assigned DMS. In this respect, the Contractor shall make full use of the Test Sets to be provided for this purpose. Testing via a Test Set shall verify that the FDCU Interfaces are fully operational and capable of meeting or supporting all functional performance requirements. This shall include point-by-point checks to make sure that the database in the FDCU Interfaces is properly mapped to the corresponding DMS database.

The Test Set shall be connected to the FDCU's communication ports.

It is the Authority's intent to formally witness all FDCU tests. These tests shall be conducted by the Contractor using Contractor-prepared test plans and procedures approved by the Authority. In addition, the Authority reserves the right to subject selected FDCU Interfaces to the same tests performed in the factory. If several FDCU Interfaces of the same type fail SAT, such that a consistent pattern of failure becomes evident, the Authority also reserves the right to suspend SAT, and the transportation to site of additional FDCU interfaces

of the same type, until a satisfactory resolution is reached concerning the steps to be taken to correct such failures.

The Contractor shall also prepare and submit reports following completion of the tests whether successful or not successful. These reports shall be duly signed by Authority and Contractor representatives participating in the tests. In the event any SAT test or associated site inspection is not completed successfully, the Contractor shall take all necessary corrective actions and inform the Authority of a schedule for retesting and/or re-inspection.

No FDCU Interfaces shall be accepted as complete until the Authority is satisfied that all variances associated with an individual site have been corrected and that the FDCU Interfaces is SCADA ready, i.e., can be considered fully available for integration with its DMS master station.

2.6.3 End-to-End Tests

The Authority will be responsible for commissioning each DMS master station under typical field conditions, including the need to verify that it can interoperate successfully with the Contractor's installed FDCU Interfaces. Verification shall be based on end-to-end tests concerned with:

1. Checking for correct database mapping between the DMS and the FDCU Interfaces
2. Making sure that the DMS and FDCU Interfaces, working together as an integrated system, can meet the Authority's overall functional performance requirements.

In effect, the end-to-end tests shall serve as a means of commissioning the FDCU interfaces as well as the DMS. The Contractor, therefore, shall support commissioning by having adequate Contractor personnel on hand to witness the end-to-end tests and to help resolve any variances that may be raised in connection with the FDCU interfaces. Variances specifically identified as FDCU interface problems shall be taken care of as quickly as possible. Otherwise, commissioning of the FDCU interfaces and the beginning of the corresponding warranty period may be unduly delayed.

Prior to starting the warranty period, the Contractor shall submit a report clearly identifying the results of all end-to-end testing from the perspective of the FDCU interfaces. This shall include a summary of the variances detected and whether or not these variances were successfully corrected. Where necessary, for Authority consideration, the report shall also include the Contractor's plan for resolving any and all variances not yet correct.

2.7 FDCU Accessories

2.7.1 Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB shall be qualified as following;

– Standard:	IEC60898 or IEC60947 or equivalent
– Current rating:	suitable for FDCU and Communication Equipment
– Voltage rating:	at least 48 Vdc
– Interrupting rating:	10 kA
– No. of poles:	2 poles
– Mounting:	DIN Rail
– Contact position indicator:	shows the correct position of the contact

2.7.2 Control inhibit switch

Control Inhibit Switch shall be qualified as following;

– Standard:	IEC60947-3or equivalent
– Type:	2 positions, 90°, CAM switch
– Nameplate:	Control inhibit switch
– Current rating:	at least 10 A
– Voltage rating:	at least 400V
– Contacts:	4NO/4NC
– Handle:	Short handle

2.7.3 Terminal Blocks

Terminal blocks shall be qualified as following;

1) They shall be used for connecting dc power cables to the FDCU and Communication Equipment and for terminating all I/O signals between the RCS and FDCU.
2) They shall be of heavy-duty at least 400 Vdc molded-block (bare-wire compression) type with molded insulating barriers between terminals.
3) No more than two cable wires shall be connected to any terminal.
4) Each terminal block and individual terminal shall have white, removable, self-extinguishing fireproof marking strips for circuit identification.
5) Termination blocks with by-pass bridges shall be provided for all ac inputs from CTs.
6) Adequate space as well as terminal blocks shall be provided for routing all associated cabling within the control cabinet.
7) All individual status input, AC voltage input and control output point shall be isolatable without the need to remove wiring by means of individual terminal blocks of the removable link type.
8) Terminal Blocks shall be tested with accordance with IEC60947-7-1 or equivalent.
9) Ground terminal block shall be green/yellow.

2.7.4 Metallic Cables and Wiring

All metallic cables and wiring shall be qualified as following;

1) Use copper conductors with flame retardant insulation. They shall also meet the flame test requirements of IEC60332-3 Category C.
2) Rated Voltage: 600 V
2) Be neatly laced and clamped.
3) Employ permanent labels for identification.
4) Use size and color-coded conductor's following in Exhibit 2-1

Exhibit 2-1: Cable Size & Insulation Color

Cable	Nominal cross-sectional area (sq.mm.)	Insulation Color
DC Supply (Positive)	2.5	White
DC Supply (Negative)	2.5	Black
Digital Input	1	Gray
Digital Output	1.5	Gray
Analog Input (Voltage)	1.5	A – Red
	1.5	B – Yellow
	1.5	C – Blue
	1.5	N – Green
Analog Input (Current)	2.5	A – Red
	2.5	B – Yellow
	2.5	C – Blue
	2.5	N – Green
Ground	4	Green/Yellow

2.7.5 FDCU Steel Plate Dimension

FDCU Steel Plate shall be qualified as following;

- Material: stainless
- Primer coat: the number of coats is one (1) or two (2) coats of Epoxy (Misc) Anti-Corrosive Primer.
- Subsequent coat: RAL 7032 gray color.
- Dimensions: height between 450 - 530 mm. width between 580 - 600 mm. and thickness 2 mm.