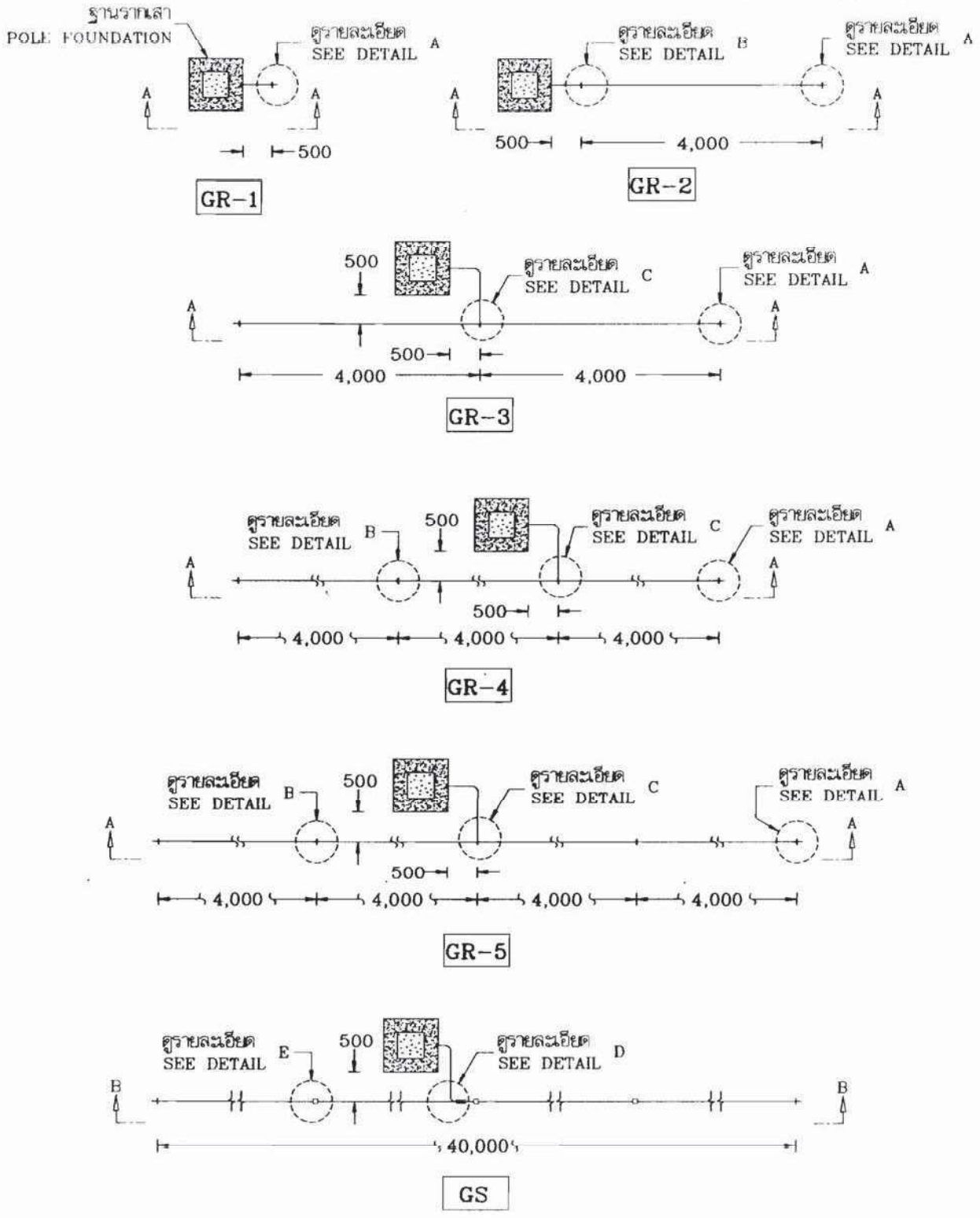
การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 2726

สายไฟฟ้า CONDUCTOR		เสาคอนกรีต 12.20 เมตร 12.20 m CONCRETE POLE			
		กรณีไม่มีสายยึดโยง WITHOUT GUY		กรณีมีสายยึดโยง WITH GUY	
ชนิด TYPE	ขนาด (ต.มม.) SIZE (mm^2)	ระยะระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX. SPAN LENGTH (m)	ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MAX. SAG OF ALL COND.(m)	ระยะระหว่างเสาสูงสุด (ม.) MAX. SPAN LENGTH (m)	ระยะหย่อนยานต่ำสุดของสายทุกเส้น (ม.) MAX. SAG OF ALL COND.(m)
อะลูมิเนียมเปลือย ALUMINIUM อะลูมิเนียมเจือ ALUMINIUM-ALLOY	50	50	0.4	–	–
	95, 120	50	0.6	80	1.2
	185	50	1.0	80	1.2
หุ้มฉนวนแบบไม่เต็มพิกัด PIC	50	50	1.4	–	–
	95	40	0.5	–	–
	120, 185	40	0.6	–	–
เคเบิลอากาศ SAC	50, 95	40	0.8	–	–
	120, 185	40	1.0	–	–

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	อ้างอิง SA2-015/16024, SAI-015/21008 ใช้แทนแบบ SAI-015/21081, SAI-015/23046, SAI-015/35010 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน Supphakit Boonsung ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 23 ก.พ. 2544 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
	การประกอบสายประธานบนนั่งร้านหม้อแปลง 3 เฟส ระบบ 22 kV	
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	MAIN LINE ASSEMBLY ON PLATFORM TRANSFORMER 3-PHASE, 22 kV	แบบเลขที่ SA4-015/44002 แผ่นที่ 10 ของจำนวน 10 แผ่น

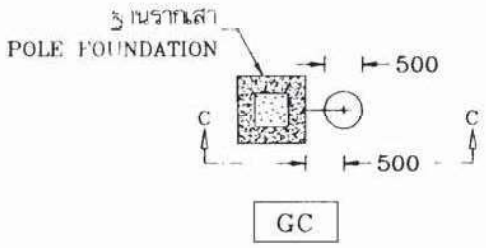
2.2 แบบมาตรฐานการต่อลงดิน

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	9706

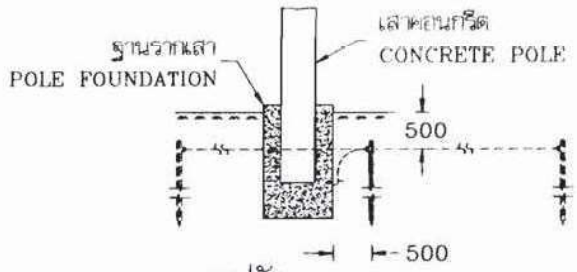


กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน จิรระจิต ผู้สำรวจ ..... วิศวกร จิรระจิต หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น มิลลิเมตร มาตราส่วน 1:100
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบแสดงที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 7 แผ่น

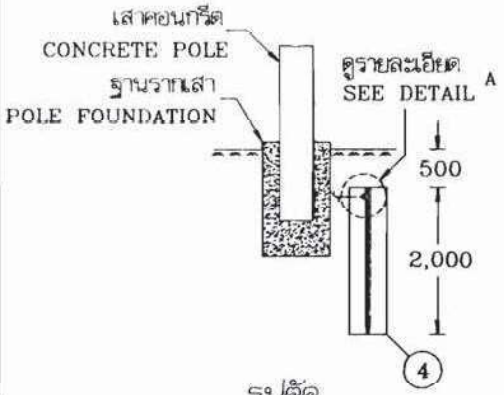
การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9706



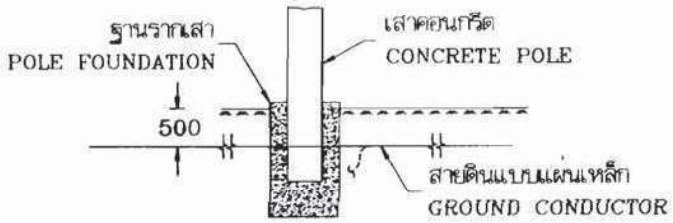
GC



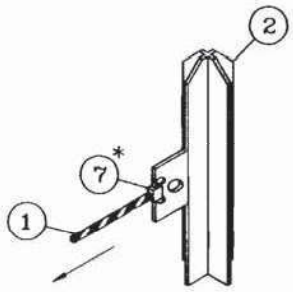
รูปตัด A–A
SECTION



รูปตัด C–C
SECTION

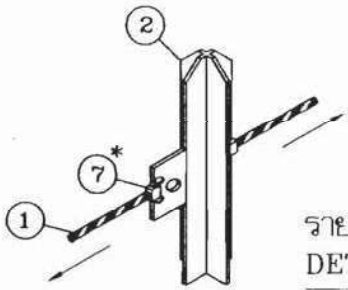


รูปตัด B–B
SECTION



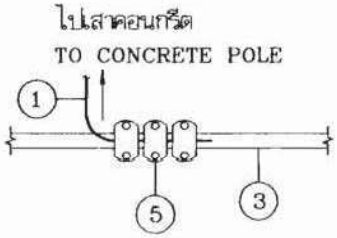
ไปเสาคอนกรีตหรือแท่งกราวด์ร็อด
TO CONCRETE POLE OR GROUND ROD

รายละเอียด A
DETAIL A

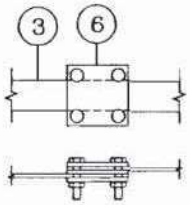


รายละเอียด B
DETAIL B

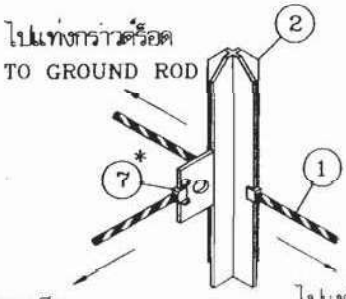
ไปเสาคอนกรีตหรือแท่งกราวด์ร็อด
TO CONCRETE POLE OR GROUND ROD



รายละเอียด D
DETAIL D



รายละเอียด E
DETAIL E



รายละเอียด C
DETAIL C

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน วิรัช วิรัชจักร ผู้สำรวจ ..... วิศวกร วิรัช วิรัชจักร หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น มิลลิเมตร มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 7 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 9706

ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน
GROUNDING SELECTION TABLE

แบบการต่อลงดิน TYPE OF GROUNDING	ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน (โอห์ม/โอห์ม-เมตร) COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION (ohm/ohm-m)	ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (โอห์ม-เมตร) SOIL RESISTIVITY (ohm-m)		
		ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 5 โอห์ม ohm	ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 10 โอห์ม ohm	ค่าความต้านทานดินที่ต้องการ TARGET EARTH RESISTANCE 25 โอห์ม ohm
GR-1	0.381	0-17	0-34	0-85
GR-2	0.164	18-39	35-79	86-198
GR-3	0.114	40-57	80-114	199-285
GR-4	0.088	58-74	115-147	286-368
GR-5	0.075	75-86	148-174	369-436
GS	0.050	87-130	175-262	437-655
GC**	0.021	131-309	263-622	656-1,555

บัญชีวัสดุ
BILL OF MATERIAL

ลำดับที่ ITEM	รายละเอียด DESCRIPTION	จำนวน REQ'D							วัสดุเลขที่ MAT. NO.
		GR					GS	GC	
		1	2	3	4	5			
1	ลวดเหล็กตีเกลียว 50/7 ตร.มม. มอก.404 ความยาวตามต้องการ WIRE, STEEL STRANDED 50/7 mm² TIS 404, LENGTH AS REQ'D	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	มม. m	1010100004
2	กราวด์ร็อด 60x60x5 มม. ยาว 2,000 มม. GROUND ROD 60x60x5 mm 2,000 mm LONG	1	2	3	4	5	-	1	1010220002
3	สายดินแบบแผ่นเหล็กขนาด 30x3.5x10,000 มม. GROUND CONDUCTOR,FLAT STEEL,30x3.5x10,000 mm	-	-	-	-	-	40 ม. m	-	1010220010
4	ผงเคมีลดค่าความต้านทานดิน CHEMICALS FOR EARTH RESISTANCE REDUCTION	-	-	-	-	-	-	140 กก. kg	1010220200
5	คอนเนคเตอร์สำหรับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. กับสาย 16-50 ตร.มม. CONNECTOR, FOR FLAT IRON 30 mm TO CONDUCTOR 16-50 mm²	-	-	-	-	-	3	-	1010230102
6	คอนเนคเตอร์สำหรับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. กับแผ่นเหล็กแบน 30 มม. CONNECTOR, FOR FLAT IRON 30 mm TO FLAT IRON 30 mm	-	-	-	-	-	3	-	1010230103
7	จุดต่อสายดินกับแผ่นเหล็กแบบเชื่อมด้วยความร้อน EXOTHERMIC WELDING POINT BETWEEN GROUND WIRE AND STEEL PLATE	1	3	5	7	9	-	1	ดูหมายเหตุ 5 SEE NOTE 5

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003
ผู้เขียน วิรัฒน์ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร วิรัฒน์ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	ผู้แทนโดยแบบ ..... เขียนเสร็จวันที่ 8 กันยายน 2556 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 7 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO.	9706

หมายเหตุ

1. ค่าความต้านทานดินแต่ละจุดของระบบจำหน่ายแรงต่ำ 400/230 โวลต์ และระบบจำหน่ายแรงสูง 22, 33 เควี ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ซึ่งหากมีการปรับปรุงค่าความต้านทานดินแล้วไม่ได้ค่า 5 โอห์ม ยอมให้แต่ละจุดมีค่าไม่เกิน 25 โอห์ม (ดูตัวอย่างที่ 4 เพิ่มเติม)

2. ค่าความต้านทานดินของระบบสายส่ง 115 เควี มีดังนี้

   2.1 ค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม

   2.2 ค่าความต้านทานดินรวมของทั้งระบบไม่เกิน 2 โอห์ม

3. ในกรณีที่ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน มีค่ามากกว่าที่ระบุไว้ในตารางเลือกแบบการต่อลงดินให้พิจารณาออกแบบเป็นกรณีๆไป

4. ในกรณีที่แผ่นเหล็กแบนทับซ้อนกันให้ต่อปลายทั้งสองของเหล็กแบนเข้าด้วยกันโดยใช้คอนเนคเตอร์ ตามวัสดุลำดับที่ 6

5. รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทำจุดต่อสายดินกับแผ่นเหล็กแบนเชื่อมด้วยความร้อนให้เลือกใช้ ผงเชื่อมและแม่พิมพ์สำหรับลวดเหล็กกลม 50 ตร.มม. กับกราดร้อย 60x60x5 มม. ยาว 2,000 มม. แคล้มป์สำหรับจับแม่พิมพ์ , ปืนจุดผงเชื่อม และอุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม

6.* ก่อนเชื่อมให้ขัดเอาสังกะสีบริเวณที่จะเชื่อมออก และเมื่อเชื่อมเสร็จแล้วให้พ่นสเปรย์กันสนิมทับรอยเชื่อมด้วย

7.** แบบการต่อลงดิน GC คำนวณที่ค่าความต้านทานจำเพาะของผงเคมีลดค่าความต้านทานดิน 0.001-0.01 โอห์ม-เมตร

NOTE

1. FOR L.V. DISTRIBUTION SYSTEM (400/230V) AND H.V. DISTRIBUTION SYSTEM (22,33 kV), THE EARTH RESISTANCE SHALL NOT EXCEED 5 OHMS. IF IT CAN NOT BE IMPROVED TO MEET THE SETTING VALUE, THE PERMISSIVE MAXIMUM VALUE IS 25 OHMS (SEE EXAMPLE NO.4).

2. THE EARTH RESISTANCE OF 115kV TRANSMISSION SYSTEM ARE AS FOLLOWS:

   2.1 THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS

   2.2 THE TOTAL EARTH RESISTANCE OF ALL SYSTEM SHALL NOT EXCEED 2 OHMS

3. IN CASE OF THE SOIL RESISTIVITY AT THE FIELD SITE IS OVER THE VALUE INDICATED IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, THE SPECIAL DESIGN IS NEEDED.

4. USE MATERIAL NO.6 FOR CONNECTING THE FLAT STEELS.

5. FOR EXOTHERMIC WELDING POINT, USE THE APPROPRIATE EQUIPMENT (WELDING POWDER, MOLD AND CLAMP, FLINT GUN).

6.* BEFORE WELDING, ZINC COATED SURFACE AT THE WELDING AREA HAS TO BE REMOVED. THE WELDING POINT HAS TO BE ZINC SPRAYED AFTER FINISHING WELDING PROCESS.

7.** GROUNDING TYPE GC IS CALCULATED BASE ON RESISTIVITY OF CHEMICALS FOR EARTH RESISTANCE REDUCTION 0.001-0.01 OHMS-M.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SAI-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ธีรวรรณ์ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ธีรวรรณ์ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการส่วน ..... ผู้อำนวยการส่วน	ผู้ว่าการ	เริ่มใช้วันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มีผลเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR LISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SAI-015/56007 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

ตัวอย่างที่ 1

ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบสายส่ง 115 เควี โดยมีค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม และมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 40 โอห์ม-เมตร

วิธีทำ

ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 10 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินอยู่ในช่วง 35-79 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GR-2

ดังนั้น

ระบบสายส่ง 115 เควี มีรูปแบบการต่อลงดินเป็น GR-2

ตัวอย่างที่ 2

ต้องการหาค่าความต้านทานจำเพาะของดินโดยมีรูปแบบการต่อลงดินแบบ GS และมีค่าความต้านทานดิน 15 โอห์ม

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GS ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.050 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

$$\text{ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน} = \frac{\text{ค่าความต้านทานดิน}}{\text{ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน}} = \frac{15}{0.050} = 300 \text{ โอห์ม-เมตร}$$

ดังนั้น

ค่าความต้านทานจำเพาะของดินมีค่าเท่ากับ 300 โอห์ม-เมตร

ตัวอย่างที่ 3

ต้องการหารูปแบบในการปรับปรุงค่าความต้านทานดินของระบบสายส่ง 115 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละต้นไม่เกิน 10 โอห์ม โดยมีค่าความต้านทานดิน ก่อนการปรับปรุงเป็น 32 โอห์ม และมีรูปแบบการต่อลงดินเป็นแบบ GR-1

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GR-1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.381 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

EXAMPLE NO.1

HOW TO SELECT THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS AND SOIL RESISTIVITY IS 40 OHMS-M.

SOLUTION

SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 10 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 35-79 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GR-2 GROUNDING TYPE.

THUS

THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING IS GR-2.

EXAMPLE NO.2

HOW TO FIND THE SOIL RESISTIVITY VALUE WHEREAS THE TYPE OF GROUNDING IS GS AND EARTH RESISTANCE IS 15 OHMS.

SOLUTION

1. SEE THE GS GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.050 OHMS/OHMS-M.

2. *FIND THE SOIL RESISTIVITY:*

$$\text{SOIL RESISTIVITY} = \frac{\text{EARTH RESISTANCE}}{\text{COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION}} = \frac{15}{0.050} = 300 \text{ OHMS-M}$$

THUS

THE SOIL RESISTIVITY IS 300 OHMS-M.

EXAMPLE NO.3

HOW TO SELECT THE TYPE OF 115 kV SYSTEM GROUNDING IN CASE IMPROVEMENT WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POLE SHALL NOT EXCEED 10 OHMS FROM 32 OHMS AND THE TYPE OF GROUNDING IS GR-1.

SOLUTION

1. SEE THE GR-1 GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.381 OHMS/OHMS-M.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน วิรัญจิ์ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร วิรัญจิ์ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กรกฎาคม 2556 แก้แบบวันที่ ..... มีตีเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน = ค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุง / ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน

= 32 / 0.381 = 83.9 โอห์ม-เมตร

3. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 10 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินครอบคลุม 83.9 โอห์ม-เมตร โดยจากตารางอยู่ในช่วง 80-114 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GR-3

ดังนั้น

ระบบสายส่ง 115 เควี ใช้แบบการต่อลงดิน GR-3 ในการปรับปรุงค่าความต้านทานดิน

ตัวอย่างที่ 4

ต้องการหารูปแบบในการปรับปรุงค่าความต้านทานดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละจุดไม่เกิน 5 โอห์ม โดยมีค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุงเป็น 40 โอห์ม และมีรูปแบบการต่อลงดินเป็นแบบ GR-1

วิธีทำ

1. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง GR-1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดินเท่ากับ 0.381 โอห์ม/โอห์ม-เมตร

2. หาความต้านทานจำเพาะของดินได้โดย

ค่าความต้านทานจำเพาะของดิน = ค่าความต้านทานดินก่อนการปรับปรุง / ค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของค่าความต้านทานดิน

= 40 / 0.381 = 104.9 โอห์ม-เมตร

3. ดูตารางแบบการต่อลงดินในช่อง 5 โอห์ม ที่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินครอบคลุม 104.9 โอห์ม-เมตร โดยจากตารางอยู่ในช่วง 87-130 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GS

4. หากดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการต่อลงดินเสร็จสิ้นแล้ว ค่าความต้านทานดินยังคงมีค่ามากกว่า 5 โอห์ม อนุโลมยอมให้มีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 25 โอห์ม โดยไม่ต้องปรับปรุงค่าความต้านทานดินเพิ่ม

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

2. FIND THE SOIL RESISTIVITY:

SOIL RESISTIVITY = EARTH RESISTANCE BEFORE IMPROVEMENT / COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION

= 32 / 0.381 = 83.9 OHMS-M

3. SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 10 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 80-114 OHMS-M THAT COVER 83.9 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GR-3 GROUNDING TYPE.

THUS

USE GR-3 TYPE FOR THE EARTH RESISTANCE IMPROVEMENT IN 115 kV TRANSMISSION SYSTEM.

EXAMPLE NO.4

HOW TO SELECT THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING IN CASE IMPROVEMENT WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POINT SHALL NOT EXCEED 5 OHMS FROM 40 OHMS AND THE TYPE OF GROUNDING IS GR-1.

SOLUTION

1. SEE THE GR-1 GROUNDING TYPE IN THE GROUNDING SELECTION TABLE, SO THE COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION IS 0.381 OHMS/OHMS-M.
2. FIND THE SOIL RESISTIVITY:

SOIL RESISTIVITY = EARTH RESISTANCE BEFORE IMPROVEMENT / COEFFICIENT OF EARTH RESISTANCE REDUCTION

= 40 / 0.381 = 104.9 OHMS-M

3. SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 5 OHMS AND THE SOIL RESISTIVITY 87-130 OHMS-M THAT COVER 104.9 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GS GROUNDING TYPE.
4. WHEN THE GROUNDING IMPROVEMENT PROCESS IS COMPLETED. IF THE EARTH RESISTANCE IS STILL MORE THAN 5 OHMS, BUT NOT MORE THAN 25 OHMS. THE EARTH RESISTANCE IS ALLOWED TO BE ACCEDED. THE ADDITIONAL *IMPROVEMENT IS NO NEED.*

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน ธีรวุฒิ ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ธีรวุฒิ หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... รับเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผน และพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 6 ของจำนวน 7 แผ่น

ตัวอย่างการใช้ตารางเลือกแบบการต่อลงดิน

ดังนั้น
ระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ใช้แบบการต่อลงดิน GS ในการปรับปรุงค่าความต้านทานดิน

ตัวอย่างที่ 5
ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี ให้มีค่าความต้านทานดินแต่ละจุดไม่เกิน 5 โอห์ม และมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 320 โอห์ม-เมตร

วิธีทำ
ดูตารางการต่อลงดินที่ในช่อง 5 โอห์ม จะไม่มีค่าความต้านทานจำเพาะของดินที่ครอบคลุม 320 โอห์ม-เมตร ซึ่งในระบบจำหน่ายแรงสูง อนุโลมยอมให้มีค่าความต้านทานดินไม่เกิน 25 โอห์ม ดังนั้นให้เลื่อนไปดูที่ช่องถัดไปคือ 10 โอห์ม โดยจะมีค่าความต้านทานจำเพาะของดินอยู่ในช่วง 263-622 โอห์ม-เมตร ซึ่งตรงกับแบบการต่อลงดิน GC

ดังนั้น
ระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี มีรูปแบบการต่อลงดินเป็น GC

ตัวอย่างที่ 6
ต้องการหารูปแบบการต่อลงดินของระบบจำหน่ายแรงสูง 22 เควี และระบบสายส่ง 115 เควี โดยมีค่าความต้านทานจำเพาะของดิน 1700 โอห์ม-เมตร และ 700 โอห์ม-เมตร ตามลำดับ

วิธีทำ
ต้องพิจารณาเลือกแบบการต่อลงดินเป็นกรณีๆไป ตามหมายเหตุข้อ 3.

EXAMPLES OF GROUNDING SELECTION TABLE APPLICATION

THUS
USE GS TYPE FOR THE EARTH RESISTANCE *IMPROVEMENT IN 22 kV DISTRIBUTION SYSTEM*

EXAMPLE NO.5
HOW TO SELECT THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING WHEREAS THE EARTH RESISTANCE OF EACH POINT SHALL NOT EXCEED 5 OHMS AND SOIL RESISTIVITY IS 320 OHMS-M.

SOLUTION
SEE THE GROUNDING SELECTION TABLE FOR 5 OHMS, WHICH NOT COVER THE SOIL RESISTIVITY 320 OHMS-M, BUT THE HIGH VOLTAGE DISTRIBUTION SYSTEM ALLOWS THE EARTH RESISTANCE SHALL NOT EXCEED 25 OHMS, SO MOVE TO THE NEXT TABLE IS 10 OHMS, IN THE RANGE OF 263-622 OHMS-M, WHICH ACCORDING TO GC GROUNDING TYPE.

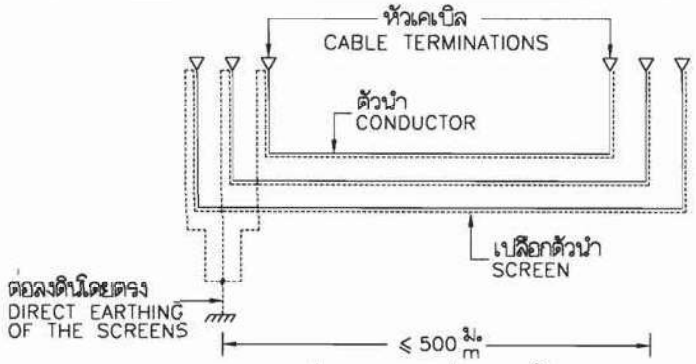
THUS
THE TYPE OF 22 kV SYSTEM GROUNDING IS GC.

EXAMPLE NO.6
HOW TO SELECT THE TYPE OF GROUNDING OF 22 kV AND 115 kV SYSTEM WHEREAS SOIL RESISTIVITY IS 1,700 AND 700 OHMS-M RESPECTIVELY.

SOLUTION
THE TYPE OF GROUNDING SHALL BE CONSIDERED CASE BY CASE ACCORDING TO NOTE 3.

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/50003 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เรียน ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 3 กย. 2556 แก้แบบวันที่ ..... มีติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับระบบจำหน่าย และระบบสายส่ง GROUNDING SYSTEMS FOR DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/56007 แผ่นที่ 7 ของจำนวน 7 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



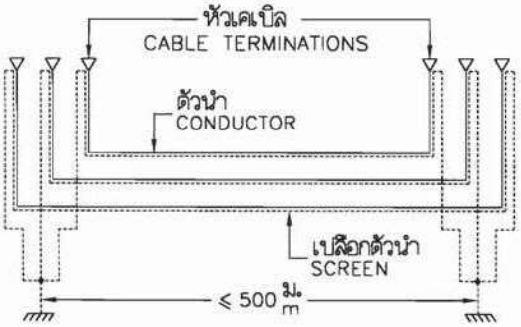
แบบที่ 1 TYPE การต่อลงดินข้างเดียว SINGLE-POINT BONDING

การต่อลงดินข้างเดียว

หมายถึงการนำเปลือกตัวนำต่อร่วมกันลงดินที่ปลายสายเคเบิลด้านใดด้านหนึ่ง ในกรณีนี้จะมีแรงดันเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่เปลือกตัวนำแต่จะไม่มีกระแสไหลที่เปลือกตัวนำ แรงดันเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับความยาวของสายเคเบิลและกระแสใช้งาน ทำให้การต่อลงดินแบบนี้ใช้กับการวางสายเคเบิลระยะสั้นๆ

SINGLE-POINT BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS OF ONE END OF CABLE ARE CONNECTED AND EARTHED AND THE OTHER END ARE ISOLATED FROM GROUND. IN THIS CASE, THERE IS INDUCED VOLTAGE BUT NO CURRENT FLOW IN THE SCREENS. THE INDUCE VOLTAGE IS PROPORTIONAL TO THE CABLE ROUTE AND LOAD CURRENT. THIS BONDING METHOD IS USED FOR SHORT CABLE ROUTE .



แบบที่ 2 TYPE การต่อลงดินทั้งสองปลาย BOTH-ENDS BONDING

การต่อลงดินทั้งสองปลาย

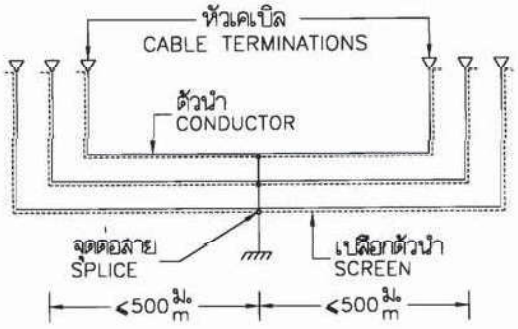
หมายถึงการนำเปลือกตัวนำต่อร่วมกันลงดินที่ปลายสายเคเบิลทั้งสองด้าน ในกรณีนี้จะปรากฏกระแสไหลวนในเปลือกตัวนำเกิดความร้อนสูญเสียขึ้นทำให้สายเคเบิลนำกระแสได้ลดลง

BOTH-ENDS BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS ARE CONNECTED AND EARTHED AT BOTH ENDS OF CABLE ROUTE . IN THIS CASE, CIRCULATING CURRENT WILL FLOW IN SCREENS AND HEAT LOSSES OCCUR IN CABLE, WHICH CAUSE THE CABLE CURRENT CARRYING CAPACITY REDUCE .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ผู้สำรวจ วิศวกร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 1 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



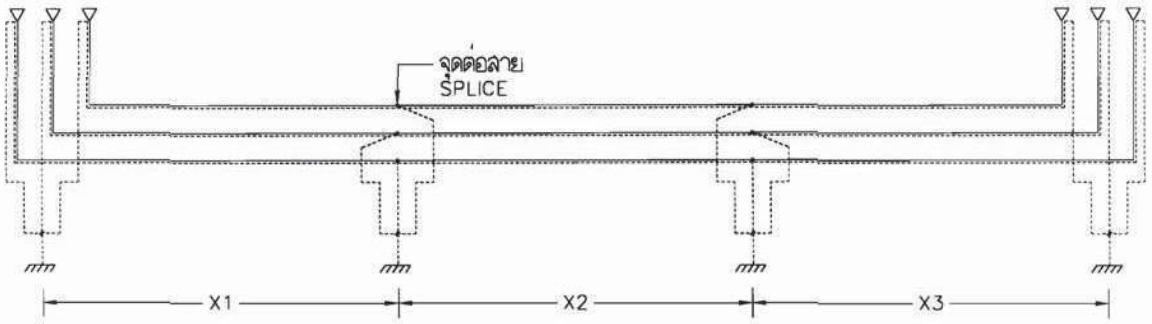
แบบที่ 3 การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง
TYPE 3 MIDDLE-POINT BONDING

การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง

การต่อลงดินแบบนี้ดัดแปลงมาจากการต่อลงดินข้างเดียว โดยย้ายจุดต่อลงดินไปยังจุดกึ่งกลางของความยาวสายเคเบิล

MIDDLE-POINT BONDING OF SCREENS.

THIS METHOD IS MODIFIED FROM THE SINGLE-POINT BONDING METHOD BY MOVING THE EARTHING POINT TO THE MIDDLE OF CABLE ROUTE .



X1 ~ X2 ~ X3 (≤500 มม./m แนะนำ /SUGGESTION)

แบบที่ 4 ต่อลงดินแบบหลายจุด
TYPE 4 MULTI-POINTS BONDING

การต่อลงดินแบบหลายจุด

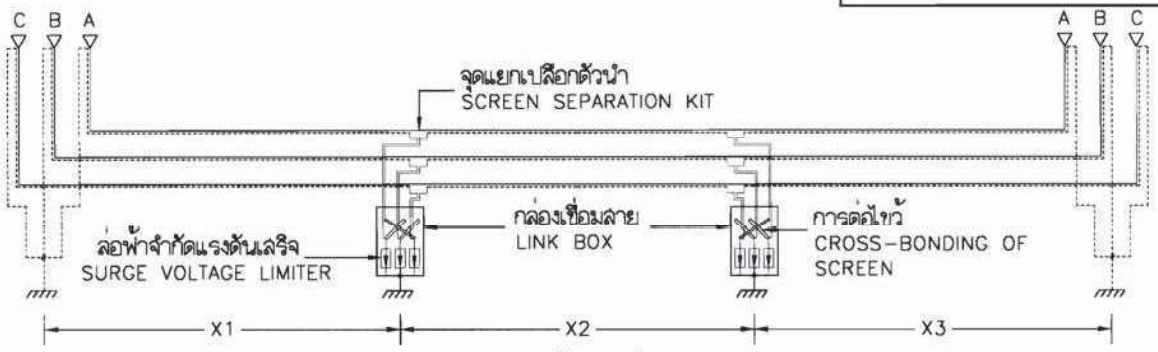
การต่อลงดินแบบนี้ดัดแปลงมาจากการต่อลงดินทั้งสองปลาย โดยจะทำการต่อลงดินที่ปลายสายและทุกจุดที่มีการต่อสาย

MULTI-POINTS BONDING OF SCREENS.

THIS METHOD IS MODIFIED FROM BOTH-ENDS BONDING METHOD BY EARTHING THE SCREENS OF CABLE AT THE BOTH ENDS OF CABLE AND EVERY SPLICING POINT .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มิ.ค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 2 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131



X1 ~ X2 ~ X3 (≤500 ม. แนะนำ /SUGGESTION)

แบบที่ 5 ต่อลงดินแบบไขว้
TYPE 5 CROSS – BONDING

การต่อลงดินแบบไขว้สลับ

หมายถึงการนำเปลือกตัวนำของสายเคเบิลต่อไขว้สลับกับเคเบิลที่อยู่ใกล้กัน (เฟส A ต่อกับ เฟส B,เฟส B ต่อกับเฟส C และเฟส C ต่อกับเฟส A) ตามรูปที่แสดงข้างบน ในกรณีนี้จะมีแรงดันเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่เปลือกตัวนำแต่จะไม่มีกระแสไหลที่เปลือกตัวนำ แรงดันเหนี่ยวนำสูงสุดจะปรากฏขึ้นที่กล่องเชื่อมสาย วิธีการต่อลงดินแบบนี้เคเบิลสามารถนำกระแสที่สูงเท่ากับวิธีการต่อลงดินแบบข้างเดียว แต่ระยะทางของเคเบิลยาวกว่า

CROSS-BONDING OF SCREENS.

MEANS THAT THE SCREENS OF THE ADJOINING CABLES ARE CONNECTED (PHASE A CONNECTED WITH PHASE B, PHASE B CONNECTED WITH PHASE C AND PHASE C CONNECTED WITH PHASE A) AS SHOWN IN THE ABOVE FIGURE. IN THIS CASE, THERE IS INDUCED VOLTAGE BUT NO CURRENT FLOW IN THE SCREENS.

THE MAXIMUM INDUCED VOLTAGE ARE AT THE LINK BOX. BY THIS METHOD, A CURRENT CARRYING CAPACITY IS AS HIGH AS SINGLE-POINT BONDING METHOD BUT LONGER CABLES .

การประยุกต์ใช้งาน

1. การต่อลงดินข้างเดียว ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางไม่เกิน 500 ม.
2. การต่อลงดินแบบกึ่งกลาง ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 500 ม. แต่ไม่เกิน 1,000 ม.
3. การต่อลงดินแบบไขว้ ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 115 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 1,000 ม.
4. การต่อลงดินทั้งสองปลาย ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 22 & 33 kV ที่มีระยะทางไม่เกิน 500 ม.
5. การต่อลงดินแบบหลายจุด ใช้สำหรับเคเบิลใต้ดินระบบ 22 & 33 kV ที่มีระยะทางมากกว่า 500 ม.

APPLICATIONS

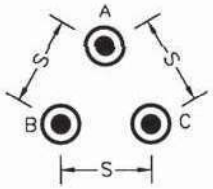
1. SINGLE-POINT BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS NOT EXCEED 500 m
2. MIDDLE-POINT BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 500 m BUT NOT EXCEED 1,000 m
3. CROSS-BONDING: USED FOR 115 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 1,000 m
4. BOTH-ENDS BONDING: USED FOR 22 & 33 kV SYSTEM, ROUTE IS NOT EXCEED 500 m
5. MULTI-POINTS BONDING: USED FOR 22 & 33 kV SYSTEM, ROUTE IS MORE THAN 500 m .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SAI-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ผู้สำรวจ วิศวกร หัวหน้าแผนก ผู้อำนวยการกอง ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ	เขียนเสร็จวันที่ 30 มีค. 2546 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SAI-015/46005 แผ่นที่ 3 ของจำนวน 5 แผ่น

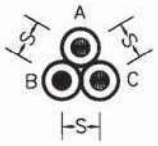
การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131

การคำนวณแรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำ
SCREEN (OR SHEATH) INDUCED VOLTAGE

1 กรณีวางสายเป็นรูปสามเหลี่ยม
TREFOIL FORMATION



หรือ OR

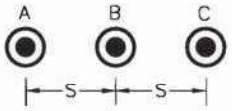


$$E_a = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}+j\sqrt{\frac{3}{2}}\right) \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

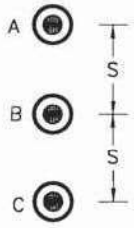
$$E_b = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_c = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}-j\sqrt{\frac{3}{2}}\right) \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

2 กรณีวางสายในแนวเดียวกัน
FLAT FORMATION



หรือ OR



$$E_a = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}\mathrm{Log}_e\frac{s}{d}+j\sqrt{\frac{3}{2}}\mathrm{Log}_e\frac{4s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_b = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \mathrm{Log}_e\left(\frac{2s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

$$E_c = 4\times10^{-7}\pi \times f \times I_b \times \left(-\frac{1}{2}\mathrm{Log}_e\frac{s}{d}-j\sqrt{\frac{3}{2}}\mathrm{Log}_e\frac{4s}{d}\right) \quad \text{..... volt/meter}$$

ในที่นี้
WHERE

E_a, E_b, E_c = แรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำของสายเฟส A, เฟส B และเฟส C ตามลำดับ (โวลต์/เมตร)
SCREEN (OR SHEATH) INDUCED VOLTAGE OF PHASE A, PHASE B AND PHASE C RESPECTIVELY (volt/meter)

f = ความถี่ (เฮิรท์)
FREQUENCY (Hz)

I_b = ค่ากระแสใช้งานของสายเฟส B (แอมแปร์)
LOAD CURRENT OF PHASE B (Ampere)

s = ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้า (ม.)
SPACING OF ADJACENT CABLES (m)

d = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเปลือกตัวนำ (ม.)
GEOMETRIC MEAN SCREEN (OR SHEATH) DIAMETER (m)

หมายเหตุ
1. ค่าแรงดันเหนี่ยวนำที่เปลือกตัวนำ ต้องมีค่าไม่เกิน 65 โวลต์
2. ในกรณีไลน์ยาวๆถ้าสายไฟฟ้าไม่ได้จัดเรียงเป็นรูปสามเหลี่ยมให้พิจารณาสลับสายไฟฟ้าด้วยเพื่อแก้ปัญหาอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้าแต่ละเส้นไม่เท่ากัน ดูรูป 1 ในแผ่นที่ 5

NOTES
1. SCREEN INDUCED VOLTAGE NOT MORE THAN 65 VOLTS .
2. FOR LONG ROUTE CABLE AND THE CABLE ARE NOT IN TREFOIL FORMATION, THE CABLE SHALL BE TRANSPOSED TO MAKE EQUIVALENT IMPEDANCE IN EACH CABLE, SEE FIG 1 ON SHEET NO 5 .

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019
ผู้เขียน สมชาย	ผู้ว่าการ	ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้สำรวจ		เขียนเสร็จวันที่ 30 มิ.ค. 2546
วิศวกร	การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV	แก้แบบวันที่ .....
หัวหน้าแผนก		มิติเป็น มิลลิเมตร
ผู้อำนวยการกอง		มาตราส่วน .....
ผู้อำนวยการฝ่าย		
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 4 ของจำนวน 5 แผ่น

การประกอบเลขที่ ASSEMBLY NO. 7131

รูปที่ 1 การต่อลงดินแบบไขว้รวมกับการสลับสาย
FIG 1 CROSS - BONDING WITH TRANSPOSITION OF CABLE

กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า ฝ่ายมาตรฐานและความปลอดภัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	ใช้แทนแบบ SA1-015/38019 ถูกแทนโดยแบบ .....
ผู้เขียน สมชาย ..... ผู้สำรวจ ..... วิศวกร ..... หัวหน้าแผนก ..... ผู้อำนวยการกอง ..... ผู้อำนวยการฝ่าย	ผู้ว่าการ ..... การต่อลงดินสำหรับสายเคเบิลใต้ดิน ระบบ 22 kV, 33 kV และ 115 kV	เขียนเสร็จวันที่ 30 มี.ค. 2548 แก้แบบวันที่ ..... มิติเป็น ..... มาตราส่วน .....
รองผู้ว่าการวางแผนและพัฒนาระบบไฟฟ้า	GROUNDING OF UNDERGROUND CABLE FOR 22 kV, 33 kV AND 115 kV SYSTEM	แบบเลขที่ SA1-015/46005 แผ่นที่ 5 ของจำนวน 5 แผ่น

3. ข้อกำหนดทางเทคนิค(Specifications)

ของอุปกรณ์

3.1 22 kV Power/optic fiber submarine composite power cable systems

Invitation to Bid No.:

Specification No.:

C **Material, equipment, and specifications for CONSTRUCTION OF 22 kV POWER/OPTIC FIBER SUBMARINE COMPOSITE POWER CABLE SYSTEMS**

C1 **General material and packing instructions**

Additional to the general instructions, the following shall be observed :

1a **Scope**

This specification covers the design, manufacture, installation and tests of 22 kV **power/optical fiber submarine composite power cable system.**

1b **Standard**

1b.1 The 22 kV **power/optical fiber submarine composite power cable and repair joint** shall be designed, manufactured, constructed, and tested in accordance with the latest relevant IEC 60502-2/60502-4 standards, Cigre recommendations TB490 or Electra No. 189-2000, TB623 or Electra No. 171-1997, TB177, DNVGL-RP-0360, ITU-T G.652D or equivalent.

1b.2 The cable termination kits shall be manufactured and tested in accordance with the latest revision of IEEE standard 48, IEC 60502-4, DIN 57278/VDE 0278, CENELEC HD 629.1 or equivalent.

1b.3 Surge arresters shall be manufactured and tested in accordance with the following standard TIS 2366-2551 or IEC 60099-4: 2009 or later standard. PEA will also accept the type test report in accordance with the previous edition of the above standards, if there is no significant change in any test items or no additional test item(s) compared with the above standards. On the other hand, if there is significant change in any test items or there are any additional test items, the previous edition type test report with the additional test report(s) of the significant change test item(s) and/or additional test item(s) will be also accepted.

1c Principal requirement

1c.1 General

The 22 kV **power/optical fiber submarine composite power cable** systems shall be designed, constructed and installed for operation under the following conditions :

Climate : tropical

Soil ambient temperature

for seabed : 30°C

for land : 35°C

Soil thermal resistivity of seabed : 1.0°C.m/W.

Soil thermal resistivity of land : 1.2°C.m/W.

Relative humidity : up to 100%

Maximum water depth : 30 m

Design lifetime : 40 years

The 22 kV submarine power cable systems, shall consist of :

(1) Submarine cable, 3-core with 24 core fiber optic cable

(2) Terminators, surge arrester

(3) Repair joint (If any)

(4) Accessories

(5) Civil works

(6) Auxiliary equipment, accessories, and works not mentioned in the Contract but necessary to complete the sound functions

Note : The actual condition for soil ambient temperature, soil thermal resistivity and the maximum water depth shall be determine from cable route survey.

1c.2 Ratings of power cables and accessories

The cables and accessories shall be designed for continuous operation under the following conditions:

Description		22 kV Systems
System voltage		3-phase, solidly ground
Rated frequency	Hz	50
Rated voltage, phase to phase	kV r.m.s.	22
Maximum voltage, not less than	kV r.m.s.	24
Impulse withstand voltage	kV peak	125
Maximum system's short circuit current at 1s durations	kA r.m.s.	12
Maximum charging current (one core)	A/km	1.2
Minimum ampacity after installation (at 0.9 load factor)	A	231

1c.3 Design of 22 kV submarine cables

1c.3.1 Construction

The 22 kV submarine cables shall be XLPE power cables, 3-core.The extrusion of the insulation shall be performed with a triple extrusion, dry curing process and the XLPE material shall preferably be of super clean type. Identification of cores before assembling shall be provided throughout the length of cable. The submarine cables shall be having the construction as shown in **Annex C1-1**.

The integrated optical fiber shall be of water tight design and include 24 single mode optical fibers, ITU-T G.652D type, according to PEA's specifications. The optical fiber shall be armour for mechanical protection. The optical fiber characteristics shall be as shown in **Annex C1-2**

A loose tube shall be sleeved over multiple fibers forming a fiber unit. The individually coated optical fiber(s) shall be surrounded by a filling compound for protection from physical damage during fabrication, installation and operation of the cable. The fiber coating and filling compound shall be strippable for splicing and termination. A loose tube shall be sleeved over multiple fibers forming a fiber unit. A fiber unit and the materials used for cable construction shall be in accordance as **Annex C1-3**

Fiber unit shall be identifiable TIA/EIA-598 color-coding scheme. The color-coding system shall be discernible throughout the design life of the cable. Coloring utilized for color coding optical fibers shall be integrated into the fiber coating and shall be homogenous. The color shall not bleed from one fiber to another and shall not fade during fiber preparation for termination or splicing. If loose tube buffer construction is provided each loose tube shall be individually indentifiable TIE/EIA-598 color-coding scheme, the buffer tubes shall be filled with a water-blocking gel.

1c.3.2 Cable marking

The following letters/legends shall be ink-printed in white or embossed on the inner sheath as the core identification;

1) Core number (R,Y,B)
2) Rated voltage (22 kV)
3) Nominal cross section area in mm^2
4) Name of manufacturer and/or trade mark
5) Year of manufacture / Manufacture lot no.
   e.g. [R CORE 22 kV 120 mm^2 XXXX : XXXX]

The outer serving of the submarine cable shall be marked with a continuous stripe made of a sufficient number of white or yellow yarns. A plastic tape with meter-marking should be applied around the submarine cable for each one hundred (100) meters.

1c.4 Terminators

The terminators for cables shall be outdoor type, polymer housing. The terminators characteristics shall be as shown in **Annex C1-4**

The terminators shall be mounted on supporting steel structures.

The connecting of the power cables shall be compression type connector only, screwed type not accepted.

The terminal pad or equipped with auxiliary terminal pads shall be of high conductivity bronze and hot-tin dipped or better, and drilled two (2) holes in accordance with NEMA Standards (14 mm holes on 44.5 mm center)

The manufacturer of the required cable termination kits must have experience in producing the terminations which are in the same types as specified herein not less than five (5) years and which have successfully passed all the type tests and design tests according to the stated reference standard . As an evidence that all the foregoing requirements have been met, a bidder will provide the documents when submitting his bid.

1c.5 Surge arresters

The housing of surge arresters shall be polymeric material

Each surge arrester shall be hermetically sealed and suitable for outdoor installation and using in tropical climatic area and highly contaminated atmosphere or very heavy pollution level.

The surge arresters shall be rated 21 kV for 22 kV systems , Class 10 kA, line discharge Class 3 (IEC). The surge arresters characteristics shall be as shown in **Annex C1-5**

The surge arresters shall be furnished with line terminal connector (Terminal lug) and earth connector.The surge arresters shall be mounted on supporting steel structures.

1c.6 Repair joint

The repair joint (if any) shall be designed for jointing of submarine cables, maintaining the mechanical, optical and electrical properties of cable. The outer housing provides the mechanical strength and protection. The repair joint shall be suitable for submarine cable's construction as shown in **Annex C1-1** and fiber optic's construction as shown in **Annex C1-3**. Each set of repair joint shall consist of :

a) Connector for jointed copper conductor
b) Stress cone shall be made of pre-molded element of silicone rubber or EPDM or other suitable material.

c) Reinforcement for each core (Reconstruction of lead sheath layer : made of copper ferrule)

d) Fiber optic joint

e) Armouring joint

f) Watertight filling compound

g) Outer housing with galvanic corrosion protection for design lifetime

h) Bending limiter

i) Others accessories according to manufacturer's design

The repair joint shall pass the type tested incorporate with the submarine composite power cable.

The manufacturer shall give evidence about his long term experience in manufacturing repair joint. A manufacturing experiences of at least five(5) years of repair joint for using in system voltages of 20 kV or higher is required. The supplying list indicating country, name of customer, system voltage and year of delivery shall be submitted with the bid.

1c.7 Accessories

The following accessories shall be supplied :

(1) Earthing system (if require)

(2) Outdoor optical distribution frame (Outdoor ODF) as specification no. CDD-ODF-OUTDOOR-001

(3) Steel supporting structure set (if require)

(4) Other necessary equipment

1c.7.1 Earthing system of submarine power cable (Both end)

Earthing of lead sheath and armour wire of submarine power cable shall be both end bonding.

Earthing electrodes (if require) shall be of copper clad steel and completed with approved non-ferrous connection on earthing conductors.

Earthing conductors (if require) shall be of copper of sufficient size, not less than 95 mm^2, to carry the maximum imposed short-circuit level, and connected between the various electrodes, structures, earthing, links, etc.

The combined resistance of the earthing electrodes shall not exceed 2 ohms under any climatic conditions; and sufficient electrodes shall be included to meet this requirement.

1c.8 Spare parts

Bidders have to quote and submit a list of the following items's prices with the bid (The bidders have to quote spare parts and special tools with their lists of quantities and itemized prices. The prices of the spare parts and special tools shall not be taken into consideration for the purpose of the bid evaluation; and PEA reserves the right to purchase some or all of items, to adjust their quantities, or to cancel them.)

- 22 kV Power/optic fiber submarine composite power cable 500 m
- Repair joint 2 set
- Special tool 1 set

1c.9 Handing and preparation of cable

The completed cable shall be coiled in static tank/turntable on to a cable ship, and transported to site. Bidders are held responsible for investigating the tides, currents, depth of water, and ascertaining all the available facilities before submitting his offer.

1c.10 Galvanizing

All ferrous materials, other than stainless steel, shall be hot-dip galvanized according to ASTM Specifications or equivalent.

1c.11 Inspection

The Contractor has to provide for the inspection as follows :

a) "Factory Acceptance Test (FAT)" report shall be made by independent laboratories/institutes such as DNV-GL, CESI or other which PEA's approved before. The independent inspector shall conduct FAT inspection of the power/optical fiber composite cables and accessories before shipment to the site.

b) "Factory inspection" for at least five (5) working days to at ten (10) of PEA's engineers to inspect the production including the testing of the power/optical fiber composite cables and accessories before shipment to the site.

c) "On-site training" for at least five (5) working days at twenty (20) of PEA's engineers in order to familiarize them how to use and maintenance the power/ optical fiber composite cable system.

d) The details of the proposed inspection and training course shall be submitt with the bid.

The above FAT inspection and training costs shall be borne by the contractor.

1d Packing

Cable drums or pans for spare repair cable shall be non-returnable steel drums or pans. The minimum bending radius of drum shall not less than 20 times of over all diameter of complete submarine cable. All cable drums or pans shall be fully lagged with suitable boards and additionally reinforced with steel bands if necessary.

Steel drums or pans shall be suitably protected against rust.

All packages should be strongly constructed and seaworthy packed to avoid damage during transportation.

1e Tests and test reports

1e.1 Power/optical fiber submarine composite power cable :

A. Type tests

The power cables shall pass the type tests in accordance with the latest relevant IEC 60502-2 standards, Cigre recommendations TB490 or Electra No. 189-2000, TB623 or Electra No. 171-1997, DNVGL-RP-0360.

PEA will also accepts the type test reports of the submarine cable for 20 kV-36 kV.

PEA will also accept the type test which conducted with the different physical dimension of purposed submarine cable.

Type tests of optical fibres should include the connection technologies (e.g. splices, connectors). Applicable definitions and test methods are specified, for instance, in standards IEC 60793 (optical fibres), IEC 60794 (optical fibre cables) and ITU-T G.976.

B. Routine tests

The power cable shall be routine tested on all cable lengths in accordance with the reference standard

The fibre optic package shall be routine tested after lay-up of the complete subsea power cable to ensure that no damage has occurred to the fibres.

C. Sample tests

Sample tests shall be made in accordance with the reference standard.

D. After Installation tests (with at least these items but not limit to:)

- Ac testing with the RMS rated voltage of 3 U_o by very low frequency (VLF) test set
- Partial discharge (PD) for monitored (off line)
- Tan delta (tan δ)
- Time domain reflectometer (TDR)
- Optical time domain reflectometer (OTDR)
- Grounding resistance

The lists of the item for routine test, sample test, after installation according to relevant reference standard tests shall be submitted.

1e.2 Outdoor termination :

The proposed cable outdoor termination kit shall have successfully passed all the type tests or design tests in accordance with the IEEE standard 48, IEC 60502-4, DIN 57278/VDE 0278, CENELEC HD 629.1 or equivalent standards. The test reports shall be submitted prior to receipt of bids closing date.

Standard factory tests shall be made in accordance with routine tests stated in reference standards. Three (3) sets of routine tests shall be submitted at the time of delivery.

1e.3 Surge arrester :

Type tests

The HV surge arresters shall be passed type tests (design tests) in accordance with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4 : 2009 by the following test items[1)]:

1) Insulation withstand tests on the arrester housing
2) Residual voltage tests
3) Long-duration current impulse withstand tests
4) Operating duty tests
5) Short-circuit tests[2)]
6) Tests of arrester disconnectors (when fitted)
7) Internal partial discharge tests
8) Bending moment tests
9) Environment tests
10) Weather ageing tests[3)]

Note:

1) PEA will also accept the HV surge arresters passed the type tests in accordance with the later edition of the above standard which may have a different test items or test procedure comparing with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4:2009.
2) The test current shall not be less than 20 kA r.m.s. for 10 kA surge arresters.
3) The duration of the tests shall not be less than 1,000 hours (Test series A).

All items of the type tests shall be conducted or inspected by the acknowledged testing laboratories/institutes as following:

(1) Laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

(2) Thailand's national laboratories, institutes, universities and electric utilities, as follows:

- National Metal and Materials Technology Center (MTEC)
- Electrical and Electronic Products Testing Center (PTEC)
- Thai Industrial Standards Institute (TISI)
- Electrical and Electronics Institute (EEI)
- Department of Science Service (DSS)
- Testing Laboratory, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
- Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- Metropolitan Electricity Authority (MEA)
- Provincial Electricity Authority (PEA)
- Other laboratories, institutes, universities or electric utilities approved by PEA

In case of the foreign manufacturers have experience of more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the HV surge arresters with polymer housing for using in system voltages of 22 kV or higher, PEA will accept type test report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in (1) or (2). Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

The type test report done by the laboratories in Thailand or local manufacturers shall be valid within five (5) years counted from the issued date in the test report to the bid closing date.
The type test report shall be submitted with the bid.

PEA will also accept other documents instead of the type test reports and type test certificates in the following conditions:

(1) In case the proposed HV surge arrester has been supplied to PEA and get the order from PEA's Procurement Department or Substation Work Department or Transmission and Distribution System Work Department (from PEA's head office), the Purchase Order (PO) or contact with Bill of Quantities (BOQ) can be submitted, or

(2) In case the proposed HV surge arrester has been registered for PEA Product Acceptance, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted, or

(3) In case the proposed HV surge arrester has been registered for Product lists for substation turnkey project, the not-expired registration certificate counted to the bid closing date can be submitted instead

However the document in case (1), (2) and (3) shall be proved that the HV surge arrester specified in the PO or BOQ or registration certificate shall be the same product, type/model and all ratings as the proposed HV surge arrester for this bid.

The cost of all tests and reports shall be borne by the bidders/manufacturers/contractor.

Routine tests

The HV surge arresters shall be passed the routine tests in accordance with TIS 2366-2551 or IEC 60099-4:2009 at least the following tests items:

1) Measurements of reference voltage (U_{ref}) at the reference current (I_{ref})

2) Residual voltage tests on complete arresters, assembled arrester units or on a sample comprising one or several resistor elements

3) Internal partial discharge tests

Note:

PEA will also accept the HV surge arresters passed the routine tests in accordance with the later edition of the above standard which may have a different test items or test procedure comparing with TIS 2366- 2551 or IEC 60099-4:2009.

1e.4 Repair joint :

The repair joint for 22 kV submarine cable shall be passed the manufacturer's standard routine tests, and also passed the routine tests in accordance with the CIGRE standards.

The type tests according to the CIGRE standards shall be submit with the bid. The type test shall be conducted or inspected by the acknowledged testing independent laboratories/institutes which are members of the Short-circuit Testing Liaison (STL) or independent laboratories/institutes which are accredited according to TIS 17025 or ISO/IEC 17025 with the scope of accreditation covered the relevant test items, standards and equipment. The certification and scope of accreditation of the independent laboratories/institutes shall be submitted with the bid for consideration.

In case of the foreign manufacturers having experience for more than twenty (20) years in design, manufacture and sell the repair joint submarine cable for using in system voltages of 20 kV or above, PEA will accept type test report(s) conducted by the manufacturer's laboratory or other independent laboratories without qualification mentioned in above. Documents showing the manufacturer's experience such as reference list shall be submitted with the bid for consideration.

PEA will also accepts the type test reports of the repair joint submarine cable for 20 kV – 36 kV and either 1 or 3-core submarine cable.

PEA will also accept the type test which conducted with the different physical dimension of purposed submarine cable.

The costs of all tests and test reports shall be borne by the Contractor.

C2 Material and packing data to be given by bidder

The following data shall be submitted with the bids:

2a **Guarantee performance data of power/optical fiber composite cables and accessories (See annex C2-1 to C2- 6)**

2b **Details catalogues, and/or drawings of the following equipment :**

(1) Power/optical fiber composite submarine cable

(2) Terminator.

(3) Surge arrester

(4) Repair joint (if any)

(5) Accessories :

(5.1) Earthing equipment.(if any)

(5.2) Outdoor optical distribution frame (Outdoor ODF)

(5.3) Supporting Structure

(6) Spare parts. (if any)

(7) Auxiliary equipment. (if any)

(8) Others. (if any)

2c **List of tests item for power/optical fiber composite submarine cable of**

- routine tests.
- sample tests.
- after installation tests.

2d **Detailed calculations to prove the minimum continuous current capacity** at 11 m depth for HDD section and charging current**.**

2e **Detailed calculations of fault current capacity of the conductor and metallic sheath.**

2f **Detailed calculation of sequence impedance of submarine power cable.**

2g **Detail of the surge arresters**

- Manufacturer's name/country of origin
- Catalogue
- Description of material used for the component parts
- Surface finishing of component parts
- Details about working of metal-oxide
- Detail of sealing and testing

2h **Manufacturer's name and technical data of arrester housing**

2i **Packing detail**

Packing method (shown by drawing(s), and describe packing materials).

Number of meters, units, pieces, or sets in each package.

Dimensions of (L x W x H) of each package in cm.

Volume of each package in m^3.

2j **Critical document of power/optic fiber submarine composite power cable systems (See annex C2-7)**

Note : **Conditions for documentation and consideration**

1. The Contractor has to supply the following documents in English for the submarine cable system, to the following address :

   Technical Specification Division
   Provincial Electricity Authority
   200 Ngam Wong Wan Road, Chatuchak
   Bangkok Metropolis 10900
   Thailand

   1.1 Three (3) sets of report of tests which are conducted at factories, before shipment.

   1.2 Three (3) sets of report of tests which are conducted at site, after installation.

   1.3 One (1) set of electronic file.

Annex C1 - 1

Construction of submarine power cable, for 22 kV power/optical fiber submarine composite power cable

Description	Material	Unit	Dimension/detail
Conductor, three-core	Nominal cross-sectional area of conductor	mm^2	120
	Minimum number of wire in conductor	-	18
	Diameter of conductor (approx.) Annealed copper, compact round stranded, Longitudinal water blocked with semiconducting compound	mm	13.0
Max. d.c. resistance of conductor at 20° C	-	Ω/km	0.153
Thickness of conductor screen, approx.	Extruded semi-conducting compound XLPE	mm	0.5
Thickness of insulation	XLPE (90° C Maximum conductor temperature for normal operation)	mm	5.5
Diameter over insulation, approx.	-	mm	25
Thickness of insulation screen, approx.	Extruded semi-conducting compound XLPE	mm	0.5
Longitudinal water-block	Semi-conducting swelling tape	mm	-
Thickness of lead sheath	Extruded lead, or lead-alloy	mm	2.0
Thickness of inner sheath	Extruded layer of semi-conducting PE	mm	2.0
Optical fiber, single mode	ITU-T G.652D	core	24
Laying up	Extruded/Preshaped compound (plastic) or polypropylene yarn fillers and fiber optic cable	-	-
Binder tape, two layer	-	-	-
Bedding	Polypropylene yarn and bitumen	-	-
Thickness of armour wire, one layer	Galvanized steel	mm	6.0
Outer covering, two-layer	Polypropylene yarn and flushing compound	mm	3.0
Structure	Cross section (Preliminary)	Fig. 1	

Note :

1. The conductor screen, insulation, and insulation screen of power cable shall be vulcanized together by dry curing system; conventional steam and/or hot water curing system shall not be accepted.
2. The submarine power cable shall be continuous for complete manufacturing length without factory joint or repair joint.
3. Optical fiber unit shall be included in the above construction according to PEA's specification.

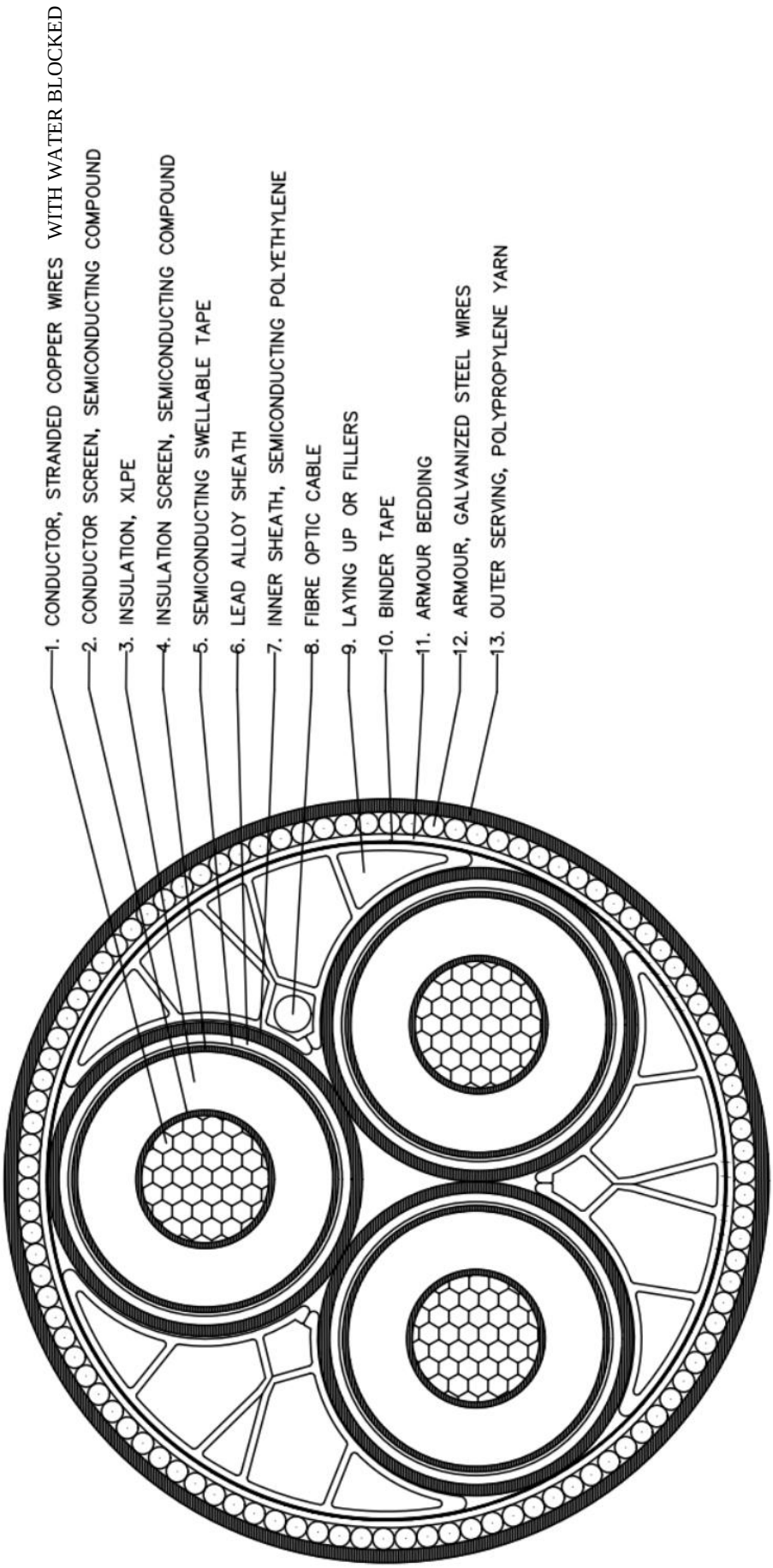


Fig. 1 Submarine cable cross section (Preliminary)

Annex C1 – 2

Optical fiber characteristics

Item No.	Description	Requirements
1	Fiber Description	Zero Dispersion Un-Shifted Single-Mode (ZDUSSM) (Dual Window) ITU-T G.652.D
2	Optical Channel Capacity	Not less than six
3	Mode Field Diameter (MFD) @ 1,310 nm	9.2 μm (± 0.4 μm)
4	Cladding Design	Either matched or depressed
5	Cladding Diameter	125.0 μm (± 0.7 μm)
6	Core concentricity error	≤ 0.6 μm
7	Cladding non circularity	1 % maximum
8	Core–Cladding Concentricity Error	< 0.5 μm
9	Coating Diameter	245 μm (± 5 μm) according to EIA/TIA-455-173
10	Cladding-Coating Concentricity Error	<12 μm
11	Cable Attenuation Coefficient	
	@ 1,310 nm	≤ 0.35 dB/km
	@ 1,383 nm (± 3 nm)	≤ 0.35 dB/km
	@ 1,550 nm	≤ 0.21 dB/km
	@ 1,625 nm	≤ 0.23 dB/km
12	Macrobend loss @ 1,550 nm	≤ 0.1 dB (Radius 30 mm), (100 turns)
13	Temperature Dependence	≤ 0.05 dB (-60 °C to +85 °C)
14	Cable Cutoff Wavelength	≤ 1,260 nm
15	Chromatic Dispersion Coefficient	
	@ 1,550 nm	≤ 18.0 ps/(nm x km)
	Zero Dispersion Wavelength	1,300 to 1,324nm
	Zero Dispersion Slope	≤ 0.092 ps/(nm^2x km)
16	Fiber Tensile Strength	Proof Test ≥ 0.69 GPa (100 kpsi) as per EIA-445-31B or IEC 60793-1-30
17	PMD_Q (M= 20 cables) (Q= 0.01%)	≤ 0.2 ps/ $km^{1/2}$

Annex C1 – 3

Construction of optic cable

Number of fibers		24 Cores
Loose tube	Material	Single layer of PBT (Polybutylene Terephthalate)
	Fiber per tube	6
	Number	4
Filling compound in loose tube	Material	Thixotropic jelly
Filler rod	Material	Non-metallic
Stranding	-	Reverse oscillation lay (ROL) technique (SZ Direction)
Central strength member	Material	Galvanized steel wire if necessary, jacketed with polyethylene
Cable core filling compound	Material	Non-toxic homogenius waterproofing gel or Dry core technology, water blocking yarn
Core wrapping	Material	Water blocking tape or jelly
Outer tube(Optical armour)	Material	AISI 316 steel tube or Extruded lead, or lead-alloy
sheath	Material	Black polyethylene
	Thickness	Min. 1.5 mm
Cable diameter	Approx.	11 mm
Structure	Cross section (Preliminary)	Fig. 2
Color coding scheme identification	Standard	TIA/EIA-598 as Fig. 3

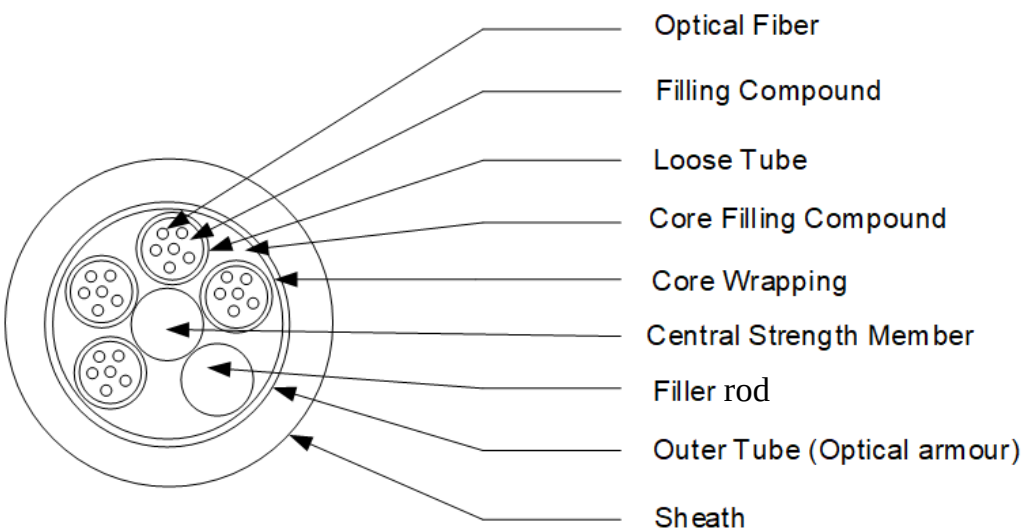


Fig. 2 Optical cable cross section (Preliminary)

No.	Fiber Identification
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown
5	Slate (Gray)
6	White

No.	Loose tube identification
1	Blue
2	Orange
3	Green
4	Brown

Fig. 3

Annex C1 – 4

Terminator characteristics

Characteristics	Unit	Requirements
System voltage	kV	33
Rated voltage	kV	36
Lightning impulse withstand voltage	kV, peak	170
Power frequency withstand voltage, dry	kV	70
Minimum creepage distance	mm	1,110
Diameter over insulation of 22 kV 120 sq.mm. single core cable, approx.	mm	25
Housing material	-	Silicone rubber or EPDM rubber
Housing type	-	Slip on, clod shrink, heat shrink
Stress control method	-	Stress cone, voltage gradient, etc.

Annex C1 – 5

Surge arrester characteristics

Characteristics	Unit	Requirements
System voltage	kV	22
System grounding	-	Solidly
Rated voltage (U_r)	kV r.m.s.	21
Rated frequency	Hz	50
Nominal discharge current (I_n)	kA peak	10
Maximum residual voltage (U_{res}) at I_n	kV peak	60
Rated short-circuit current (I_s)	kA r.m.s. (sym)	20
High-current impulse withstand	kA peak	100
Line discharge class	-	3
Minimum long-duration current impulse with stand:	A peak	-
Virtual duration of peak	μs	2,400
Minimum creepage distance between live part to ground	mm	744

Annex C2 – 1

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of 22 kV power/optic fiber submarine composite power cable

Description	Unit	Proposed data	Reference
Manufacturer's name	-		
Country of origin	-		
Type / Model / Catalogue No.	-		
Applied standard, publication number and year	-		
Nominal cross-sectional area	mm^2		
Rated voltage, phase to phase	kV r.m.s.		
Design for highest system voltage	kV r.m.s.		
Impulse withstand voltage	kV peak		
Rated frequency	Hz		
Number of cores	-		
Rated current at 11 m depth for HDD section (at 0.9 load factor)	A		
Conductor (water blocking type)			
Material	-		
Actual cross-sectional area	mm^2		
Minimum number of wires	-		
Shape	-		
Water blocking method & material	-		
Max. water penetration/at pressure/with time duration	m/bar/days		
Maximum d.c. resistance at 20 °C	Ω/km		
Outside diameter	mm		
Conductor screen			
Material	-		
Average thickness	mm		
Thickness at any place, not less than	mm		
DC volume resistivity at 90 °C	Ω-m		

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of 22 kV power/optic fiber submarine composite power cable (continue)

Description	Unit	Proposed data	Reference
Insulation			
Material	-		
Curing process	-		
Average thickness	mm		
Thickness at any place, not less than	mm		
Dielectric constant, measured at a conductor temperature of 90 °C	-		
Power factor, measured at a conductor temperature of 90 °C	-		
Thermal resistivity	K.m/W		
Insulation screen			
Material	-		
Average thickness	mm		
Thickness at any place, not less than	mm		
DC volume resistivity at 90 °C	Ω-m		
Longitudinal water blocking			
Material	-		
Max. water penetration/at pressure/with time duration	m/bar/days		
Thickness, not less than	mm		
Thermal resistivity	K.m/W		
Lead sheath (one core)			
Material	-		
Average thickness	mm		
Thickness at any place, not less than	mm		
Nominal cross-sectional area	mm^2		
Inner sheath			
Material	-		
Average thickness	mm		
Thickness at any place, not less than	mm		
Cable outer diameter, single core	mm		
Thermal resistivity	K.m/W		
Marking of single core	-		

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of 22 kV power/optic fiber submarine composite power cable (continue)

Description	Unit	Proposed data	Reference
Laying up			
Filler material	-		
Thermal resistivity	K.m/W		
Binder tape,	-		
material	-		
thickness	mm		
Thermal resistivity	K.m/W		
Optic fiber cable, single mode			
number of cores	core		
type	ITU-T		
Bedding			
Material	-		
Thickness, not less than	mm		
Thermal resistivity	K.m/W		
Armour wires			
Material	-		
Nominal diameter of wire	mm		
Maximum working stress	-		
Number of wires	-		
Number of layer(s)	-		
Lay direction	-		
Length of lay	mm		
Outer covering			
Material	-		
Thickness	mm		
Number of layer(s)	-		
Thermal resistivity	K.m/W		

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of 22 kV power/optic fiber submarine composite power cable (continue)

Description	Unit	Proposed data	Reference
Complete cable			
Overall diameter	mm		
Weight in air	kg/m		
Weight in water	kg/m		
Total length	m		
Cable			
Electrical properties			
AC resistance at 90 °C	Ω/km		
Capacitance	μF/km		
Inductance	mH/km		
Charging current (one core)	A/km		
Dielectric loss factor	-		
Positive sequence impedance	Ω/km		
Negative sequence impedance	Ω/km		
Zero sequence impedance	Ω/km		
Surge impedance	Ω		
Rated short-circuit current 1-s duration,			
in the conductor (one core)	kA		
in the metallic screen (one core)	kA		
in armour	kA		
Maximum partial discharge	pC at...kV		
Estimated losses (at.....A,.....kV)			
in conductors for 3-phase	W/m		
dielectric for 3-phase	W/m		
in lead sheath for 3-phase	W/m		
in armour	W/m		
total losses for complete cable	W/m		
Physical properties			
Minimum bending radius of complete cable for coiling	m		
Minimum bending radius of complete cable for installation	m		
Permissible pulling force	kN		
Minimum bending radius for single core cable	m		

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of 22 kV power/optic fiber submarine composite power cable (continue)

Description	Unit	Proposed data	Reference
Burial depth, for Submarine section Land section	 m m		
Lead sheath and armour are earthed and bonded at both ends	Yes/No		

Annex C2 – 2

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of Terminators

Description	unit	Purposed data	Reference
Manufacturer	-		
Country	-		
Type designation	-		
Catalog number (to be attached)	-		
Outline drawing number (to be attached)	-		
Installation instruction number (to be attached)	-		
Applied standard, publication number and year	-		
Rated voltage	kV		
Lightning impulse withstand voltage	kV, peak		
Power frequency withstand voltage, dry (IEEE or IEC)	kV		
Range of conductor diameter to be accommodated with	mm		
Range of diameter over insulation of cable to be used with	mm		
Range of overall diameter of cable to be used with	mm		
Housing Type (Slip on, cold shrink, heat shrink) Material (Polymer, Silicone rubber, EPDM) Manufacturer of housing	 - - -		
Creepage distance between live part to ground	mm		
Stress control Method (stress cone, voltage gradient tube, etc.) Type (slip on, heat shrink, etc.) Material	 - - -		
Connector (NEMA pad 2 or 4 hole) Type (crimp, clamp, mechanical etc.) Material Conductor size to be accommodated with Range of diameter of conductor to be accommodated with	 - - mm^2 mm		
Connector at overhead conductor side Type (crimp, clamp, mechanical etc.) Material Conductor size to be accommodated with Range of diameter of conductor to be accommodated with	 - - mm^2 mm		
Manufacturer's experience	years		

Annex C2 – 3

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of Surge arrester

Description	unit	Purposed data	Reference
Manufacturer	-		
country	-		
Type designation	-		
Catalog number (to be attached)	-		
Outline drawing number (to be attached)	-		
Installation instruction number (to be attached)	-		
Applied standard, publication number and year	-		
Rated voltage (U_r)	kV, r.m.s.		
Continuous operating voltage (U_c)	kV, r.m.s.		
Rated frequency	Hz		
Nominal discharge current (I_n), 8/20 μs waveshape	kA, peak		
Line discharge class (IEC)	-		
Maximum residual voltage (U_{res}), at nominal lightning discharge current	kV, peak		
High-current impulse withstand	kA, peak		
Minimum long duration current impulse withstand on rectangular wave	A, peak		
virtual duration of peak	μs		
Short circuit current, high-current	kA, r.m.s.		
with total duration of test current	s		
Material of arrester housing	-		
Minimum creepage distance of arrester housing, from life part to ground	mm		
Weight of one surge arrester including accessories	kg		

Annex C2 – 4

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of repair joint for 22 kV submarine composite cable

Characteristic and Rating	Unit	Proposed data	Reference
Manufacturer	-		
Country of origin	-		
Catalog No. (to be attached)	-		
Outline drawing No. (to be attached)	-		
Installation instruction No. (to be attached)	-		
Applied standard, publication No. and year	-		
Confirm to attach list of standard factory tests including descriptive details	(Yes/No)		
Rated voltage	kV		
Lightning impulse voltage test	kV peak		
Power frequency withstand voltage	kV		
Heating cycle voltage test	-		
Partial discharge extinction voltage at .....pC	kV		
Connector joint Applied standard, publication No. and year Material Conductor type and size to be accommodated with Range of diameter of conductor to be accommodated with	 - - mm^2 mm		
Stress control Method (stress cone, etc.) Type (pre-molded, slip on, etc.) Material (silicone rubber, EPDM, etc.)	 - - -		
Reinforcement (lead sheath) Method Type Material			
Fiber optic joint Method Type Material			
Armouring joint Method Type Material			

Guarantee performance data of repair joint for 22 kV submarine composite cable (continue)

Characteristic and Rating	Unit	Proposed data	Reference
Watertight filling compound			
Type	-		
Material	-		
Outer housing			
Type	-		
Material (stainless steel, steel, etc.)	-		
Galvanic corrosion protection method	-		
Bending limiter			
Type	-		
Material (stainless steel, steel, etc.)	-		
Range of diameter over insulation to be accommodated with	mm		
Range of overall diameter to be accommodated with	mm		
Guaranteed period after shipment/delivery	Years		
Storage condition for the guaranteed period (to be specified)	-		
Expected service life after installation	Years		
Packing			
Confirm to be packed individually for each kit	(Yes/No)		
Instruction manual for installation **in Thai / English** language	(Yes/No)		
Net weight	kg		
Packing detailed drawing No. (to be attached)	-		

Annex C2 – 5

Invitation to Bid No.:

Guarantee performance data of Fiber optic

Description	unit	Purposed data	Reference
Fiber Description	-		
Optical Channel Capacity	-		
Mode Field Diameter (MFD) @ 1,310 nm	μm		
Cladding Design	-		
Cladding Diameter	μm		
Core concentricity error	μm		
Cladding non circularity	%		
Core–Cladding Concentricity Error	μm		
Coating Diameter	μm		
Cladding-Coating Concentricity Error	μm		
Cable Attenuation Coefficient			
@ 1,310 nm	dB/km		
@ 1,383 nm (± 3 nm)	dB/km		
@ 1,550 nm	dB/km		
@ 1,625 nm	dB/km		
Macrobend loss @ 1,550 nm	dB		
Temperature Dependence	dB		
Cable Cutoff Wavelength	nm		
Chromatic Dispersion Coefficient			
@ 1,550 nm	ps/(nm x km)		
Zero Dispersion Wavelength	nm		
Zero Dispersion Slope	$ps/(nm^2 x\ km)$		
Fiber Tensile Strength	GPa(100 kpsi)		
PMD_Q (M= 20 cables) (Q= 0.01%)	$ps/\ km^{1/2}$		

Annex C2 – 6

Invitation to Bid No.:

Guarantee Construction data of fiber optic cable

Description	Details	Proposed data	Reference
Number of fibers	Core		
Loose tube	Material		
	No. Fiber per tube		
	Number of tube		
Filling compound in loose tube	Material		
Filler rod	Material		
Stranding	-		
Central strength member	Material		
Cable core filling compound	Material		
Core wrapping	Material		
Outer tube (Optical armour)	Material		
sheath	Material		
	Thickness (mm)		
Cable diameter	Approx. (mm)		
Structure (Figure)	Cross section		
Color coding scheme identification			

Annex C2 – 7

Critical documents of power/optic fiber submarine composite power cable systems

Item	Required documents	Proposed technical document	Reference document (Page/Item)
22 kV power/optic fiber submarine composite power cable			
1	Type test report of submarine power cable as mentioned in **1e.1**	❑ Yes ❑ No	
2	Type test report of optical fibers as mentioned in **1e.1**	❑ Yes ❑ No	
3	The lists of test item for power/optic fiber submarine composite power cable as mentioned in **1e.1** - routine test - sample test - after installation test	 ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No	
4	Details construction of submarine power cable as mentioned in **1c.3.1** and **Annex C1-1**	❑ Yes ❑ No	
5	The optical fiber characteristics as mentioned in **1c.3.1** and **Annex C1-2**	❑ Yes ❑ No	
6	The optical fiber loose tube construction as mentioned in **1c.3.1** and **Annex C1-3**	❑ Yes ❑ No	
7	Guarantee performance data of 22 kV submarine power cable（**as Annex C2-1**）	❑ Yes ❑ No	
8	Guarantee performance data of fiber optic (**as Annex C2-5**)	❑ Yes ❑ No	
9	Guarantee construction data of fiber optic cable（**as Annex C2-6**）	❑ Yes ❑ No	
10	Details of cable marking as mentioned in **1c.3.2**	❑ Yes ❑ No	
11	Details of the proposed inspection and training course as mentioned in **1c.11**	❑ Yes ❑ No	
12	Drawing and section of power/optic fiber submarine composite power cable as mentioned in **2b**	❑ Yes ❑ No	
13	Packing details, as mentioned in **1d**	❑ Yes ❑ No	
14	Details calculations to prove the minimum continuous current as mentioned in **2d**	❑ Yes ❑ No	
15	Details calculations of fault current capacity of the conductor and metallic sheath as mentioned in **2e.**	❑ Yes ❑ No	
16	Detailed calculation of sequence impedance as mentioned in **2f**	❑ Yes ❑ No	

Annex C2 – 7

Critical documents of power/optic fiber submarine composite power cable systems (continue)

Item	Required documents	Proposed technical document	Reference document (Page/Item)
Outdoor cable termination kits			
17	Type test report as mentioned in **1e.2**	❑ Yes ❑ No	
18	List of routine test as mentioned in **1e.2**	❑ Yes ❑ No	
19	Manufacturing experience as mentioned in **1c.4**	❑ Yes ❑ No	
20	The outdoor terminations kits characteristics as mentioned in **1c.4** and Annex **C1-4**	❑ Yes ❑ No	
21	Guarantee performance data of terminators (**as Annex C2-2**)	❑ Yes ❑ No	
22	Drawing(s) with main dimensions and tolerances in mm as mentioned in **2b**	❑ Yes ❑ No	
23	Packing details, as mentioned in **2i**	❑ Yes ❑ No	
Surge arresters			
24	Type test report as mentioned in **1e.3** or	❑ Yes ❑ No	
	The copy of previous Purchase order (if any) or	❑ Yes ❑ No	
	The copy of previous List of supplier (if any) or	❑ Yes ❑ No	
	The copy of previous Proposal form (if any) or	❑ Yes ❑ No	
	PEA Product Acceptance certificate (if any) or	❑ Yes ❑ No	
	Product lists certificate (if any)	❑ Yes ❑ No	
25	List of routine test as mentioned in **1e.3**	❑ Yes ❑ No	
26	The surge arresters characteristics as mentioned in **1c.5 and Annex C1-5**	❑ Yes ❑ No	
27	Design data and guarantee of proposed surge arrester (**as Annex C2-3**)	❑ Yes ❑ No	
28	Drawing of the surge arresters including all accessories with main dimensions and tolerances in mm as mentioned in **2b**	❑ Yes ❑ No	
29	Detail of the surge arresters mentioned in **2g** - Manufacturer's name/country of origin - Catalogue - Description of material used for the component parts - Surface finishing of component parts - Details about working of metal-oxide - Detail of sealing and testing	❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No ❑ Yes ❑ No	

Annex C2 – 7

Critical documents of power/optic fiber submarine composite power cable systems (continue)

Item	Required documents	Proposed technical document	Reference document (Page/Item)
30	Manufacturer's name and technical data of arrester housing mentioned in **2h**	❑ Yes ❑ No	
31	Packing details, as mentioned in **2i**	❑ Yes ❑ No	
Repair joint (if any)			
32	Type test report with detail of testing laboratories/institute as mentioned in **1c.6** and **1e.4**	❑ Yes ❑ No	
33	Manufacturing experience as mentioned in **1c.6**	❑ Yes ❑ No	
34	List of routine test as mentioned in **1e.4**		
35	List of repair joint component and material as mentioned in **1c.6**	❑ Yes ❑ No	
36	Guarantee performance data of repair joint for submarine cable (**as Annex C2-4**)	❑ Yes ❑ No	
37	Drawing(s) with main dimensions and tolerances in mm as mentioned in **2b**	❑ Yes ❑ No	
38	Packing details, as mentioned in **2i**	❑ Yes ❑ No	
Outdoor optical distribution frame (Outdoor ODF)			
39	Technical specification of outdoor ODF as mentioned in **Specification No.: CDD-ODF-OUTDOOR-001**	❑ Yes ❑ No	
40	Drawing(s) with main dimensions and tolerances in mm as mentioned in **2b**	❑ Yes ❑ No	
41	Packing details, as mentioned in **2i**	❑ Yes ❑ No	

Note: The bidders who do not submit all critical documents mentioned in the above table with the bid will be rejected.

3.2 Automatic identification system (AIS) and accessories

ประกวดราคาเลขที่:

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะสำหรับ AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)

1. ขอบข่าย

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะนี้ กำหนดความต้องการสำหรับ Automatic Identification System (AIS) เพื่อใช้สร้างเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริง แสดงบริเวณแนวเขตพื้นที่เฉพาะ แสดงแนวสายเคเบิลใต้น้ำ เฝ้าติดตามสถานะ และแจ้งเตือนเรือเดินสมุทรที่สัญจรเข้ามายังบริเวณที่มีสายเคเบิลใต้น้ำ เพื่อป้องกันความเสียหายต่อสายเคเบิลใต้น้ำ

2. มาตรฐาน

Automatic Identification System (AIS) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62320-1 หรือ IEC 62320-2

3. คุณลักษณะ และรายละเอียดที่ต้องการ

3.1 Automatic Identification System (AIS) จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ Virtual AIS Station หรือ Virtual AIS Beacon หรือ AIS Base Station สามารถทำงานผ่าน Cloud software ได้ และมีคุณสมบัติดังนี้:

3.1.1 มีรัศมีทำการไม่น้อยกว่า 25 ไมล์ทะเล

3.1.2 มีภาครับ และภาคส่งสัญญาณวิทยุ ในย่านความถี่ VHF Maritime band ความถี่ 161.975 MHz (CH87B) และ 162.025 MHz (CH88B)

3.1.3 มีการส่งสัญญาณแบบ RATDMA (Random Access Time Division Multiple Access) หรือ FATDMA (Fixed Access Time Division Multiple Access)

3.1.4 มีรูปแบบการส่งข้อมูล (Transmission mode) เป็นแบบ Type 3 AIS AtoN station และ Operate in mode A หรือ B หรือ C

3.1.5 สามารถรับ และส่งข้อความตามมาตรฐาน ITU-R M.1371 (Message formats) ได้แก่ Message 6, 8, 12, 14 และ 21 เป็นอย่างน้อย

3.1.6 ภาครับสัญญาณ GPS (GPS receiver) สามารถรับสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 12 ช่องสัญญาณ และมี Sensitivity เท่ากับ -142 dBm acquisition หรือดีกว่า และ -159 dBm tracking หรือดีกว่า

3.1.7 ภาครับสัญญาณ AIS (AIS receiver) มี Sensitivity เท่ากับ -107 dBm หรือดีกว่า

3.1.8 Transmission power output ไม่น้อยกว่า 12 วัตต์ (41 dBm)

3.1.9 มีพอร์ตต่อสัญญาณภายนอกแบบ RS-232 อย่างน้อย 1 พอร์ต

3.1.10 มีพอร์ตต่อสัญญาณ Ethernet (TCP/IP, SSL) อย่างน้อย 1 พอร์ต

3.1.11 มีไฟแสดงสถานะ (Indicator) แบบ Multi-Color indicator ได้แก่ Power status, Transmit, Networking และ Error เป็นอย่างน้อย

3.1.12 สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในอาคาร (Indoor) และภายนอกอาคาร (Outdoor) สำหรับการติดตั้งภายในอาคารจะต้องติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายในอาคาร โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อ 3.3 และสำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร โดยมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อ 3.4

3.1.13 มีค่า Operating temperature -15 ^{o}C ถึง +55 ^{o}C หรือดีกว่า

3.1.14 สามารถใช้งานได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ หรือ 13.8 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 1 เฟส แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ ± 10% ความถี่ 50 เฮิรตซ์

3.2 อุปกรณ์ประกอบ

3.2.1 เสาอากาศ VHF (VHF Antenna) แบบรอบตัว มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 3 dB จำนวน 1 หน่วย

3.2.2 สายนำสัญญาณชนิด Flexible low loss communications coaxial โดยมีค่า Impedance 50 ohm พร้อมขั้วต่อหัว-ท้ายสายนำสัญญาณ จำนวน 1 เส้น

3.2.3 เสาอากาศ GPS (GPS Antenna) พร้อมสายสัญญาณ จำนวน 1 หน่วย

3.2.4 ชุด 3G/4G Router จำนวน 1 หน่วย มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้:

- สามารถรองรับสัญญาณ 3G/4G คลื่นความถี่ 2,600/2,300/2,100/1,800/900/800 MHz
- ความถี่ใช้งาน 2.4 GHz และ 5 GHz
- มีช่องใส่ SIM Card จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีพอร์ตเชื่อมต่อ LAN จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต

3.2.5 SIM Card พร้อมใช้งานจากผู้ให้บริการเครือข่ายในประเทศไทย และมีการลงทะเบียน SIM Card ในนามของ “กองบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า (กบร.) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค” จำนวน 1 หน่วย

3.2.6 แท็บเล็ต (Tablet) โดยมีรายละเอียดเป็นไปตาม “**C3 Schedule of detailed requirement**”

3.2.7 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook computer) โดยมีรายละเอียดเป็นไปตาม “**C3 Schedule of detailed requirement**”

3.3 อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายในอาคาร ความต้องการสำหรับแต่ละรายการจะระบุใน “**C3 Schedule of detailed requirement**”

หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC power supply) มีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้:

- Input Voltage 230 V AC
- Input Frequency 50 Hz ± 10% หรือดีกว่า
- Output Voltage 13.8 V DC ± 5% หรือ 24 V DC ± 10%
- จ่ายโหลดได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- มีน้ำหนักไม่เกิน 10 กิโลกรัม

3.4 อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร ความต้องการสำหรับแต่ละรายการจะระบุใน “**C3 Schedule of detailed requirement**”

3.4.1 ตู้หรือกล่องกันน้ำมีระดับการป้องกัน (Degree of protection) ไม่น้อยกว่า IP 54 สำหรับติดตั้ง AIS

3.4.2 แบตเตอรี่แบบ Sealed Lead Acid (SLA) หรือ Valve Regulated Lead Acid (VRLA) ขนาด 12 โวลต์ ความจุไม่น้อยกว่า 100 แอมแปร์-ชั่วโมง

3.4.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) สำหรับประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ขนาดไม่ต่ำกว่า 20 วัตต์

3.4.4 อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่รองรับกับแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ และสามารถให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์-ชั่วโมง

3.5 สามารถสร้างเครื่องหมาย (Mark) แสดงตำแหน่งของทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริง (Virtual AIS AtoN) ได้

3.5.1 สามารถแสดงทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริง แสดงบริเวณแนวเขตพื้นที่เฉพาะ และแสดงแนวสายเคเบิลใต้น้ำ เพื่อให้เรือเดินสมุทรที่ติดตั้ง AIS ที่สัญจรเข้ามายังบริเวณที่มีสายเคเบิลใต้น้ำสามารถมองเห็นเครื่องหมายดังกล่าวได้

3.5.2 สามารถแสดงทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริงในพื้นที่ที่ไม่สามารถติดตั้งทุ่นเครื่องหมายทางเรือจริงได้

3.5.3 สามารถเพิ่ม ย้าย และลบเครื่องหมายของทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริงได้

3.5.4 สามารถเข้าถึงข้อมูลในระบบ Cloud server ด้วยการเข้ารหัสรักษาความปลอดภัย (Encrypted) โดย Login เข้าระบบผ่าน Web Browser ก่อนการเข้าใช้งานได้

3.5.5 สามารถสร้างทุ่นเครื่องหมายทางเรือเสมือนจริง ได้ไม่น้อยกว่า 20 จุด ในรัศมีทำการของ AIS

3.6 สามารถเฝ้าติดตาม (Monitor) การทำงานของระบบ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต บนอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer), แท็บเล็ต (Tablet) และสมาร์ทโฟน (Smartphone) ได้

3.6.1 สามารถสื่อสารกับผู้ใช้งานผ่าน Web browser เพื่อทำการติดตามสถานะของเรือเดินสมุทรที่สัญจรเข้ามายังบริเวณที่มีสายเคเบิลใต้น้ำได้

3.6.2 สามารถเฝ้าติดตามสถานะของเรือเดินสมุทรที่สัญจรเข้ามายังพื้นที่ที่กำหนดไว้ แบบ Real-time (เวลาปัจจุบัน) ได้

3.6.3 สามารถบันทึกข้อมูล (Record) การจราจรของเรือเดินสมุทร และสามารถเปิดดูย้อนหลังได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ในการวางแผนการดำเนินการป้องกันความเสียหายต่อสายเคเบิ้ลใต้น้ำ

3.7 สามารถทำการแจ้งเตือนได้ (Alert)

3.7.1 สามารถกำหนดการตั้งค่ากฎ (Rules) เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นอันตรายต่อทรัพย์สิน และใช้ในการวางแผนการดำเนินการป้องกันความเสียหายต่อสายเคเบิ้ลใต้น้ำได้

3.7.2 สามารถรับการแจ้งเตือนถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากเรือเดินสมุทรที่เข้ามาใกล้แนวเขตสายเคเบิ้ลใต้น้ำ

3.8 มีระบบการป้องกัน (Prevent)

3.8.1 สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังเรือเดินสมุทรที่ติดตั้ง AIS ได้โดยอัตโนมัติ เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุล่วงหน้าที่อาจจะเกิดขึ้น

3.8.2 สามารถกำหนดประเภทของการแจ้งเตือน และสามารถแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล์ (E-Mail) และข้อความ (SMS) ไปยังศูนย์ควบคุม ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ไปยังอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน เพื่อแจ้งเตือนได้

3.9 สามารถแจ้ง Event logs ให้กับผู้ใช้งานทราบ โดยมีรายละเอียดดังนี้:

3.9.1 Zone (พื้นที่ที่มีกิจกรรมที่มีความเสี่ยงเกิดขึ้น)

3.9.2 Rule group (กฎระเบียบที่ได้ทำการกำหนดไว้)

3.9.3 Vessel name (ชื่อของเรือเดินสมุทร)

3.9.4 หมายเลข MMSI ของเรือเดินสมุทร

3.9.5 หมายเลข IMO ของเรือเดินสมุทร

3.9.6 วันที่ และเวลาที่เกิดกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

3.9.7 พิกัด Latitude และ Longitude ที่เกิดกิจกรรมที่มีความเสี่ยง

3.9.8 Call sign หรือนามเรียกขานของเรือเดินสมุทร

3.9.9 สถานะของ Safety message ที่ได้แจ้งเตือนไปยังเรือเดินสมุทรที่มีกิจกรรมที่อาจจะเป็นอันตรายต่อทรัพย์สิน

3.10 สามารถแยกประเภทของเรือเดินสมุทรที่สัญจรเข้ามายังบริเวณทำการของระบบได้ โดยแยกเรือเดินสมุทรแต่ละประเภทออกเป็นแต่ละสี

4. การบำรุงรักษา

คู่สัญญาจะต้องจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ AIS และอุปกรณ์ประกอบ ประจำปีอย่างน้อย 2 ครั้งในระหว่างระยะเวลาการรับประกัน โดยผู้เสนอราคาจะต้องยื่นเอกสารแผนการบำรุงรักษาฯ พร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

5. การฝึกอบรม

คู่สัญญาจะต้องจัดฝึกอบรมการใช้งาน การแก้ไขปัญหา และการบำรุงรักษา โดยผู้เชี่ยวชาญ ให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน พร้อมคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยผู้เสนอราคาจะต้องยื่นเอกสารกำหนดการฝึกอบรมฯ พร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

6. การรับประกัน

คู่สัญญาจะต้องรับประกัน AIS และอุปกรณ์ประกอบ เป็นระยะเวลา 1 ปี นับจากวันที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ตรวจรับอุปกรณ์และระบบไว้ใช้งาน โดยในระยะเวลารับประกันดังกล่าว คู่สัญญาต้องรับผิดชอบการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายจากการใช้งานตามปกติ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแต่อย่างใด

7. หมายเหตุ

7.1 อุปกรณ์ที่จัดซื้อทุกรายการต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกใช้งานมาก่อน

7.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเสนอราคาต่อหน่วย

7.3 หากมีอุปกรณ์เสริม (Option accessories) และอะไหล่สำรอง (Spare parts) ให้ผู้ยื่นข้อเสนอแสดงรายการพร้อมราคาต่อหน่วยมาด้วย ทั้งนี้ ในส่วนของอุปกรณ์เสริม และอะไหล่สำรอง จะไม่ถูกนำมารวมในการพิจารณาแข่งขันราคา และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสงวนสิทธิ์ที่จะซื้ออุปกรณ์ดังกล่าวบางรายการหรือทุกรายการโดยปรับจำนวน หรือไม่จัดซื้อเลย

7.4 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นแค็ตตาล็อก และรายละเอียดทางเทคนิคของ Virtual AIS Station หรือ Virtual AIS Beacon หรือ AIS Base Station และอุปกรณ์ประกอบตามข้อ 3 พร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

7.5 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่น Diagram หรือ Drawing การทำงานของระบบที่สมบูรณ์พร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

7.6 Virtual AIS Station หรือ Virtual AIS Beacon หรือ AIS Base Station ต้องเป็นระบบที่มีการนำไปใช้งานจริง หรือได้ทำการทดลองใช้งานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบจริงมาแล้ว หรือหน่วยงานที่ดูแลสายเคเบิ้ลใต้น้ำ หรือท่อส่งก๊าซ หรือท่อส่งน้ำมันใต้น้ำ ในการกำกับดูแลของทางราชการหรือเอกชน ที่อยู่ในประเทศไทยหรือต่างประเทศ โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแนบเอกสารดังกล่าวพร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

7.7 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำการจัดหาหมายเลข Maritime Mobile Service Identity (MMSI) ตามจำนวนที่ต้องการใช้งานเพื่อให้คู่สัญญาโปรแกรมลงในตัวอุปกรณ์

7.8 ผลิตภัณฑ์/ประเทศผู้ผลิต และรุ่น ของ Automatic Identification System (AIS) ดังต่อไปนี้ ได้ผ่านการตรวจสอบรับรองแล้วว่ามีรายละเอียดสอดคล้องตามสเปคของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- Kongsberg/Norway รุ่น BS610
- Vesper Marine/New Zealand รุ่น VAB1252
- CNS Systems/Sweden รุ่น VDL6000/FASS

ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นผลิตภัณฑ์/ประเทศผู้ผลิต และรุ่นของ Automatic Identification System (AIS) ดังกล่าวข้างต้น สามารถยื่นแค็ตตาล็อกผลิตภัณฑ์ในการยื่นข้อเสนอ โดยไม่ต้องแนบ รายละเอียดทางเทคนิคของ Virtual AIS Station หรือ Virtual AIS Beacon หรือ AIS Base Station และอุปกรณ์ประกอบตามที่ระบุไว้ในข้อ 7.4 ได้ สำหรับผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นผลิตภัณฑ์/ประเทศผู้ผลิต และรุ่นอื่นๆ จะต้องยื่นเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณาอย่างครบถ้วนมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอ

รายละเอียด และเอกสารที่ผู้ยื่นข้อเสนอต้องแนบเพื่อประกอบการพิจารณา

รายการเอกสารสำคัญที่ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องจัดส่งมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอ
(กรุณากรอกรายละเอียดในแต่ละรายการ)

ที่	รายการ	เอกสารแนบ	เอกสารอ้างอิง (หน้าที่/แฟ้ม)
1	แผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ AIS และอุปกรณ์ประกอบประจำปีอย่างน้อย 2 ครั้งในระหว่างระยะเวลาการรับประกัน	❑ มี ❑ ไม่มี	
2	เอกสารกำหนดการฝึกอบรมวิธีการใช้งาน การแก้ไขปัญหาและการบำรุงรักษา	❑ มี ❑ ไม่มี	
3	แค็ตตาล็อกผลิตภัณฑ์ที่เสนอ	❑ มี ❑ ไม่มี	
4	รายละเอียดทางเทคนิคของ Virtual AIS Station หรือ Virtual AIS Beacon หรือ AIS Base Station และอุปกรณ์ประกอบตามข้อ 3 (เฉพาะผลิตภัณฑ์/ประเทศ และรุ่น ที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในข้อ 7.8 ต้องยื่นรายละเอียดทางเทคนิคดังกล่าว)	❑ มี ❑ ไม่มี	
5	Diagram หรือ Drawing การทำงานของระบบที่สมบูรณ์	❑ มี ❑ ไม่มี	
6	หนังสือรับรองการนำไปใช้งานจริง จากหน่วยงานที่ดูแลสายเคเบิลใต้น้ำ หรือท่อส่งก๊าซ หรือท่อส่งน้ำมันใต้น้ำ ในการกำกับดูแลของทางราชการหรือเอกชน ที่อยู่ในประเทศไทยหรือต่างประเทศ	❑ มี ❑ ไม่มี	

PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

TECHNICAL SPECIFICATION DIVISION

Specification No.: **: AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)**

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
1	-	system(s)	1.1 1 ชุด Automatic Identification System (AIS) 1.2 1 ชุด อุปกรณ์ประกอบ แต่ละชุดประกอบด้วย: 1.2.1 1 หน่วย เสาอากาศ VHF 1.2.2 1 เส้น สายนำสัญญาณ ชนิด Flexible low loss communications coaxial 1.2.3 1 หน่วย เสาอากาศ GPS พร้อมสายสัญญาณ 1.2.4 1 หน่วย 3G/4G Router 1.2.5 1 หน่วย SIM Card 1.2.6 1 หน่วย แท็บเล็ต (Tablet) ต้องมีคุณลักษณะดังนี้: หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) : ความเร็ว 1.5 GHz หรือดีกว่า หน่วยความจำ RAM : ไม่น้อยกว่า 4 GB หน่วยความจำ ROM : ไม่น้อยกว่า 64 GB จอภาพ (Display) : ขนาดไม่น้อยกว่า 9.7 นิ้ว การเชื่อมต่อ (Connection) : - Wi-Fi (802.11 b/g/n) - GPS - ระบบ 3G/4G หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายในตัวเครื่อง (built-in) 1.2.7 1 หน่วย โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook computer) ต้องมีคุณลักษณะดังนี้: หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) : Core i5 ความเร็ว 2.4 GHz หรือดีกว่า หน่วยความจำ (RAM) : ไม่น้อยกว่า 4 GB หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) : ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จอภาพ (Display) : ขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว Optical Drive : DVD-ROM Drive หรือดีกว่า การเชื่อมต่อ (Connection) : - 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า - Wi-Fi (802.11 b/g/n) ระบบปฏิบัติการ (Operation system):Windows 10 หรือเวอร์ชั่นล่าสุด ประกอบด้วย: 1) ระบบปฏิบัติการของโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานทางด้านการค้าและมีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย 2) แอนติไวรัส (Antivirus) ที่มีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย 3) เมาส์ไร้สาย (Wireless mouse) 4) อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำหรับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก 5) กระเป๋าสำหรับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก 6) อื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน

C3 Schedule of detailed requirement

Invitation to Bid No.:

Item	PEA Material No.	Quantity	Description
			1.3 1 ชุด อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายในอาคาร แต่ละชุดประกอบด้วย: 1.3.1 1 หน่วย หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 1.4 1 ชุด อุปกรณ์ประกอบสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร แต่ละชุดประกอบด้วย: 1.4.1 1 หน่วย ตู้หรือกล่องกันน้ำ 1.4.2 1 หน่วย แบตเตอรี่ 1.4.3 1 หน่วย เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) สำหรับประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ 1.4.4 1 หน่วย อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่
2	-	1 lot	อุปกรณ์ประกอบเผื่อเลือก (Option accessories) สำหรับรายการที่ 1
3	-	1 lot	อะไหล่สำรอง (Spare parts) สำหรับรายการที่ 1

3.3 Outdoor optical distribution frame (Outdoor ODF)

Specifications No.: CDD-ODF-OUTDOOR-001

TECHNICAL SPECIFICATION

(1) Outdoor ODF used for outdoor applications and shall be install outdoor on concrete pole or wall. (Include accessory for install on concrete pole and wall)

(2) Outdoor ODF shall be totally protected against dust and protected against strong jets of water. (Same as IP65)

(3) Outdoor ODF shall support the termination of 48 fibers or better which have 24 fiber per splice tray or better and Individual removable each splice tray outdoor type

(4) Outdoor ODF shall support adapter type at least FC, SC, LC, ST.

(5) Outdoor ODF shall have cable entry at the bottom not less than 4 ports use cable glands. And Provide rubble sealing 4 mm thickness for water protection.

(6) The dimension of Outdoor ODF should be less than or equal to (W) 390 mm. x (H) 465 mm. x(D) 162 mm. and have one door lockable and keys

(7) A weatherproof lock is provide by Cylinder Lock with Sealing cover

(8) Outdoor ODF body made of Aluminum or stainless steel thickness shall be not less than 1.5 mm. and powder coated 65 microns. All screw or nut made of stainless steel

(9) Outdoor ODF bracket (I frame) made of Galvanizing Hot dip or Aluminum thickness shall be not less than 2.0 mm. and can be sliding.