



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบและซ่อมบำรุง
สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ

Study on Inspection and Overhaul Procedures for
Gas Insulated Switchgear (GIS)

นายธนัทชัย แสงสุระธรรม

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบและซ่อมบำรุง

สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ

Study on Inspection and Overhaul Procedures for

Gas Insulated Switchgear (GIS)

นายธนัทชัย แสงสุระธรรม

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบและซ่อมบำรุงสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนกึ่ง

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายธนัทชัย แสงสุระธรรม

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.สมภพ ผลไม้

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายทวัฒน์ชัย ยั่งยืน

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งวิชาสหกิจศึกษา ที่กำหนดให้นักศึกษาทำโครงการร่วมกับสถานประกอบการตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคเรียนการศึกษา โดยรายงานฉบับนี้จะอธิบายถึงหลักการทำงาน ของสถานีไฟฟ้าแรงสูง ส่วนประกอบของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนกึ่งในการใช้เป็นตัวกลาง ขั้นตอน การบำรุงรักษาครั้งใหญ่ของสถานีไฟฟ้าแรงสูง วิธีตรวจสอบและทดสอบของสถานีไฟฟ้าแรงสูง รวมไปถึง การวางแผนในการบำรุงรักษาในครั้งถัดไป ซึ่งผู้จัดทำได้รับมอบหมายให้จัดเตรียมเอกสารแสดงรายละเอียด ขั้นตอนในการบำรุงรักษาครั้งใหญ่ของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนกึ่งจากการทำงานหน้าสถานการณ์จริง เพื่อ นำเอกสารที่ได้มาเป็นความรู้ให้กับผู้รับเหมาะหรือผู้ทำงานก่อนเริ่มทำงาน ท้ายที่สุดนี้เพื่อให้เกิด ความปลอดภัยต่อผู้ทำงาน และเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปสู่ การลดระยะเวลาในการทำงานจริงในคราวต่อไป

Co-operative Title: Study on Inspection and Overhaul Procedures

Gas Insulated Switchgear (GIS)

Student Intern Name: Mr.Thanutchai Saengsuratham

Faculty: Engineering

Department: Electrical Engineering

Advisor Name: Dr.Sompob Polmai

Mentor Name: Mr.Tawatchai Youngyuen

Company: BLCP Power Limited

ABSTRACT

This cooperative education report is a part of cooperative educational program that assigned the student to make a project with company within one semester. This report describes about principle of high voltage switchgear, parts of Gas Insulated Switchgear, procedure of overhaul high voltage switchgear, inspection and testing high voltage switchgear and plan the schedule for next overhaul in next time. My responsibility is prepared the document details that describe the procedure of overhaul gas insulated switchgear for useful to the contractor or worker before starting work. Finally, for safety of the worker and to be able to work efficiently. Which can lead to reduce time in real work in next time

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาของทางบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ได้เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้มาเข้าร่วมปฏิบัติสหกิจศึกษาตลอดช่วงระยะเวลา 4 เดือน หรือ 1 ภาคเรียนการศึกษา โดยตั้งแต่วันที่ 7 สิงหาคม – 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณพี่ชิตติสรรรค์ ทิวต์ถวัลวิศสกุล ผู้จัดการไฟฟ้า/ระบบควบคุมและเครื่องมือวัด อีกทั้งพี่ทวีธรรมชัย ยั่งยืน นักวิศวกรไฟฟ้า ผู้นิเทศงาน ผู้ซึ่งคอยให้ความรู้ คำแนะนำ และ ทักษะในด้านการทำงานการใช้ชีวิตต่างๆ รวมไปถึงพี่ทุกคนในแผนกที่คอยให้คำปรึกษาในด้านๆ เกี่ยวกับโครงการที่ได้รับมอบหมายจนทำให้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.สมภพ ผลไม้ อาจารย์นิเทศ ผู้ซึ่งคอยให้คำแนะนำและช่วยให้คำปรึกษาในแก้ไข ปัญหาต่างๆ ระหว่างการปฏิบัติสหกิจศึกษา รวมไปถึงอาจารย์ท่านอื่นๆในช่วงอบรมสหกิจศึกษาที่ได้ให้คำแนะนำในการเข้าทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน

สุดท้ายนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากการทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้นั้น ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ ตลอดจนถึง ขอมอบให้แก่ผู้ที่สนใจศึกษา และหวังว่ารายงานฉบับนี้จะประโยชน์ต่อผู้สนใจไม่มากนักน้อย

นายธนัทชัย แสงสุระธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (GIS).....	4
2.2 การซ่อมบำรุง.....	27
บทที่ 3 การเตรียมตัวในการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ.....	30
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการ Overhaul.....	30
3.2 การจัดเตรียมสถานที่การทำงาน และ ด้านความปลอดภัย.....	32
3.3 การตรวจสอบอุปกรณ์ภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB).....	33
3.4 การซ่อมบำรุงกล่องทำงานเชิงกลของ GCB.....	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การซ่อมบำรุงกล่องการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES.....	42
3.6 การซ่อมบำรุงกล่องทำงานเชิงกลของ GCB.....	44
3.7 การซ่อมบำรุงกล่องวงจรของ CT และ VT.....	45
3.8 การซ่อมบำรุงตู้คอนโทรล(LCP).....	46
3.9 การทดสอบระบบต่างๆ(Testing).....	47
3.10 การตรวจสอบสุดท้าย.....	52
บทที่ 4 การดำเนินการตรวจสอบซ่อมบำรุงของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS).....	53
4.1 การดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์.....	53
4.2 การดำเนินการเตรียมสถานที่การทำงาน และ ด้านความปลอดภัย.....	58
4.3 การดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB).....	59
4.4 การดำเนินการซ่อมบำรุงกล่องทำงานเชิงกลของ GCB.....	76
4.5 การดำเนินการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่องทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES.....	82
4.6 การดำเนินการซ่อมบำรุงอุปกรณ์แรงดันก๊าซ (GMM).....	88
4.7 การดำเนินการซ่อมแซมกล่องวงจร CT และ VT.....	91
4.8 การดำเนินการซ่อมบำรุงตู้คอนโทรล (Local Control Panel : LCP).....	92
4.9 การดำเนินการทดสอบระบบต่างๆ ภายในสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS).....	93
4.10 การตรวจสอบสุดท้าย.....	107
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	109
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	109
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	111

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 การวางแผนการซ่อมบำรุง.....	111
เอกสารอ้างอิง.....	113
ภาคผนวก.....	114
ภาคผนวก ก อุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง Outage.....	114
ภาคผนวก ข รายการซ่อมบำรุงแบบ Routine maintenance.....	127
ภาคผนวก ค เกณฑ์การตั้งค่าสวิตช์ความดันน้ำมัน.....	129
ภาคผนวก ง รายการซ่อมบำรุง Outage maintenance.....	130
ภาคผนวก จ เกณฑ์การใช้งานของอุปกรณ์ขัดจังหวะภายในถังของ GCB.....	139
ภาคผนวก ฉ ผลบันทึกข้อมูลทั่วไป.....	140
ภาคผนวก ช การทดสอบโดยรวมของ DS/ES.....	142
ภาคผนวก ซ ผลบันทึกการทดสอบ CB Timing Operation.....	144
ภาคผนวก ฌ การทดสอบระบบก๊าซ SF_6	146
ภาคผนวก ฎ การทดสอบลำดับการทำงาน และการแจ้งเตือน.....	148

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าสภาวะปกติ(Rated), การแจ้งเตือน(Alarm), และ ล็อคหรือทริป(Lock).....	24
3.1 แสดงชื่อชนิดของสวิตช์ความดันน้ำมัน.....	47

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพรวมของระบบขนส่งกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาสู่สถานีไฟฟ้า.....	4
2.2 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ ของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี.....	5
2.3 แสดงตัวอย่างของ Single Breaker-double busbar.....	5
2.4 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้าบีแอลซีพี ที่เชื่อมต่อไปยังสถานีภายนอก.....	7
2.5 แสดงภาพรวมของลานไกวไฟฟ้า ในแต่ละ Bay.....	8
2.6 แสดงส่วนสายส่ง ที่ส่งออกไปยังสถานีปลวกแดง.....	9
2.7 แสดงส่วนของสายบ่อนที่ เชื่อมโยงกับหม้อแปลง.....	9
2.8 แสดงส่วนของ Bus coupler.....	10
2.9 แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ต่างๆ ในลานไกวไฟฟ้า.....	10
2.10 ตัวถังโลหะชนิดเฟสเดียว.....	11
2.11 ตัวถังโลหะชนิดสามเฟส.....	11
2.12 โครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ (GCB) (1).....	12
2.13 โครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ (GCB) (2).....	13
2.14 กระบวนการ Closing CB (1).....	14
2.15 กระบวนการ Closing CB (2).....	14
2.16 กระบวนการ Closing CB (3).....	14
2.17 กระบวนการ Opening CB (1).....	15
2.18 กระบวนการ Opening CB (2)	15
2.19 กระบวนการ Opening CB (3)	15
2.20 กระบวนการ Opening CB (4)	16

2.21	แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (1)	17
2.22	แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (2) (Top view).....	17
2.23	แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (3) (Front and Side view).....	18
2.24	ระบบไฮดรอลิกน้ำมันของเซอร์กิตเบรกเกอร์.....	19
2.25	แสดงโครงสร้างของสวิตช์ปลดวงจร(DS) และสวิตช์ต่อลงดิน(ES).....	20
2.26	แสดงโครงสร้างด้านตัดขวางของสวิตช์ปลดวงจร(DS) และสวิตช์ต่อลงดิน(ES).....	20
2.27	แสดงโครงสร้าง Capacitor Voltage transformer : CVT.....	22
2.28	แสดงระบบก๊าซ SF_6 ของ 500 kV GIS.....	23
2.29	แสดงแผนการตรวจวัดก๊าซ SF_6	24
2.30	กราฟความดันเทียบกับอุณหภูมิของ SF_6	25
2.31	แสดงโครงสร้างของตู้คอนโทรล (LCP).....	26
3.1	แสดงตัวอย่างการวางเทปกั้นเพื่อแสดงโซนการทำงาน.....	32
3.2	แสดงตัวอย่างการใช้เทปกั้นในจุดที่ยังมีไฟอยู่ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน.....	32
3.3	ภาพตัวอย่างระบบก๊าซของ 500kV GIS ของ Bay 2.....	33
3.4	แสดงระบบก๊าซ SF_6 ของ 500 kV GIS.....	34
3.5	แสดงโครงสร้าง พร้อมเปิดฝาของตัวถังโลหะ.....	35
3.6	แสดงตัวอย่างการถอด หรือ ติดตั้งอันใหม่ของ Stationary arc contact.....	36
3.7	แสดงตัวอย่างการถอด หรือ ติดตั้งอันใหม่ของ Nozzle.....	37
3.8	แสดงตัวอย่างการถอด หรือ ติดตั้งอันใหม่ของ Moving arc contact.....	38
3.9	แสดงการปิดฝากลับของ ทั้งด้านบน และ ด้านล่าง.....	39
3.10	ภาพแสดงตารางอุปกรณ์ช่วยเหลือที่นำมาแทนที่ใหม่ในกล่องการทำงานเชิงกล.....	40
3.11	แสดงตัวกล่องการทำงานเชิงกลของ GCB และ ซีจุดที่ทำการแทนที่อันใหม่.....	40
3.12	แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES (Type MBE-05M).....	42

3.13	แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES (Type MDC/TDC).....	42
3.14	แสดงจุดที่ทำการวัดระยะช่องว่าง(gap) ของอุปกรณ์.....	43
3.15	แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยนหรือแทนที่อุปกรณ์ของ ตัวแฉงเดือนก๊าซ(GMM).....	44
3.16	แสดงกล่องวงจรของ CT.....	45
3.17	แสดงกล่องวงจรของ VT.....	45
3.18	แสดงตู้คอนโทรล(LCP) ที่ใช้ควบคุมต่างๆ.....	46
3.19	แสดงตัวอย่างการทดสอบช่วงเวลาการทำงานของ Close/Open ของ CB.....	49
3.20	แสดงตัวอย่างวงจรในการทดสอบหาความต้านทานหน้าสัมผัส.....	50
3.21	แสดงจุดที่ทำการคลุมด้วยพลาสติกไวนิล เพื่อทำการตรวจวัดแก๊สรั่วไหล.....	50
3.22	แสดงตัวอย่าง วิธีในการตรวจวัด PD.....	51
3.23	แสดงจุดที่ทำการตรวจวัด PD.....	51
4.1	อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่จัดเตรียมเอาไว้.....	53
4.2	เครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Recovery gas/Filling gas/Evacuation air.....	53
4.3	การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ได้นำขนส่งทางเรือมาจากญี่ปุ่น (1).....	54
4.4	การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ได้นำขนส่งทางเรือมาจากญี่ปุ่น (2).....	54
4.5	จาระบีแบบต่างๆ ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง.....	54
4.6	กาวยางที่ไว้ใช้ทาติดปะเก็นกับฝาต่างๆ(ซ้าย), gas sealant แบบต่างๆ(ขวา).....	54
4.7	ล๊อคเกลียวที่นำมาใช้ในการยึดเกลียวของน็อตแบบต่างๆ.....	55
4.8	น้ำมันที่ใช้เติม oil tank(ซ้าย), snoop เช็ครอยรั่ว.....	55
4.9	เครื่องตรวจวัด Partial Discharge(ซ้าย), กระดาษ แบบเช็ดไร้ฝุ่นขุย(lint free paper).....	55
4.10	เครื่องมือสำหรับใช้ในการถอด/ประกอบ/ติดตั้ง อุปกรณ์ภายในตัว GCB(ซ้าย), อุปกรณ์สำหรับใช้ในการถอดหรือประกอบกลับของ stationary arc contact(ขวา).....	56
4.11	เครื่องมือที่ใช้ Slow manual close CB ก่อนทำการถอดอุปกรณ์ Nozzle/Moving arc	

Contact(ซ้าย), อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับถอด/ประกอบ Moving arc contact(ขวา).....	56
4.12 อุปกรณ์สำหรับถอด/ประกอบ Nozzle.....	57
4.13 hand crank ของ DS/ES (ซ้าย) , ของ FES (ขวา).....	57
4.14 แสดงการวาง Ground cutter สำหรับกรณี Bay ที่ส่งจ่ายออกสู่ภายนอก (ซ้าย) , แสดงการติดเทปบ่งบอกถึงจุดที่มีไฟและทำการCloseเอาไว้ในช่วงซ่อมบำรุงนี้ (ขวา).....	58
4.15 การจัดตั้งนั่งร้านสำหรับเป็นพื้นที่ในการจัดเตรียมอุปกรณ์ (ซ้าย) , นั่งร้านสำหรับตรวจสอบ พร้อมด้วยทำความสะอาดจุดต่างๆ ก่อนทำงานจริง (ขวา).....	58
4.16 การบันทึกค่าก่อนทำการตรวจสอบ เช่น ค่าความดันก่อนทำการตรวจสอบ(ภาพแรก) , การจดค่านับการทำงาน(counter) (ภาพสอง) , การจดข้อมูลของตัวอุปกรณ์ (ภาพสาม).....	58
4.17 แสดงการตรวจสอบตัวถังเก็บก๊าซ(recovery tank) (ซ้าย) , ผลลัพธ์ที่ได้ (ค่า moisture < 150 ppm-v และ purity > 97%) (ขวา).....	59
4.18 เชื่อมต่อสายเข้ากับตัวเครื่องและอุปกรณ์(ซ้าย), เช็คสายที่เชื่อมต่อไม่มีก๊าซหลง เหลืออยู่(Evacuation) ก่อนทำการ Recovery to tank(ขวา).....	59
4.19 เปลี่ยนโหมดเป็น Recovery เพื่อ Degassing ออกมาสู่ถังเก็บ(ซ้าย) , แสดงถึงค่าความดันที่ค่อยๆลดลง เมื่อผ่านเวลา Degassing ไป (ขวา).....	59
4.20 เปลี่ยนโหมด ของ Recovery เมื่อ Gas ต่ำเกิน จึงมี Compressor ช่วยอัดจัดเก็บ(ซ้าย), ทำการ Recovery จนถึง 0 แล้ว ทำเป็น Evacuation จน -1 (ขวา).....	60
4.21 ติดตั้ง filter เพื่อกรองอากาศเข้าไป (ซ้าย), กรองจนค่าความดันภายนอก=ภายใน(0 bar)(ขวา).....	60
4.22 แสดงถึงการเตรียมถอดฝาด้านล่าง(ภาพแรก), วางไม้รองพื้นเพื่อรองรับฝาและ กันชูดกับพื้น(ภาพกลาง), ทอยยไขน็อตออก และ เตรียมยกฝาลง(ภาพสาม).....	61
4.23 อุปกรณ์ที่ใช้ในการยกฝาด้านบน.....	61
4.24 การไข ออกทั้งฝาด้านบนและล่าง ให้ไขตรงข้ามกันตลอดเวลา(ซ้าย),	

ไขจนเหลือ 2 ตัว จากนั้นใส่อุปกรณ์ช่วยยกฝา (ขวา).....	61
4.25 ทำการคลุมถุงพลาสติกกันสกรปรกเข้าภายในทั้งฝาดบนและล่าง.....	62
4.26 ทำการเป่าลมอากาศเข้าไป (ภาพแรก) , ทำการตรวจวัดปริมาตรอากาศภายในตัวถัง (ภาพกลาง) , ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจปริมาตรอากาศ (ภาพสาม).....	62
4.27 แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ภายใน GCB และ อุปกรณ์ที่จะตรวจสอบ.....	63
4.28 ภาพแสดงขั้นตอนการถอด Stationary arc contact.....	63
4.29 ใส่เสื้อคลุมสะอาดก่อนเข้าไปตรวจ(ซ้าย) , เข้าไปตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน(ขวา).....	64
4.30 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอดออกมาเพื่อตรวจสอบ Stationary arc contact.....	64
4.31 ตัวอย่าง Stationary arc contact ที่นำออกมาตรวจสอบ(อาจมีรอย Arc).....	64
4.32 เตรียม Stationary arc contact อันใหม่เพื่อเตรียมติดตั้ง(ซ้าย) , ทาจาระบี jointal Z(ฝาเขียว) ที่เขา และ contact grease(ฝาขาว) ที่จุดปลาย(ขวา).....	65
4.33 แทนที่ใหม่/ประกอบ Stationary arc contact กลับเข้า.....	65
4.34 ภาพแสดงขั้นตอนการถอด Nozzle.....	66
4.35 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอด/ประกอบ Nozzle.....	66
4.36 Nozzle ที่นำออกมาเพื่อตรวจสอบ.....	67
4.37 ทำความสะอาดตัว Nozzle อันใหม่ก่อนทำการติดตั้งกลับ.....	67
4.38 แบบจำลองการ Manual close CB ก่อนทำการถอด Moving arc contact.....	68
4.39 การ Manual close CB ก่อนทำการถอด Moving arc contact.....	68
4.40 ภาพภายในก่อน Manual Close CB (ซ้าย) , หลัง Manual Close CB (ขวา).....	68
4.41 สาธิตการถอด Moving arc contact.....	69
4.42 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอด/ประกอบ Moving arc contact.....	69
4.43 Moving arc contact ที่นำออกมาเพื่อตรวจสอบ.....	69
4.44 ทาจาระบี Contact grease (ฝาขาว) ที่หน้าสัมผัส (ซ้าย) ,	

แล้วทำการประกอบอุปกรณ์ Moving arc contact กลับ (ขวา).....	70
4.45 อุปกรณ์ทั้งสาม หลังจากทำการตรวจสอบแล้ว.....	70
4.46 ภาพภายในหลังทำการประกอบเสร็จ (ซ้าย) , ภาพของ CT ภายในตัวถังโลหะ (ขวา).....	70
4.47 ภาพแสดงตารางผลการตรวจอุปกรณ์ภายใน.....	71
4.48 แสดงถึงการทำความสะอาดฝาด้านบนและด้านล่าง โดยมีลิสอุปกรณ์ตามภาพ.....	71
4.49 เช็คสภาพและทำความสะอาดด้านในของตัวถังจากฝาด้านบน โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ตามภาพ.....	72
4.50 เมื่อพบเจอรอยรั่วซึมที่ฝา(ซ้าย), การทำความสะอาดเมื่อพบเจอรอย(ขวา).....	72
4.51 ฝาด้านล่างเปลี่ยนตัวดูดซับความชื้น(ซ้าย), ทำความสะอาดตัว rupture disc (ขวา).....	72
4.52 ใช้ lock tile ในการล็อกเกลียว (ซ้าย) , ทำการทา gas sealant (ขวา).....	73
4.53 ประกอบฝากลับคืนทั้งด้านบน และ ด้านล่าง.....	73
4.54 การสุญญากาศก๊าซให้ภายในถัง ให้เกจความดันกลับค่ามาเป็น -1.....	74
4.55 การเติมก๊าซกลับเข้าไป หลังจากสุญญากาศแล้ว ให้กลับมาเป็น 0 bar.....	74
4.56 หลังเติมก๊าซเสร็จให้ทำการปิด Service valve(NC) และเปิด Test Valve(NO) เอาไว้.....	74
4.57 หลังเติมก๊าซเสร็จ ให้คลุมถุงพลาสติกที่ฝาด้านบนและล่าง(ซ้าย), ตรวจเช็คก๊าซรั่ว(ขวา).....	75
4.58 หลังทำการตรวจเช็คก๊าซเรียบร้อยแล้ว ให้ทา Gas sealant (45T) ที่ฝาด้านบนและล่าง.....	75
4.59 ทำการตรวจเช็คก๊าซ หลังเติม(ซ้าย), ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้(ขวา).....	75
4.60 แสดงถึงอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในกล่องทำงานเชิงกลของ GCB.....	75
4.61 แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยน หรือ ตรวจเช็คอุปกรณ์.....	76
4.62 การ shutdown ที่ตู้ LCP ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด(ซ้าย), การยืนยันที่เกจวัดความดันว่าอยู่ที่ค่า ศูนย์แล้ว(ขวา).....	77
4.63 แสดงถึงการทำการวัดแต่ละจุด หากจุดที่ยังมีไฟค้าง แล้วปิดกันด้วยเทปเอาไว้.....	77
4.64 อุปกรณ์ที่นำมาเปลี่ยนใหม่ เช่น ยางป้องกันการสั่นสะเทือน กับตัว Nuts ใหม่(ภาพแรก) , เปลี่ยนเกจวัดความดันใหม่(ภาพสอง) , หลังทำการเปลี่ยนอุปกรณ์(ภาพสาม).....	78

4.65	ภาพแสดงตารางของผลการตรวจสอบ ของการแทนที่อุปกรณ์ในกล่องควบคุมการทำงาน.....	78
4.66	แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่.....	79
4.67	ทำการเปลี่ยน O-ring ของฝาครอบใหม่ ด้วยการติดกาวยาง.....	79
4.68	ทำความสะอาด พร้อมเปลี่ยนปะเก็นอุปกรณ์ต่างๆใหม่.....	79
4.69	เช็คระดับน้ำมันภายใน Operation Block พร้อมเปลี่ยน O-ring ใหม่.....	80
4.70	ภาพแสดงตารางผลการตรวจจุดต่างๆ.....	80
4.71	แสดงจุดที่ใช้จาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า) ตามจุดข้อต่อ หรือจุดผิวที่ทำหน้าที่เลื่อนต่างๆ.....	81
4.72	แสดงตัวอย่างการทาจาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า).....	81
4.73	ตรวจสอบสาย และอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่มีจุดหลวม หรือ ชิ้นส่วนเสียหาย.....	81
4.74	ภาพแสดงตารางผลการตรวจสอบทั่วไป หลังแทนที่อุปกรณ์แล้ว.....	82
4.75	ทำการ Shut down ตัวควบคุม DS/ES/FES ต่างๆที่หน้าตู้ LCP (ซ้าย) , ทำการ Shut down ที่ตัววงจร heater ตรงกล่องทำงานของทุกแบบ (ขวา).....	82
4.76	แสดงจุดที่ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่อง DS (Type MBE-05M).....	83
4.77	แสดงจุดที่ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่อง ES (Type TDC).....	83
4.78	ทำการเปลี่ยนปะเก็น และ O-ring ของฝากล่องการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES.....	84
4.79	ทำการเปลี่ยนตัวโบลท์ใหม่ ตามรายการที่จัดเตรียมมา.....	84
4.80	ภาพแสดงตารางของรายการตรวจเช็คและแทนที่อุปกรณ์ของ DS.....	84
4.81	ภาพแสดงตารางของรายการตรวจเช็คและแทนที่อุปกรณ์ของ ES.....	85
4.82	แสดงการตรวจว่าหน้าสัมผัสยังทำงานได้ตามปกติ(ซ้าย), เช็คว่ามีสายใดหลวม(ขวา).....	85
4.83	การตรวจสอบฝาด้านล่าง และ เช็คที่หน้าสัมผัส หรือวงจรยังทำงานได้ตามปกติ.....	85
4.84	ใช้สเปรย์ลบรอยจาระบีเก่าตามข้อต่อต่างๆ.....	86
4.85	ใช้จาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า) ในการทาตามข้อต่อต่างๆ.....	86

4.86	หลังจากทำการตรวจสอบ และเปลี่ยนแล้ว ทำการปิดฝา แล้วmarker(ซ้าย) , ทำการทา gas sealant ที่ทุกฝาของตู้ทำงานเชิงกล เพื่อป้องกันน้ำรั่วเข้า (ขวา).....	86
4.87	จุดที่ต้องทำการเปลี่ยนเป็น Locked เวลาทำการซ่อมบำรุง.....	87
4.88	ภาพแสดงตารางของเกณฑ์ระยะช่อง(Gap) ที่ควรจะเป็น.....	87
4.89	ตัวอย่างการวัดระยะช่องว่าง(Gap) ของอุปกรณ์ DS/ES/FES.....	87
4.90	กรณีค่าที่วัดได้เกินเกณฑ์ จะทำการแก้ไขโดยทันที ตรงข้อต่อ เพื่อหมุนปรับแก้.....	88
4.91	ภาพของตารางแสดงผลการตรวจระยะช่องว่าง(gap) ของอุปกรณ์.....	88
4.92	แสดงจุดที่ทำซ่อมบำรุง หรือ แทนที่อุปกรณ์ใหม่ของตัวถังเตือนก๊าซ (GMM).....	88
4.93	จำการต่อสายก่อนทำการ ปลดสายออกเพื่อเพื่อเปลี่ยนเกจความดัน โดย ชนิด DS/ES (ซ้าย) , ชนิด CB (ขวา).....	89
4.94	ยืนยันเกจความดันที่จะนำมาเปลี่ยนใหม่ (ซ้าย) , ทำการถอดอันเก่าออก (ขวา).....	89
4.95	ทำความสะอาดตรงฐานเกจความดัน พร้อมทาสีลิโคเน.....	90
4.96	ทำความสะอาดเกจด้านข้าง แล้วแทนที่ O-ring อันใหม่ จากนั้นทา Darina grease.....	90
4.97	ทำการเปลี่ยน adapter จากนั้น ทา Gas sealant 45-T เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้า.....	90
4.98	ภาพแสดงตารางของตัวอย่างการตรวจเช็คของเกจความดัน ที่ตัวต่างๆ เช่น DS/ES/CB/TR Area/VT	90
4.99	แสดงตัวอย่างกล่องวงจรของ CT และ VT.....	91
4.100	เอาปะเก็นออกก่อนทำความสะอาด(ซ้าย), ติดกาวยางแล้วเปลี่ยนปะเก็นใหม่(ขวา).....	91
4.101	เปลี่ยนตัวโบลท์ใหม่แล้ว ทำการปิดฝา และทาสีลิโคเน.....	91
4.102	แสดงโครงสร้างตู้คอนโทรล (LCP).....	92
4.103	ปะเก็นที่ทำการเปลี่ยน (ซ้าย) , ทำการเปลี่ยนปะเก็นที่ตู้คอนโทรล (LCP) (ขวา).....	92
4.104	ทำการตรวจสอบแผงการทำงานว่ามีไฟเข้าปกติอยู่หรือไม่ (ซ้าย) , ทำการตรวจเช็คสายว่าไม่มีสายใดในแผงวงจรนั้นหลวม (ขวา).....	92

4.105	แสดงรายละเอียดของสวิตช์ความดันก๊าซ.....	93
4.106	แสดงชนิดของ VT/DS และเกณฑ์ในการตรวจสอบ (ซ้าย) , แสดงชนิดของ CB และ เกณฑ์ในการตรวจสอบ (ขวา).....	93
4.107	เมื่อทำการทดสอบ ในขณะที่มีเฟสใดเฟสหนึ่งยังเติมก๊าซไม่เสร็จสมบูรณ์ จะสามารถทดสอบได้โดย ปลดสายออกก่อน เพื่อให้สามารถทำการทดสอบได้.....	93
4.108	ทดสอบโดยการใช้มัลติมิเตอร์ในการทดสอบ.....	93
4.109	ภาพของตารางแสดงผลการทดสอบสวิตช์ความดันก๊าซ.....	94
4.110	แสดงจุดที่ทำการทดสอบว่ามีก๊าซ เหลืออยู่เท่าใด.....	94
4.111	ก่อนทำการทดสอบ ให้ ON CB (ซ้าย),ทำการทดสอบ(ขวา).....	95
4.112	ภาพของตารางแสดงผลที่วัดความดันก๊าซ N ₂ ที่ตัวถังเก็บ.....	95
4.113	เป็นการบอกชนิดของสวิตช์ที่มีอยู่ และ เกณฑ์ในการทดสอบตามชนิดสวิตช์ที่มีอยู่.....	95
4.114	แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกล.....	96
4.115	แสดงการทดสอบ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้.....	96
4.116	ภาพของตารางแสดงผลที่ทดสอบว่าลวความดันน้ำมันหลังจากปรับแล้ว.....	97
4.117	ทำการ run pump operate ตามRated แล้วจับเวลา.....	97
4.118	ภาพของตารางแสดงผลการทดสอบวัดเวลาในการชาร์จตัวเองอัตโนมัติ.....	97
4.119	แสดงจุดที่ Safety valve อยู่.....	98
4.120	จุดที่ Short circuit(ซ้าย), ค่าที่ Safety switch ทำงาน(ขวา).....	98
4.121	ภาพของตารางแสดงผลลัพธ์ของการทดสอบ safety valve.....	98
4.122	แสดงการทดสอบด้วยการ Open CB ค้างเอาไว้ที่ 315 bar หรือค่าใดก็ได้.....	99
4.123	ภาพของตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการปล่อยเอาไว้ 15 ชม.	99
4.124	การทดสอบ CB Operation โดยดู Schematic Diagram เพื่อทำการโยงสายที่ตู้ LCP.....	100
4.125	เชื่อมโยงสาย(สองภาพซ้าย),ทำการ ON CBในส่วนของ Trip 1,Trip 2และ Close (ขวา).....	101

4.126	ทำการทดสอบ CB timing operation.....	101
4.127	ภาพของตารางแสดงผลที่ได้จากการทดสอบเวลาการทำงาน CB.....	101
4.128	แสดงการทดสอบ และจุดที่ทำการทดสอบ.....	102
4.129	ภาพของตารางแสดงผลที่ได้จากการทดสอบหาค่าต่ำสุดในการทำงาน.....	102
4.130	ภาพของตารางแสดงจำนวนครั้งที่สามารถ Operate CB ได้.....	102
4.131	วงจรในการทดสอบหาความต้านทานของวงจรหลัก.....	103
4.132	แสดงการต่อวงจร และ อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานในการทดสอบ.....	103
4.133	ภาพของตารางแสดงค่าความต้านทานเก่าที่ทำการวัดได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าใหม่.....	103
4.134	ภาพของตารางแสดงค่าความต้านทานที่ทำการวัดได้.....	103
4.135	ซีจุดที่ทำการตรวจวัดของระบบก๊าซ SF ₆	104
4.136	ตัวอย่างการตรวจวัดหาความชื้นและความบริสุทธิ์ และ ผลที่ได้จาก Bay 2.....	104
4.137	เป่าลมบริเวณที่เติมก๊าซเสร็จ(ซ้าย),คลุมด้วยพลาสติก(ขวา).....	104
4.138	แสดงวิธีการตั้งค่าเครื่องมือตรวจวัดก๊าซรั่วไหลทั้งฟานและฝาถัง.....	105
4.139	ทำการตรวจวัดก๊าซที่รั่วไหล ตามจุดเกจความดันต่างๆทั้ง VT/DS/CB/Tr Area.....	105
4.140	การทดสอบวงจรควบคุม และการแจ้งเตือนเพื่อส่งไปยัง LCP (ซ้ายและขวา).....	105
4.141	แสดงถึงแผงแจ้งเตือนที่อยู่บน LCP ที่ได้รับการแจ้งเตือนมาจากอุปกรณ์.....	106
4.142	แสดงจุดที่ทำการตรวจ Partial Discharge.....	106
4.143	ทำการตรวจวัดหา Partial discharge ตามจุดต่างๆของ Spacer ที่สามารถเข้าถึงได้ และ ผลลัพธ์ที่ได้ มาจากการตรวจวัดหา Partial Discharge ของ Bay 1.....	107
4.144	ทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ และ สิ่งของที่ไม่ใช่(ซ้าย) ,ทำความสะอาดโดยรอบ(ขวา).....	107
4.145	ทำความสะอาดพื้นที่โดยรอบ และ ทำความสะอาดสายเคเบิลด้านล่าง (ซ้าย) , ทำความสะอาดข้อเชื่อมต่อ G ของ ES (ขวา).....	108
4.146	ทำการทาสีที่ตู้คอนโทรล(LCP) แต่ละ Bay.....	108

4.147	ทำการเช็คกล่องควบคุมเชิงกล และอื่นๆ ว่าไม่มีอุปกรณ์ตกหล่น หรือสายหลวม.....	108
5.1	ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำการวางแผนเอาไว้ในตอนแรก.....	112
5.2	ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำงานจริง หลังพบเจอปัญหา.....	112
5.3	ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำการวางแผนเอาไว้.....	114
ก.1(a)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ.....	116
ก.1(b)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ.....	117
ก.1(c)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ.....	118
ก.2	ภาพแสดงตารางอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ.....	119
ก.3(a)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	120
ก.3(b)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	118
ก.3(c)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	121
ก.3(d)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	122
ก.3(e)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	122
ก.3(f)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	123
ก.3(g)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	123
ก.3(h)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	123
ก.3(i)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	124
ก.3(j)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	124
ก.3(k)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	124
ก.3(l)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	125
ก.3(m)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	125
ก.3(n)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	125
ก.3(o)	ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	126

ก.3(p) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	126
ก.3(q) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	126
ก.3(r) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	127
ก.3(s) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	128
ก.3(t) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO).....	128
ข.1(a) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Routine maintenance.....	129
ข.1(b) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Routine maintenance.....	130
ค.1 เกณฑ์การตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์ความดันน้ำมัน.....	131
ง.1(a) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	132
ง.1(b) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	133
ง.1(c) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	134
ง.1(d) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	135
ง.1(e) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	136
ง.1(f) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	137
ง.1(g) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	138
ง.1(h) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	139
ง.1(i) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance.....	140
จ.1 ภาพของตารางเกณฑ์การใช้งานของอุปกรณ์ของตัวขัดจังหวะภายในถังของ GCB.....	141
ฉ.1 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าที่บันทึกค่าserial number ต่างๆ.....	142
ฉ.2 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าตัวนับการทำงานของอุปกรณ์ CB,DS และ FES.....	142
ฉ.3 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าตัวนับการทำงานของอุปกรณ์ CB oil pump.....	143
ฉ.4 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าของวาล์วความดันน้ำมัน.....	143
ฉ.5 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าที่ได้จากกอ่านหน้าปัดวัดความดัน.....	143

ช.1(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบทั่วไปของ DS.....	144
ช.1(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบทั่วไปของ DS.....	144
ช.2(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ ES.....	145
ช.2(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ ES.....	145
ช.1 แสดงผลการทดสอบของ CB Timing Operation.....	146
ช.2 ช่วงเวลาในการ Close ของ CB.....	146
ช.3 ช่วงเวลาในการ Trip 1 ของ CB.....	146
ช.4 ช่วงเวลาในการ Trip 2 ของ CB.....	147
ฉ.1 ภาพแสดงตารางที่ได้จากการตรวจวัดความชื้น(moisture) และ ความบริสุทธิ์(purity).....	148
ฉ.2(a) ภาพแสดงตารางการทดสอบหากล้าซรั่วไหล.....	148
ฉ.2(b) ภาพแสดงตารางการทดสอบหากล้าซรั่วไหล.....	149
ฉ.2(c) ภาพแสดงตารางการทดสอบหากล้าซรั่วไหล.....	149
ฉ.2(d) ภาพแสดงตารางการทดสอบหากล้าซรั่วไหล.....	149
ฉ.2(e) ภาพแสดงตารางการทดสอบหากล้าซรั่วไหล.....	149
ญ.1 ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ CB.....	150
ญ.2(a) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP.....	150
ญ.2(b) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP.....	151
ญ.2(c) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP.....	151
ญ.2(d) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP.....	151
ญ.3(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบแจ้งเตือนมายัง LCP.....	152
ญ.3(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบแจ้งเตือนมายัง LCP.....	153
ญ.4 ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบหน้าสัมผัสของตัวแจ้งเตือน.....	154
ญ.5 schematic diagram ของการป้องกันการทำงานพร้อมกัน สำหรับใช้ได้ทุก Bay.....	154

ญ.6	ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบหน้าสัมผัสของตัวป้องกันการทำงานพร้อมกัน.....	154
ญ.7	ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบวงจรรีเซ็ตเตอร์.....	155

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด เป็นโรงไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้ารายใหญ่เป็นอันดับต้นๆ ของประเทศ ซึ่งเลือกใช้ถ่านหินบิทูมินัสที่มีคุณภาพดี เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศออสเตรเลียและอินโดนีเซีย มีกำลังการผลิตรวม 1,434 เมกะวัตต์ เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับหน่วยผลิตแรก (717 เมกะวัตต์) เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2549 และหน่วยผลิตที่ 2 (717 เมกะวัตต์) เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทั้งสองหน่วยผลิตนี้สอดคล้องกับกำหนดเวลาตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (Power Development Plan : PDP) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

กระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นได้นั้น จำหน่ายให้กับ กฟผ. ตามโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producer : IPP) และ เป็นไปตามมติคณะรัฐมนตรี ปี พ.ศ. 2537 เพื่อสนองนโยบายของภาครัฐในการส่งเสริมและสนับสนุนบทบาทของภาคเอกชนให้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจการไฟฟ้า โดยทาง บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัดได้ลงนามในสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับ กฟผ. (Power Purchase Agreement : PPA) เมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 รวมระยะเวลา 25 ปี โดยทั้งกำลังการผลิตและการเปิดดำเนินการทั้งสองหน่วยผลิต มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (Power Development Plan : PDP) ของประเทศไทย เพื่อช่วยในการเสริมสร้างเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า รักษาความสมดุลของปริมาณการผลิต และ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศ นอกจากนี้โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี มีต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยอยู่ในระดับที่มีส่วนช่วยลดต้นทุนการผลิตโดยรวมของประเทศ รวมทั้งช่วยชะลอการขึ้นราคาปลีกของค่าไฟฟ้าภายในประเทศท่ามกลางสถานการณ์น้ำมันราคาสูงที่ผันผวนตามตลาดโลกในเวลาปัจจุบัน

โดยในปัจจุบันมีการใช้งานกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทุกวัน เนื่องจากจำนวนคนที่มากขึ้น ทำให้ระบบการผลิตไฟฟ้านั้นควรจะต้องมีประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อส่งจ่ายให้แก่ผู้ผลิตและผู้ใช้งาน ซึ่งในการผลิตกระแสไฟฟ้าของบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด จะมีงานที่ต้องทำเป็นประจำ และ ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ นั่นก็คือ การตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์/เครื่องจักร เนื่องมาจากต้องการให้ได้ประสิทธิภาพทางการผลิตกระแสไฟฟ้าที่มั่นคงและสามารถไว้วางใจได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา,วิธีการตรวจสอบ และ การบำรุงรักษาของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนกึ่งของ บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด (BLCP POWER LIMITED) ซึ่งในช่วงเวลาที่ได้มาทำศึกษานั้น เป็นช่วงที่มีการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่(Overhaul) พอดี เพื่อให้อุปกรณ์และเครื่องจักรได้มี

สภาพการทำงานกลับมามีเหมือนครั้งแรกที่เพิ่งเริ่มใช้งาน ซึ่งผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบ และ บำรุงรักษาในครั้งนี้ เพื่อให้สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ ได้มีสภาพใช้งานที่ดีสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง เหมือนกับ เพิ่งเริ่มใช้งานครั้งแรก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและเรียนรู้หลักการการทำงานของกระบวนการผลิตไฟฟ้าของบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าความร้อน (Thermal Power Plant)
- 1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานและอุปกรณ์ของระบบสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในระบบสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.2.4 เพื่อนำความรู้ที่ได้จากหน้างานจริงมาจัดทำเอกสารแสดงขั้นตอนการทำงาน ในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด
- 1.2.5 เพื่อนำความรู้ และเอกสารที่ได้รับมา นำมาถ่ายทอดให้กับผู้รับเหมาหรือผู้ทำงานได้มีความเข้าใจขั้นตอนการทำงานมากขึ้น ก่อนเริ่มต้นทำงานจริง
- 1.2.6 เพื่อนำผลที่ได้จากการทำงานจริง สามารถวางแผนสำหรับการทำงานจริงในครั้งต่อไปได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการศึกษา, การตรวจสอบ และ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ ให้ยังอยู่ในสภาพที่ดี โดยตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ (Gas Circuit Breaker : GCB), สวิตช์ปลดวงจร (Disconnecting Switch : DS), สวิตช์ต่อลงดิน (Earth Switch : ES), สวิตช์ต่อลงดิน ชนิด Fault (Fault Earth Switch : FES), อุปกรณ์แจ้งเตือนก๊าซ (Gas Monitoring Module : GMM) รวมไปถึงระบบป้องกันต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงนั้น ต้องมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์และเป็นไปตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.4 วิธีการศึกษา

- 1.4.1 ศึกษาหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี ที่เป็นแบบโรงไฟฟ้าถ่านหิน
- 1.4.2 ศึกษาหลักการทำงานและองค์ประกอบโดยรวมของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.4.3 ศึกษาหลักการวัดและทดสอบของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.4.4 ศึกษาวิธีการตรวจสอบ, บำรุงรักษาและติดตั้งอุปกรณ์ ให้มีความถูกต้อง ตามมาตรฐานสากล และ มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน
- 1.4.5 ตรวจสอบ, บำรุงรักษาและติดตั้งอุปกรณ์หน้างานจริง เพื่อดูสภาพการทำงานจริง

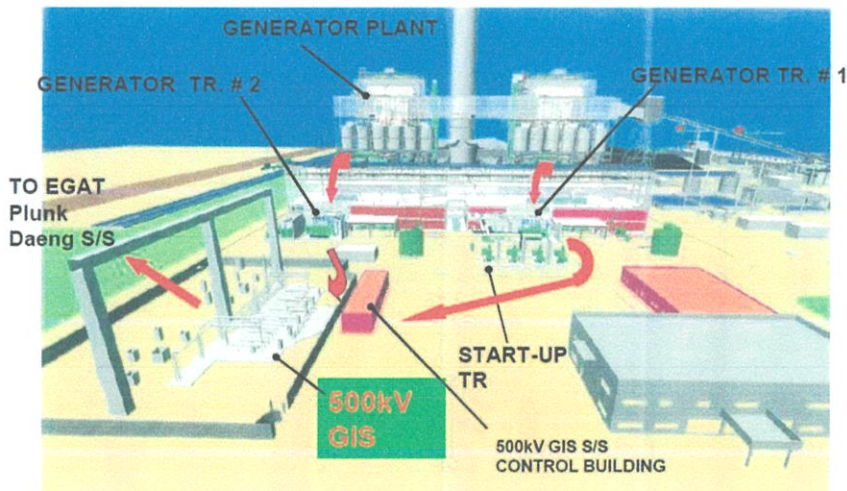
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการทำงานของกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี ทั้งทางด้านทฤษฎี และ จากการทำงานจริง
- 1.5.2 ได้เรียนรู้หลักการทำงานของอุปกรณ์/เครื่องจักรต่างๆ ที่อยู่ในสภาพการทำงานจริง
- 1.5.3 ได้เรียนรู้หลักการทำงานของระบบสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.5.4 ได้เข้าใจถึงหลักการวัดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ
- 1.5.5 ได้เข้าใจถึงวิธีการตรวจสอบ ซ่อมแซม และ บำรุงรักษาของอุปกรณ์ต่างๆในเชิงวิศวกรรม
- 1.5.6 ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างไรให้ปลอดภัย และ ระบบการทำงานของโรงไฟฟ้า
- 1.5.7 ได้เรียนรู้ถึงการทำงานในสถานการณ์จริง ที่ใช้ตรรกะ ดิจิทัล ในการวิเคราะห์หรือ ในการตัดสินใจ เมื่อเกิดเหตุการณ์ในสถานการณ์จริง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

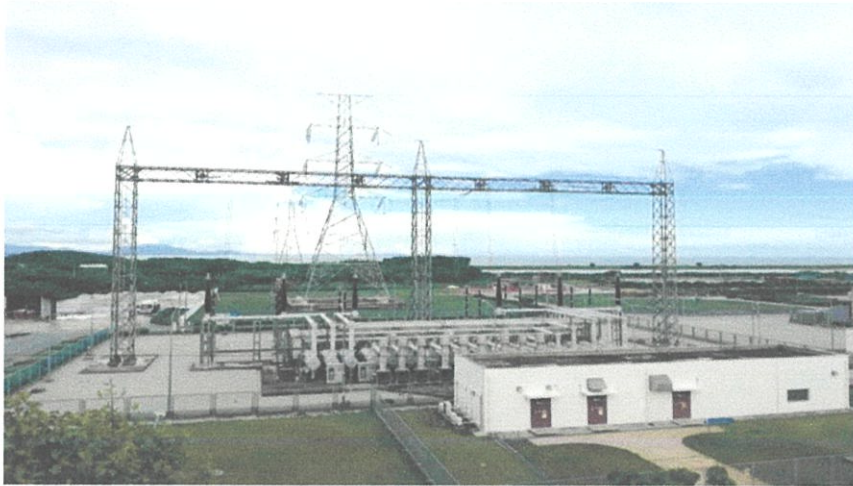
ในส่วนของบทนี้เราจะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง, อุปกรณ์, หลักการตรวจสอบ และวิธีการบำรุงรักษาครั้งใหญ่(Overhaul) ของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS) ในช่วงที่ไม่ได้จ่ายกระแสไฟฟ้า (Outage) ของโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของระบบขนส่งกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาสู่สถานีไฟฟ้า

2.1 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (Gas Insulated Switchgear)

เป็นสถานีไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ต่างๆ ติดตั้งอยู่ในท่อโลหะ(Enclosure) โดยการอัดก๊าซ SF_6 เพื่อเป็นก๊าซฉนวนไว้ภายใน จึงช่วยสามารถลดระยะปลอดภัยทางไฟฟ้าลงได้ ทำให้สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบ GIS นี้มีขนาดเล็กลงมาก สามารถออกแบบให้ติดตั้งแบบกลางแจ้ง, ภายในอาคาร, ใต้พื้นดินหรือภายในอุโมงค์ก็ได้ โดยทั่วไปจะพิจารณาตามวัตถุประสงค์หลักของการติดตั้งใช้งาน เช่น ต้องการความเชื่อมั่นสูง, มีพื้นที่ว่างจำกัด, ไม่ต้องการมีภาระในการบำรุงรักษามากนัก เป็นต้น ดังนั้น ปัจจุบันจึงมีความนิยมติดตั้งสถานีไฟฟ้าแบบ GIS กันมากขึ้น

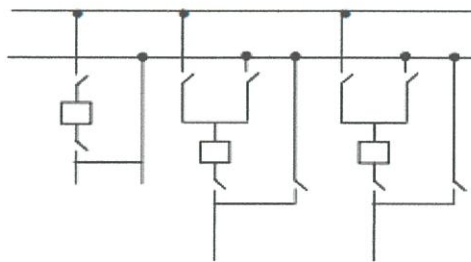


ภาพที่ 2.2 สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ ของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี

สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (Gas Insulated Switchgear) ที่ได้ทำการติดตั้งอยู่ในโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี นั้นจะมีส่วนของลานไกวไฟฟ้า (switchyard) และ ส่วนของอาคารควบคุม(GIS Control building) อยู่ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นการติดตั้งแบบภายนอกอาคาร(outdoor) โดยเป็นระบบจ่ายแรงดัน 500 kV แบบ 2 บัส ซึ่งโดยปกติแล้ว บัสจะทำงานเพียงบัสใดบัสหนึ่งเท่านั้น

สายส่งน้ำมัน(oil filled caples) ที่ ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่าง 500 kV ของลานไกวไฟฟ้า กับ หม้อแปลงหน่วยผลิตกำลังไฟฟ้า(Genator transformer) กับ หม้อแปลงเริ่มต้น(start up transformer) ที่ใช้การเดินสายผ่านใต้ดิน และยังมีสายส่งจากภายนอกที่เชื่อมต่อกับสถานีไฟฟ้าแห่งนี้ด้วยบุชชิ่ง (bushing) และ บัสดักท์แบบฉนวนก๊าซ(gas insulated bus duct)

สถานีไฟฟ้าแรงสูง 500 kV ในโรงงาน BLCP ได้จ่ายด้วยวิธี single Breaker-double busbar ; 1 Breaker โดยดูภาพตัวอย่างได้ที่ภาพ 2.3 ซึ่งได้ถูกจัดวางไว้ในทุกๆสายป้อน, มีเบรกเกอร์ช่วยเชื่อมจากแหล่งบัสบาร์เข้าด้วยกัน โดยของโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี สามารถดูได้ที่ภาพ 2.5



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของ single Breaker-double busbar

ในการทำงานปกติ CB ทุกตัวจะปิด(เชื่อมต่อวงจร) และ จะมีเพียงบัสเดียวที่ทำงาน. การเปิดของ CB หรือ หยุดการทำงานของ บัสหนึ่งๆ จะไม่ถูกรบกวน หรือ ไม่กระตุ่นสายป้อนของบัสอื่น. Bus coupler ถูกใช้ในการย้ายโหลดจากบัสหนึ่งไปยังอีกบัส

เซอร์กิตเบรกเกอร์(CB), สวิตช์ตัดต่อวงจร(DS), สวิตช์กราวด์(ES) ได้ถูกจัดเป็นกลุ่มและจัดวางระหว่างสองบัสบาร์เพื่อที่จะดำเนินการได้ . แต่ละกลุ่มของวงจรได้ถูกออกแบบไว้เป็นของแต่ละ Bay , Bay นั้นประกอบไปด้วย VT , CT ที่ไว้สำหรับตรวจวัด (metering) และ ป้องกัน(protection) .VT ชนิด Wound ได้ถูกใช้ใน GIS. CVT ถูกใช้สำหรับทั้งสองขาออกของสายป้อนวงจร(bay 1 bay 6)

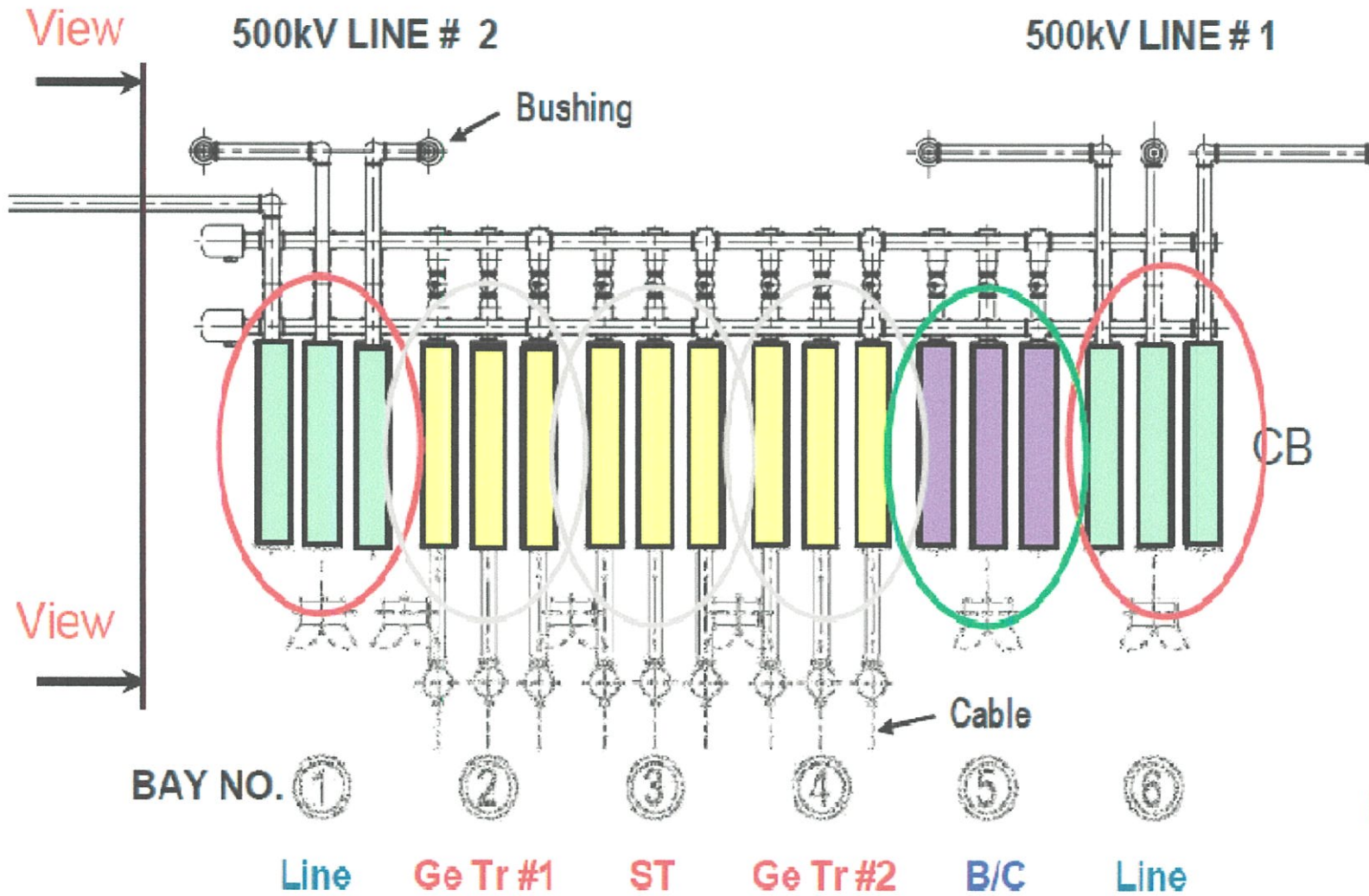
ในการทำงานปกติ สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ GIS จะมีการควบคุมระยะไกลจากในโรงไฟฟ้า ตรงส่วนของ DCIS หรือ แผงควบคุมของสถานีไฟฟ้า . การจัดการแผงควบคุมแบบท้องถิ่น (local) ในสถานีไฟฟ้าสามารถที่จะให้อยู่สถานะไม่มีการกระตุ้นได้ เพื่อสำหรับการซ่อมบำรุงเท่านั้น

โดยวัตถุประสงค์หลักของการตั้งสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (Gas Insulated Switchgear) นี้ก็เพื่อเชื่อมต่อจากสถานีโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี ไปสู่ สถานีไฟฟ้าปลวกแดง ด้วยการใช้สายส่งแรงสูง 500 kV สองเส้น แบบสายส่งแรงสูงเหนือดิน(overhead transmission line) , ซึ่งสถานีไฟฟ้าบีแอลซีพี มีอยู่ด้วยกัน 2 หน่วยการผลิต ซึ่งมาจากภากรกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ และได้มีการยกระดับแรงดันจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator) ด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า(transformer) แล้วส่งมายังลานไคไฟฟ้าต่อ เพื่อทำการส่งต่อ

2.1.1 ลานไคไฟฟ้า (Switchyard)

เป็นลานที่มีอุปกรณ์ต่างๆที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สูงขึ้นเพื่อส่งต่อไปยัง สถานีไฟฟ้าที่อยู่ห่างไกล เพื่อลดความสูญเสียของระบบ โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเพื่อช่วยยกระดับ และ ช่วยป้องกัน

ในลานไคไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี จะมีอยู่ด้วย 6 Bay , 2 Bus สาเหตุที่ต้องมี 6 Bay อันเนื่องมาจากมี Bay ที่ใช้ในการส่งออกไปยังสถานีไฟฟ้าปลวกแดงอยู่ 2 Bay คือ Bay 1 และ 6 , มี Bay ที่นำมาใช้และผลิต จากในส่วนของโรงไฟฟ้าเองนั้น อยู่ 3 Bay คือ Bay 2 , 3 และ 4 โดย Bay 5 ที่เหลืออยู่ เป็น Bay couple synchronize ที่เอาไว้เช็ค ขนาดแรงดัน, มุมเฟส ที่เชื่อมโยงกันระหว่าง สถานีไฟฟ้า บีแอลซีพี กับ สถานีไฟฟ้าปลวกแดง ว่ามีค่าที่เท่ากัน หรือ ใกล้เคียงกันไหม เพื่อไม่ให้เกิดความเหลื่อมล้ำของขนาด,มุมเฟสแรงดัน หรือ การค้ำยสูง โหลด มาค้ำยต่ำ จนเกิดอันตรายขึ้นทางฝั่งใดฝั่งหนึ่งขึ้น โดยสามารถดูไดอะแกรมของโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี ที่เชื่อมต่อกับสถานีภายนอกได้ที่รูป 2.4 และ ในส่วนของการแสดงให้ดูว่า Bay ไหนอยู่ตรงส่วนไหนบ้าง สามารถดูได้ที่รูป 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงภาพรวมของลานไฟฟ้า ในแต่ละ Bay

จากภาพ 2.5 เราจะได้เห็นภาพจำลอง ของลานโกไฟฟ้า ที่มองจากด้านบน(Top view) ซึ่งมีการแบ่งใน 3 รูปแบบ คือ

1. Bay ที่เป็นส่วนของ สายส่งที่ออกไป
2. Bay ที่เป็นส่วนของ หม้อแปลง
3. Bay ที่เป็นส่วนของ เชื่อมโยงระหว่างสถานีไฟฟ้าบีแอลซีที กับ สถานีไฟฟ้าปลวกแดง

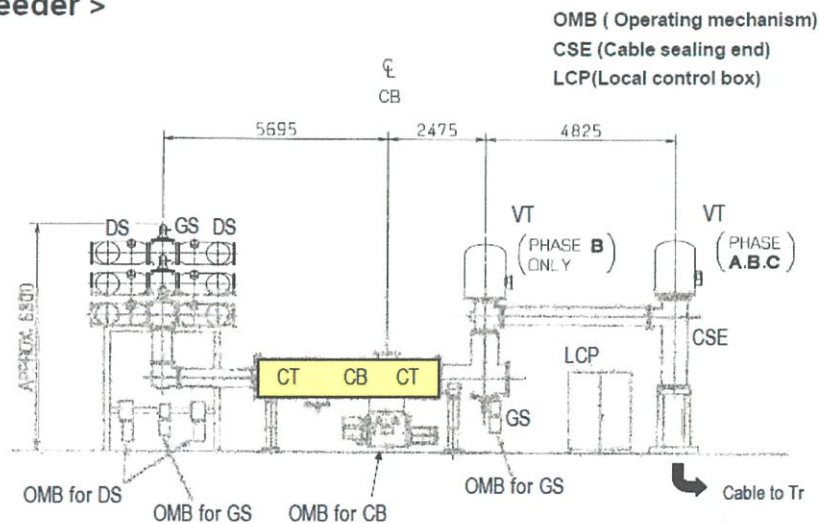
ซึ่งแต่ละส่วนจะมีความแตกต่างกันดัง ภาพที่ 2.6, 2.7 และ 2.8

<LINE FEEDER (LINE1, LINE2)>



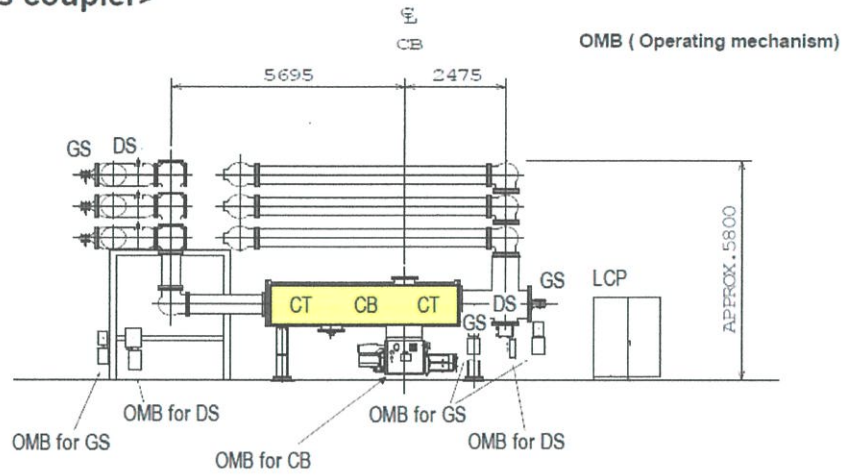
ภาพที่ 2.6 แสดงส่วนสายส่ง ที่ส่งออกไปยังสถานีปลวกแดง

<TR feeder >



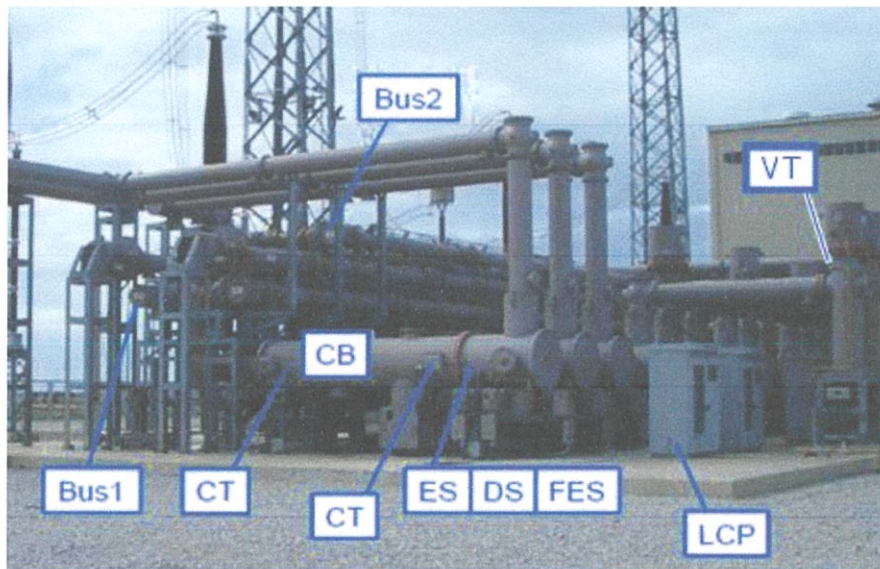
ภาพที่ 2.7 แสดงส่วนของสายป้อนที่เชื่อมโยงกับหม้อแปลง

<Bus coupler>



ภาพที่ 2.8 แสดงส่วนของ Bus coupler

2.1.1.1 อุปกรณ์ภายในลานไกไฟฟ้า

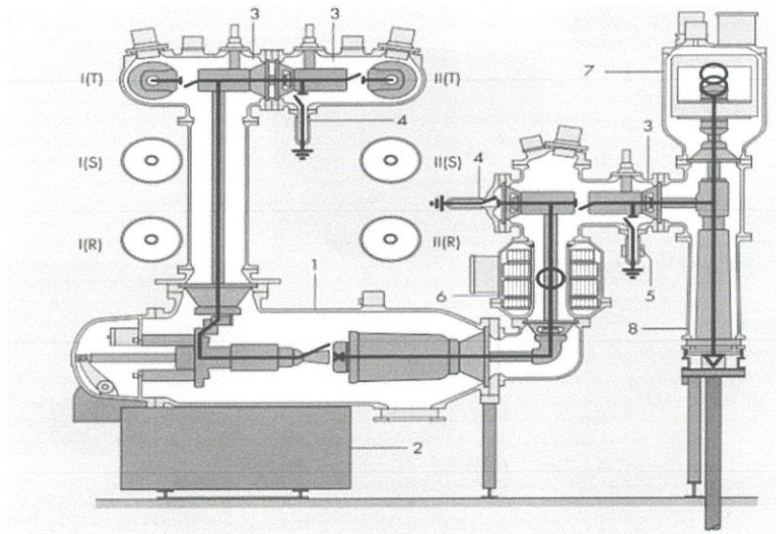


ภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ต่างๆ ในลานไกไฟฟ้า

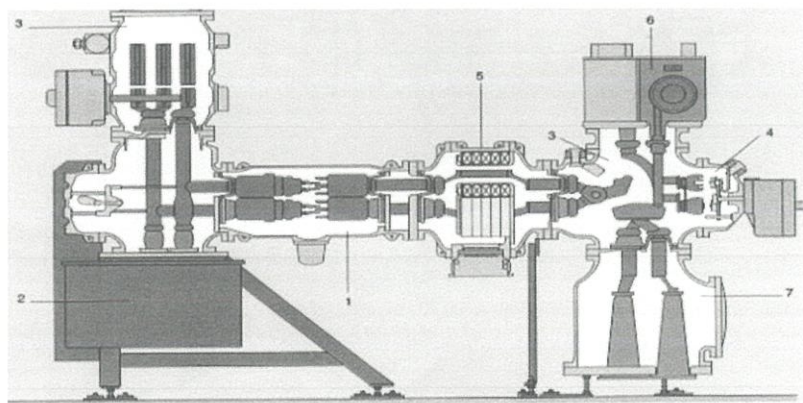
2.1.1.1.1 ตัวถังโลหะ (Enclosure)

ทำจาก อลูมิเนียมผสม (Aluminium Alloy) หรือเหล็ก (Steel) ทำหน้าที่เป็นทอหุ้มสวนที่มีไฟ นอกจากนั้นยังเป้นทางผ่านของกระแสเหนี่ยวนำ (Induced Current) ซึ่งอาจสูงถึง 80-100% ของ กระแสที่ไหลในบัสบาร์ ดังนั้นทอโลหะทุกสวนจะต้องตอถึงกันทั้งหมดและตอลงดินปัจจุบัน มาตรฐานสากล ได้มีข้อกำหนดให้อัตราการรั่วของกาซไม่ควรเกิน 0.5 % ตอปี ปัจจุบันมาตรฐานสากล ได้ มีข้อกำหนดให้อัตราการรั่วของกาซไม่ควรเกิน 0.5 % ตอปี

โดยลักษณะของตัวถัง มี 2 ประเภทคือ แบบที่บรรจุบัสบาร์หรืออุปกรณ์ทั้ง 3 เฟส อยู่ภายใน ตัวถังเดียวกัน เรียกว่า ตัวถังชนิด 3 เฟส (Three Phase Enclosure) สวนอีกประเภทหนึ่งคือ แต่ละทอ หรือตัวถังจะบรรจุอุปกรณ์เพียงเฟสเดียวเท่านั้น เรียกว่า ตัวถังชนิดเฟสเดียว (Single phase enclosure)



ภาพที่ 2.10 ตัวถังโลหะชนิดเฟสเดียว



ภาพที่ 2.11 ตัวถังโลหะชนิดสามเฟส

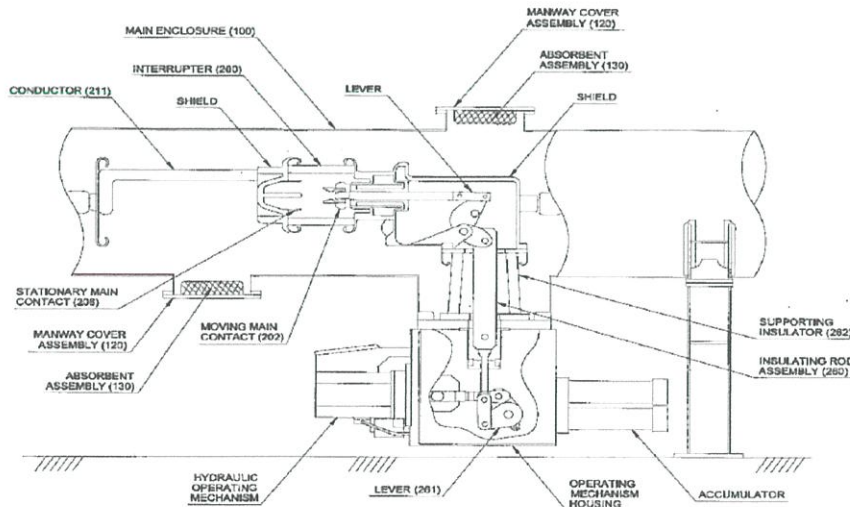
ซึ่งตามภาพที่ 2.9 ที่เป็นของโรงไฟฟ้า บีแอลซีพีนั้น เป็นแบบ ตัวถังบรรจุอุปกรณ์เพียงเฟสเดียว หรือ เป็นตัวถังชนิดเฟสเดียว (single phase enclosure) นั้นเอง

2.1.1.1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เป็นอุปกรณ์ปลดวงจร และป้องกันการลัดวงจร โดยจะเปิด/ ปิดไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดอัตโนมัติได้ เมื่อมีขนาดกระแสที่ไหลผ่านเกินกว่าค่าที่เราได้กำหนดเอาไว้ โดยในโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี ในส่วนของสถานโกไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าแรงสูงมีอยู่ในทุก Bay

เซอร์คิตเบรกเกอร์ที่เราใช้เป็น เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้ก๊าซ (Gas Circuit Breaker : GCB) ซึ่งใช้ก๊าซ SF_6 เนื่องจากเป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่ติดไฟ และ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น ทนความร้อนได้สูง มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ จึงนำมาเป็น ทั้งฉนวนตัวกลาง (Dielectric) และ ตัวอาร์ค (arc) โดยปกติแล้วส่วนของเซอร์คิตเบรกเกอร์ จะใช้แรงดันก๊าซสูงกว่าส่วนอื่นๆ ตัวขัดจังหวะ (Interrupter) มีหลักการทำงานแบบ puffer คือขณะ หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ (Moving contact) กำลังเคลื่อนที่ จะเป็นการใช้ลูกสูบอัดก๊าซในเวลาเดียวกันด้วย

จากรูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างของเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้ก๊าซ SF_6 รูปแบบหนึ่งโดยในห้องอาร์คประกอบด้วยหน้าสัมผัสที่อยู่กับที่(stationary arc contact) และหน้าสัมผัสที่สามารถเคลื่อนที่ได้(moving arc contact) กับก๊าซ SF_6 ที่บรรจุในห้องดับอาร์ค โดยก๊าซ SF_6 จะถูกเป่าเข้ามาในทรงกระบอก เมื่อมีการแยกออกของหน้าสัมผัสของเซอร์คิตเบรกเกอร์ ทำให้ความดันในห้องดับอาร์คมีความดันเพิ่มขึ้น เมื่อก๊าซ SF_6 เป่าล่ออาร์ค ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมล่ออาร์ค และ ทำให้การอาร์คแตกตัวเป็นลำแคบๆ และ รอบๆ จะมีอุณหภูมิต่ำทำให้การอาร์คสามารถดับตัวลง และ ก๊าซ SF_6 สามารถกลับคืนสภาพเดิมได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ยากต่อการเกิดแรงดันตกคร่อมหน้าสัมผัส

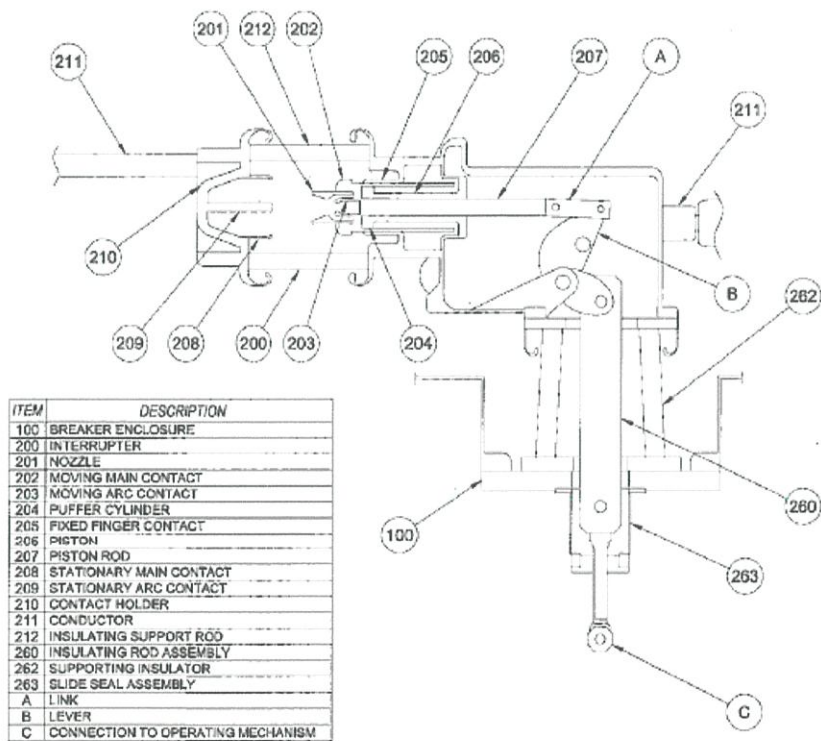


ภาพที่ 2.12 โครงสร้างของเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ (GCB) (1)

ส่วนประกอบของอุปกรณ์ขัดจังหวะ จะมีดังนี้

- การเชื่อมโยงกันเชิงกล (Mechanical linkage assembly)
- ลูกสูบและก้านลูกสูบ (206 และ 207) (Piston and Piston rod)
- ส่วนหน้าสัมผัสหลักที่ขยับได้ (moving main) และ หน้าสัมผัสดับอาร์ค (arc contacts)
- ทรงกระบอกขยาย , หัวฉีด และ หน้าสัมผัส fixed finger (Puffer cylinder , nozzle and fixed finger contact) (204 , 201 and 205)
- หน้าสัมผัสหลักที่อยู่กับที่ (stationary main) และ หน้าสัมผัสดับอาร์ค (arc contacts) (208 and 209)

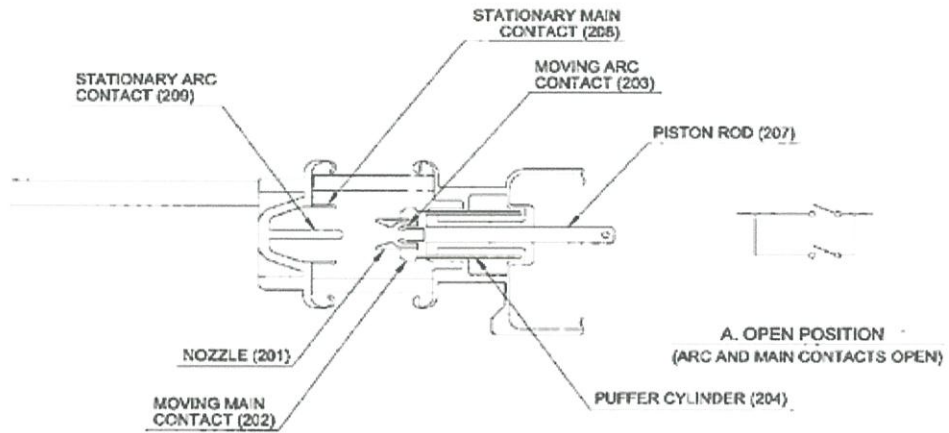
ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้สามารถดูได้จากรูป 2.13



ภาพที่ 2.13 โครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ (GCB) (2)

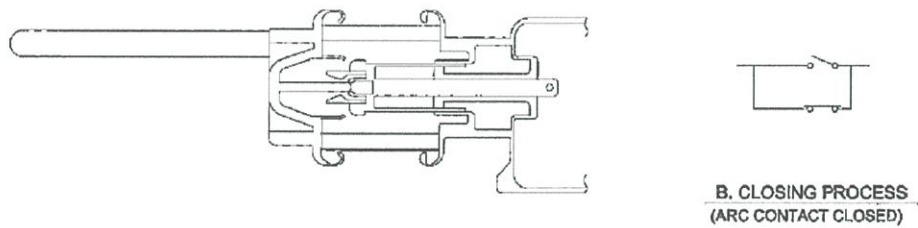
ซึ่งระบบการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้ก๊าซ(GCB) นี้มีกระบวนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

กระบวนการ Closing CB



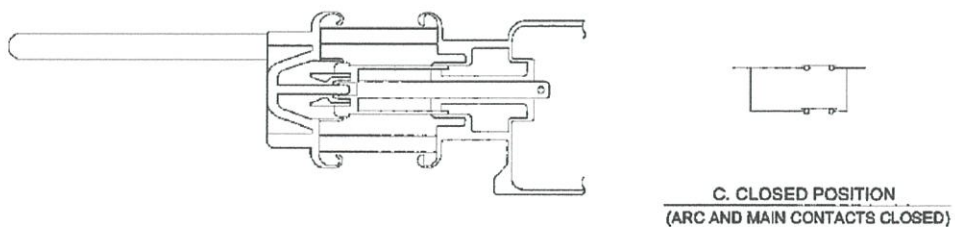
ภาพที่ 2.14 กระบวนการ Closing CB (1)

จากภาพแสดงการทำงานในลำดับแรก



ภาพที่ 2.15 กระบวนการ Closing CB (2)

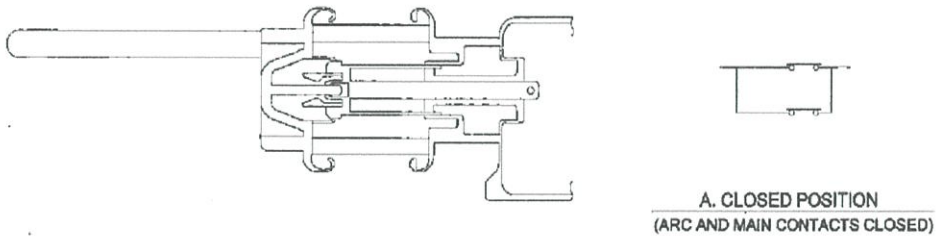
ลำดับต่อมา



ภาพที่ 2.16 กระบวนการ Closing CB (3)

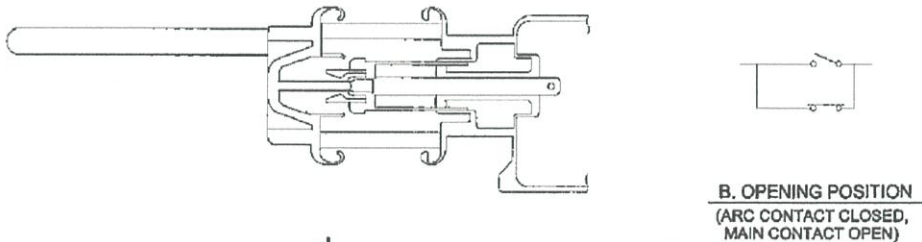
กระบวนการปิดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์(CB closing operation) , โดยตามภาพ 2.15 นั้น เกิดจากการเลื่อนของ คาน(lever:261) เลื่อนขึ้น แล้ว แท่งฉนวน (insulating rod assembly : 260) จะ ถูกยกขึ้น ซึ่งส่งผลให้แท่งลูกสูบ(piston rod:207) ขยับเคลื่อนเข้าไป และ ปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์(close circuit breaker) .แท่งฉนวน(insulating rod assembly : 260) ได้ถูกจัดไว้อยู่กับส่วน ซิลด์สไลด์ (slide seal assembly:263) ซึ่งเป็นจุดลอดผ่านที่ไว้ขวางกันไม่ให้ SF_6 รั่วไหลจากชุดเซอร์กิตเบรกเกอร์ (circuit breaker housing) . หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้(moving arc contact:203) จะไปสัมผัสกับ หน้าสัมผัสอยู่กับที่(fixed arc contact:209) ก่อน หลังจากนั้นส่วน หน้าสัมผัสหลักเคลื่อนที่ได้(moving main contact:202) กับ หน้าสัมผัสหลักอยู่กับที่(stationary main contact: 208) จะสัมผัสกันเพื่อ Close circuit breaker ตามดังรูป 2.16

ในส่วนกรณี กระบวนการ Opening CB



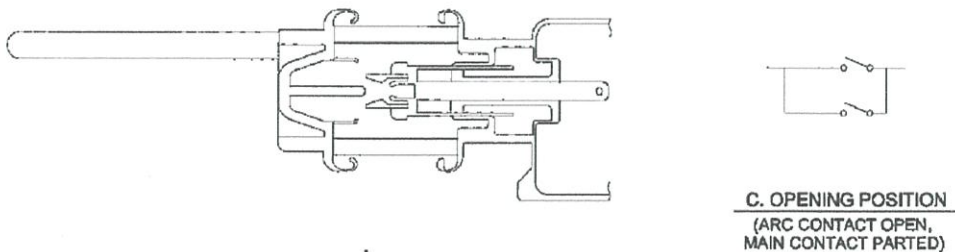
ภาพที่ 2.17 กระบวนการ Opening CB (1)

ในลำดับแรก



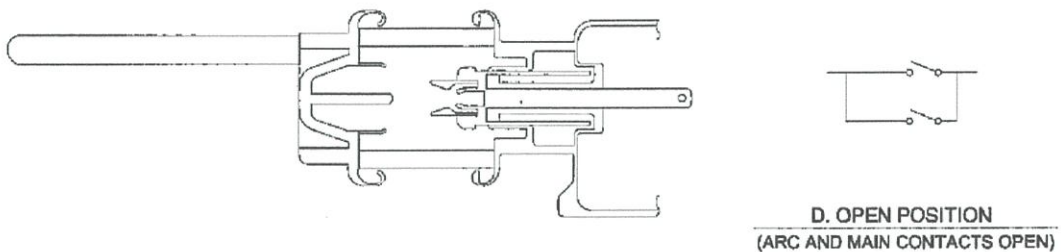
ภาพที่ 2.18 กระบวนการ Opening CB (2)

ลำดับต่อมา



ภาพที่ 2.19 กระบวนการ Opening CB (3)

ลำดับต่อไป



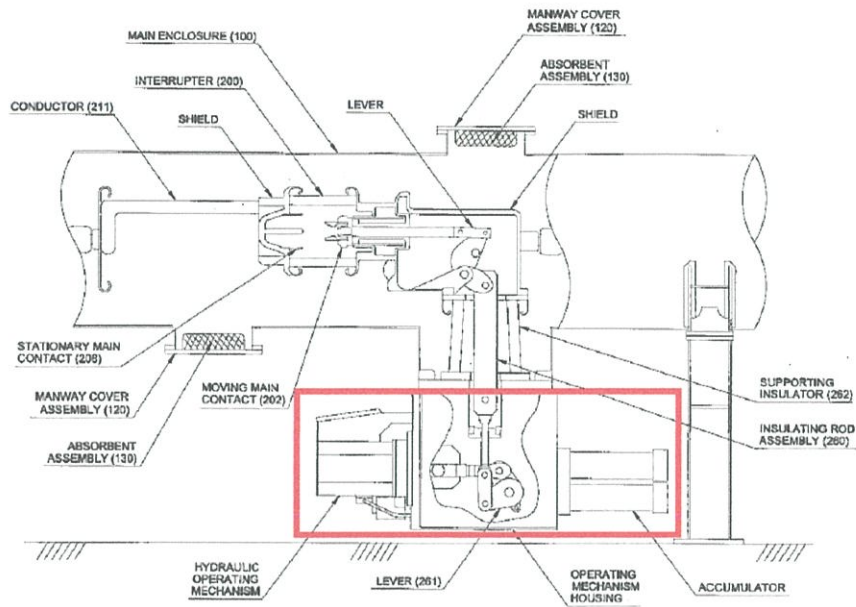
ภาพที่ 2.20 กระบวนการ Opening CB (4)

กระบวนการเปิดวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์(Circuit breaker open operation) โดยเริ่มต้นจากหน้าสัมผัสหลักอยู่กับที่(stationary main contact : 208) คายการหนีกับ หน้าสัมผัสหลักเคลื่อนที่ได้(moving main contact : 202) ตามรูป 2.18 ต่อมา หน้าสัมผัสอาร์คเคลื่อนที่ได้(moving arc contact : 203) จะทำการเลื่อนออกจาก หน้าสัมผัสอาร์คที่อยู่กับที่(stationary arc contact : 209) ตามรูป 2.19 หลังจากนั้นแท่งลูกสูบ (piston rod: 207) จะทำการเลื่อนถอยกลับไป เป็นผลทำให้ เซอร์กิตเบรกเกอร์นี้เปิดวงจร ตามรูป 2.20 ในการอาร์ค(arc) นั้นเกิดขึ้นบริเวณหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้(203)และที่อยู่กับที่(209) และกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสก็ต้องยังคงป้องกันจากผลกระทบของการอาร์ค(arc) . หน้าสัมผัสจะมีการเปลี่ยนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงอายุของมัน

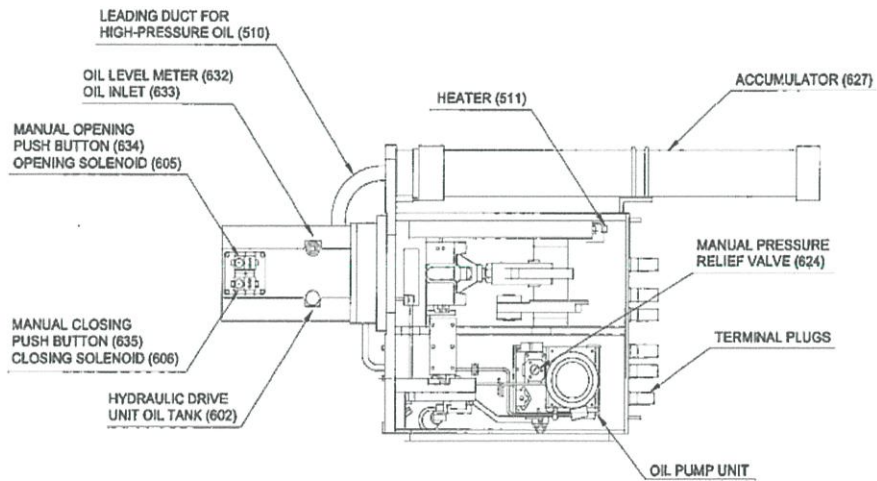
ระหว่างช่วงการขยับเคลื่อนเพื่อเปิดวงจร ปริมาตรของ SF_6 ในกระบอกขยาย (puffer cylinder) จะลดลงอย่างคงที่ และแรงดันแก๊สภายในจะเพิ่มขึ้นจนซ่อมแซมอาร์คที่เกิดขึ้น และหน้าสัมผัสทำการเคลื่อนออกจากกัน.การออกจากกันของหน้าสัมผัสนั้นเป็นผลเกิดมาจากการอาร์ค (arc) การเพิ่มขึ้นของแรงดันแก๊ส SF_6 ในกระบอกขยาย เมื่อแรงดันสูงพอ จะทำการบีบอัดแก๊ส SF_6 เพื่อปล่อยแล้วเป่าบริเวณ Arc ให้หายไป

ฝาทั้งสอง(two manhole:120) ได้ถูกจัดวางไว้ทั้งด้านบนและล่างของตัวถังเพื่อการตรวจสอบหน้าสัมผัสอาร์ค (arc contact) และ กระบอกฉีด (nozzle) ของอุปกรณ์ขัดจังหวะ (interrupter assembly) ซึ่งฝาที่มีการดูดซับความชื้น(absorbent assemblies : 130) ด้วยซิลิกาเจล ตัวดูดซับความชื้น (ที่บริเวณฝาด้านล่าง) จะดูดซับก๊าซ SF_6 ที่กระจัดกระจายออก อันเนื่องมาจาก อุณหภูมิ หรือ ความเครียดทางไฟฟ้า และ คอยดูดซับความชื้น ถ้ายังมีก๊าซตกค้าง

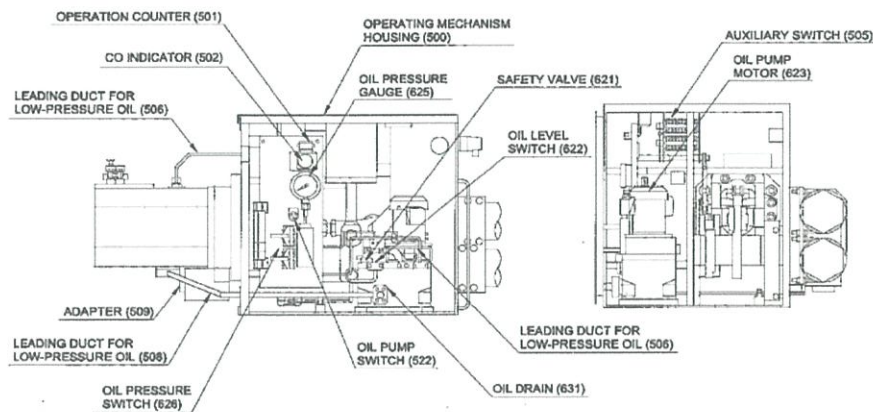
2.2.1.1.3 ส่วนของการทำงานเชิงกล (Operation mechanism housing)



ภาพที่ 2.21 แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (1)



ภาพที่ 2.22 แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (2) (Top view)



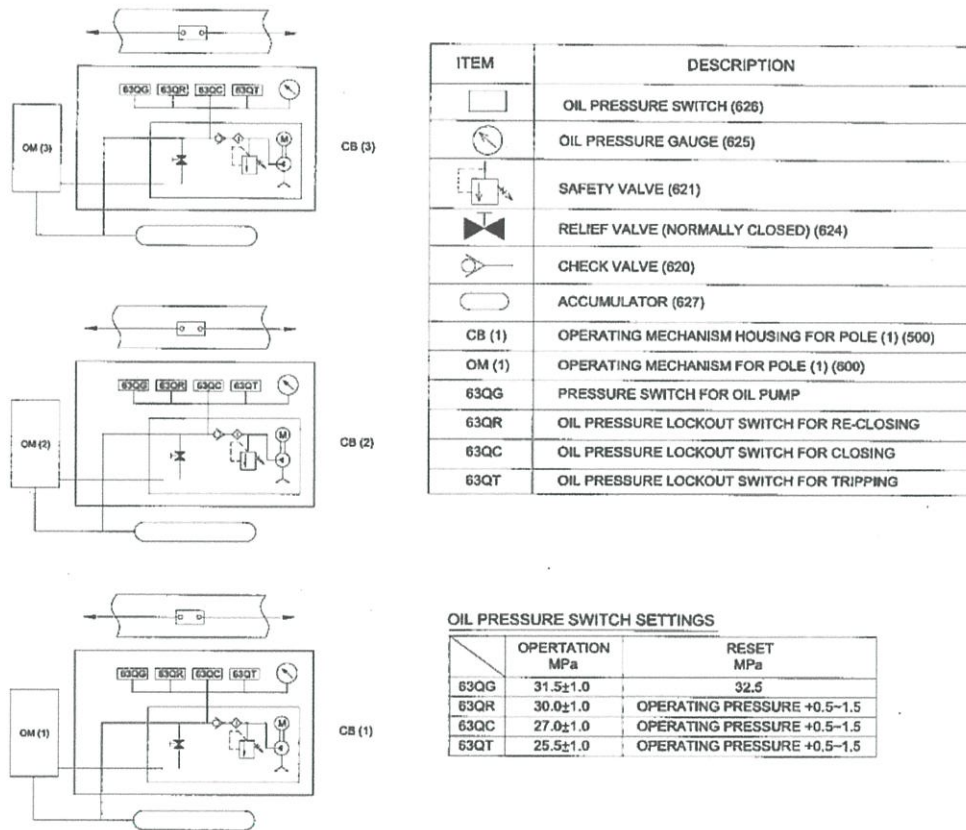
ภาพที่ 2.23 แสดงส่วนของการทำงานเชิงกล (3) (Front and Side view)

hydraulic mechanism พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อน contact มาจากพลังงานของก๊าซ nitrogen ที่มี ความดันสูงเรียกว่า accumulator สร้างความดันโดยใช้ pump อัดน้ำมัน hydraulic เพื่อไปสร้าง ความดันให้ accumulator เกิดความดันสูงจน ไปสั่งให้อุปกรณ์ภายในทำงาน

โดยจากรูป 2.22 และ 2.23 จะมีอุปกรณ์หลักๆซึ่งประกอบไปด้วย

1. ถังน้ำมัน (oil tank)
2. ปั๊มและมอเตอร์น้ำมัน (oil pump and motor)
3. ถังสะสมแก๊ส N₂ (Accumulator)
4. โซลีนอยด์ วาล์ว (solenoid valve (open and closing coils))
5. เซฟตี้วาล์วและวาล์วระบายความดัน (safety valve and manual pressure relief valve)
6. ตัววัดระดับน้ำมัน และ สวิตช์แรงดัน (oil level and pressure switches)
7. ตัวลูกสูบและกระบอก (operating piston and cylinder)
8. holding latch
9. ระบบแจ้งระดับก๊าซ (Gas monitoring system)
10. ตัวนับการทำงาน (Operation counter)
11. สวิตช์ช่วย (Auxiliary switch)
12. ปุ่มกด close (ดำ) และ open (แดง)

กระบวนการ open หรือ close ของหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ได้ (moving contact) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ถูกคุมด้วยระดับความดันของน้ำมันที่จัดเก็บอยู่ในตัวเก็บสะสม(accumulator) การอัดก๊าซ N_2 (N_2 gas filled bladed) ถูกอัดเข้าไปในตัวเก็บสะสม(accumulator) เพื่อลดความดันที่ตกลงไปของวงจรน้ำมัน(oil circuit) ในระหว่างช่วงกระทำการเปิด(opening) และ ช่วงกระทำการปิด(closing) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์



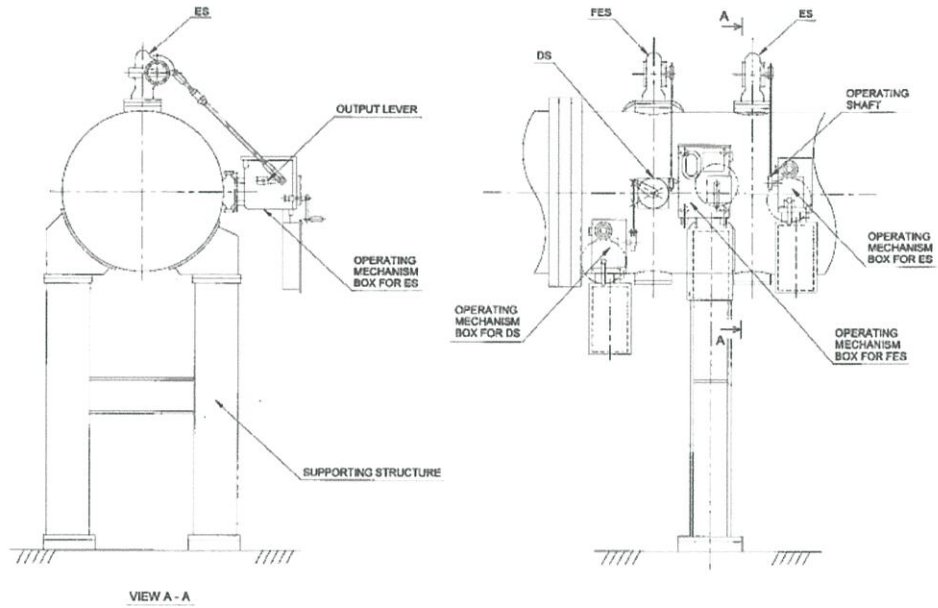
ภาพที่ 2.24 ระบบไฮดรอลิกน้ำมันของเซอร์กิตเบรกเกอร์

จากรูปที่ 2.24 จะเป็นสวิตช์ความดันน้ำมัน(oil pressure switch) ที่ทำการตั้งค่าเอาไว้ โดยเรา จะเห็นว่ามียู่ 4 ตัว คือ 63QG, 63QR, 63QC, 63QT มีหน้าที่ในการทำงานในช่วงปกติ(315-325 bar), ทำการ Lock เมื่อความดันลดลงเหลือ 300 bar แล้ว Reclose หลังจากนั้น, ทำการ Closing เมื่อความดันลดลงเหลือ 270 bar และ เมื่อความดันลดลงถึง 255 bar จะทำการ Trip อัตโนมัติ ตามลำดับ

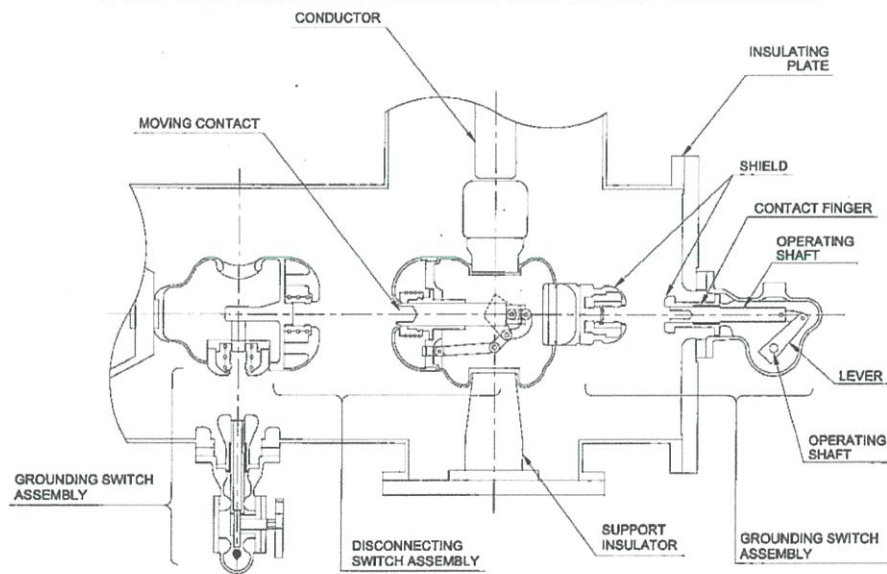
เซฟตี้วาล์วและวาล์วระบายความดัน(safety valve and manual pressure relief valve) ทำหน้าที่ช่วยป้องกันวงจรน้ำมันจากระดับแรงดันที่ก่อตัวขึ้นแล้ว ตัดพอสท์ (fault) การทำงานระบายแรงดันภายในไม่ทัน หรือทำงานช้ากว่าปกติ

2.2.1.1.4 สวิตช์ปลดวงจร (Disconnecting switch : DS)

ใช้สำหรับแยก เซอร์กิตเบรกเกอร์, บัสบาร์ หรือสายส่ง ออกจากระบบ เพื่อในช่วงการซ่อมบำรุงรักษา จึงทำการติดตั้งในแต่ละ Bay ซึ่งมีโครงสร้างดังรูป 2.25 , 2.26



ภาพที่ 2.25 แสดงโครงสร้างของสวิตช์ปลดวงจร และ สวิตช์ต่อลงดิน



ภาพที่ 2.26 แสดงโครงสร้างด้านตัดขวางของสวิตช์ปลดวงจร และ สวิตช์ต่อลงดิน

สวิตช์ปลดวงจรสามารถทำงานด้วยอุปกรณ์ช่วยหมุนกลไกเชิงกล (hand crank) ทำหน้าที่ในการ Open หรือ Close โดยจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ แล้วส่งผลให้หน้าสัมผัสเคลื่อน (moving contact) ซึ่งการทำงานของข้อเหวี่ยงมือเพียงที่เฟสเดียว ก็ทำให้ทั้งสามเฟสของสวิตช์ตัดตอนทำงาน เช่นกัน

2.2.1.1.5 สวิตช์กราวด์(Grounding switch : GS)

จุดประสงค์ของการติดตั้ง มีไว้ใช้สำหรับงานการซ่อมบำรุงเท่านั้น เพื่อลดประจุที่ค้างอยู่ หรือ ลดแรงดันเหนี่ยวนำในจุดที่ทำงานให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน มักติดตั้งภายใน Module ร่วมกับ สวิตช์ปลดวงจร (DS) ดังภาพ 2.25 , 2.26

ในระบบ 500 kV มีสวิตช์ดินอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือชนิด fault-making กับ ชนิด maintenance

ชนิด fault- making ถูกใช้สำหรับ สายส่งแรงสูงพาดเหนือหัว(overhead transmission line) คือเส้น ปลวกแดง 1 และ 2 .พวกเขาจะให้ทำการปิดเมื่อมีค่ากระแสลัดวงจรเต็มค่าเข้ามา โดยความเร็วของการปิดขึ้นกับกลไกเชิงสปริง และการดำเนินงานด้วยตนเองสามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ช่วยหมุนกลไกเชิงกล (hand crank)

ชนิด maintenance (non fault- making) ได้ทำการติดตั้งไว้ด้านใดด้านหนึ่งของ CB พวกเขาจะใช้สำหรับเป็นกราวด์เพื่อความปลอดภัยชั่วคราวก่อนให้บริการซ่อมบำรุง . GS นี้ติดตั้งอยู่เป็นส่วนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับของ DS ซึ่ง GS นี้สามารถทั้งเปิดและปิดได้ด้วยการ ใช้อุปกรณ์ช่วยหมุนกลไกเชิงกล (hand crank) เมื่อส่วนของแรงดันสูงนั้นไม่ได้ถูกระงับ. ในตำแหน่งปิด(closed) หรือเชื่อมต่อดังนั้น สวิตช์จะลงกราวด์ในแต่ละเฟสของเซอร์กิตเบรกเกอร์

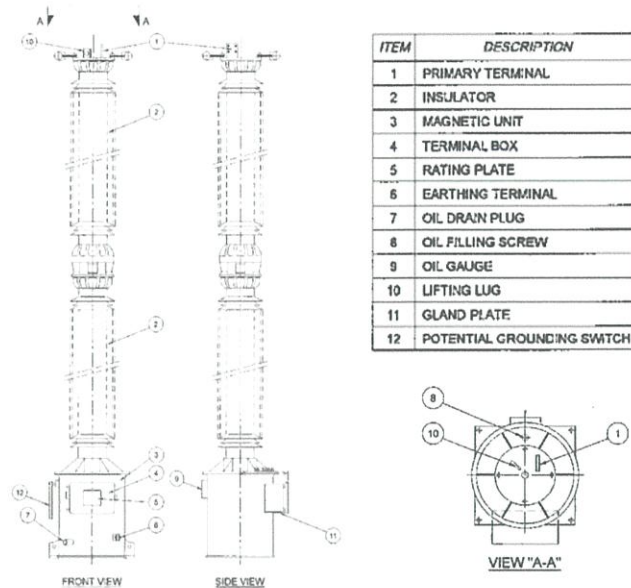
สวิตช์กราวด์นี้ยังใช้สำหรับในการวัดความต้านทานของหน้าสัมผัส หรือ ความต้านทานของฉนวน ระหว่างการซ่อมบำรุงอีกด้วย(โดยหลังจากการปลดเชื่อมต่อกกราวด์ภายนอก)

2.2.1.1.6 หม้อแปลงแรงดัน (Voltage transformer : VT)

คือหม้อแปลงที่ใช้ร่วมกับการวัด โดยทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันลง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน และเหมาะสมกับย่านการวัด

ภายในสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ เป็นหม้อแปลงแรงดันชนิด wound (VTs) ไว้ใช้สำหรับวัดแรงดันของระบบ และสามารถป้องกันแรงดันเข้าไปเพื่อใช้สำหรับการตรวจวัด เพื่อป้องกัน และเชื่อมโยงระบบเข้าด้วยกัน ส่วนตัวที่อยู่กับสายส่งนั้นเป็นตัว Capacitor Voltage transformer : CVT โดยสามารถดูโครงสร้างได้ที่ภาพ 2.27

ตัววัดระดับก๊าซในถัง(enclosure) ซึ่งโดยปกติแล้วค่าความดันก๊าซจะอยู่ที่ 5 bar ที่ 20 °



ภาพที่ 2.27 โครงสร้าง Capacitor Voltage transformer : CVT

2.2.1.1.7 หม้อแปลงกระแส (Current transformer : CT)

หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแปลงระดับกระแสด้าน Primary ให้ต่ำลงเพื่อใช้สำหรับระบบป้องกัน และ ระบบ Metering โดยทั่วไปจะสอดท่อตัวนำ ซึ่งถือเป็นขดลวด Primary แบบ 1 รอบ ลอดผ่านแกน เหล็ก(core) ของหม้อแปลงกระแส ชนิด Ring type และทำการติดตั้งก่อน และ หลัง CB เพื่อสามารถ ตรวจสอบวัด และ เพื่อความปลอดภัย

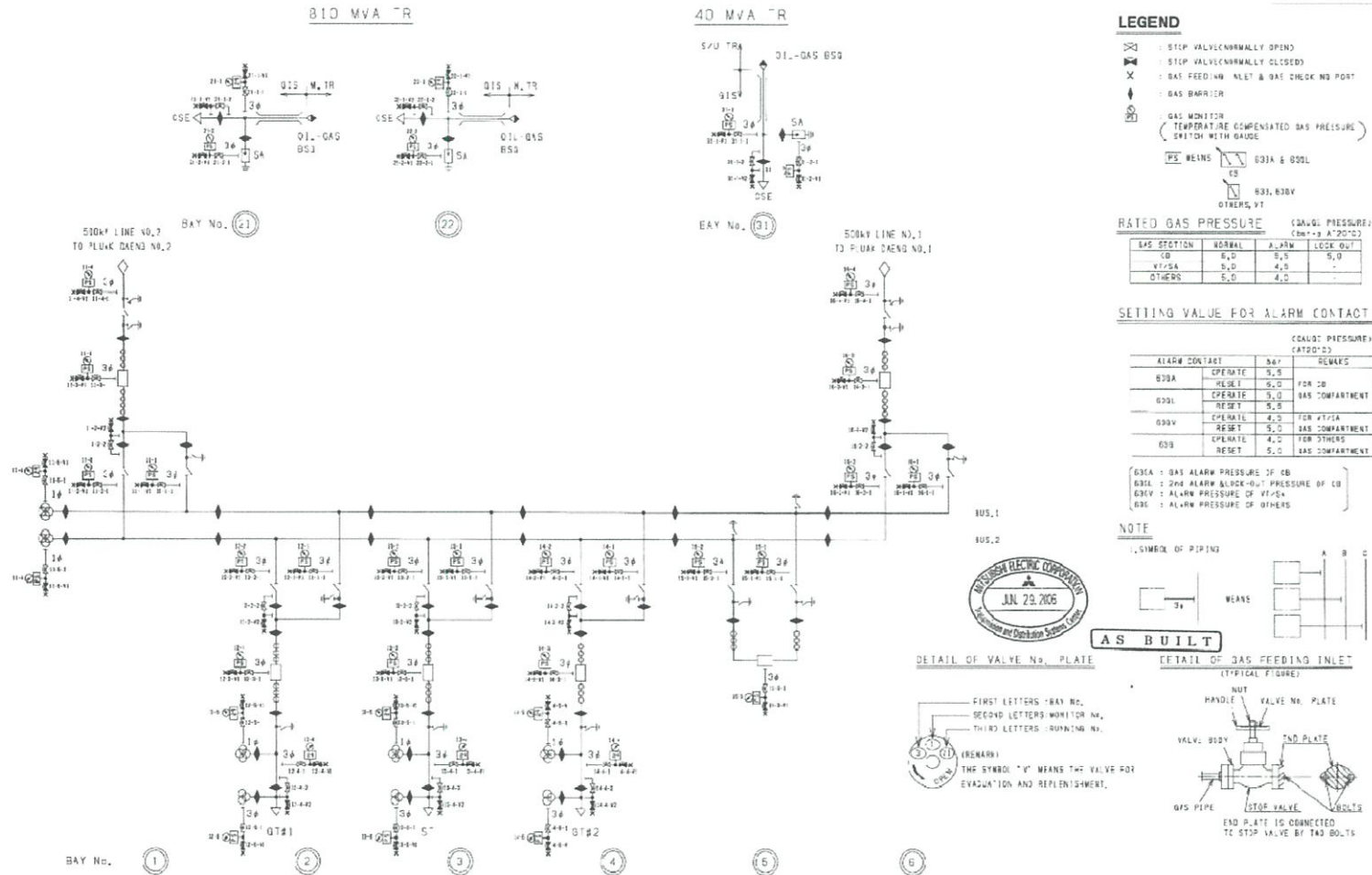
โดยหม้อแปลงกระแสนี้เป็นแบบติดตั้งอยู่ในตัวถังโลหะ ตามภาพ 2.9 ตัววัดระดับก๊าซในถัง โลหะซึ่งโดยปกติแล้วค่าความดันก๊าซจะอยู่ที่ 6 bar ที่ 20 °C

2.2.1.1.8 บัสบาร์ (Bus Bars)

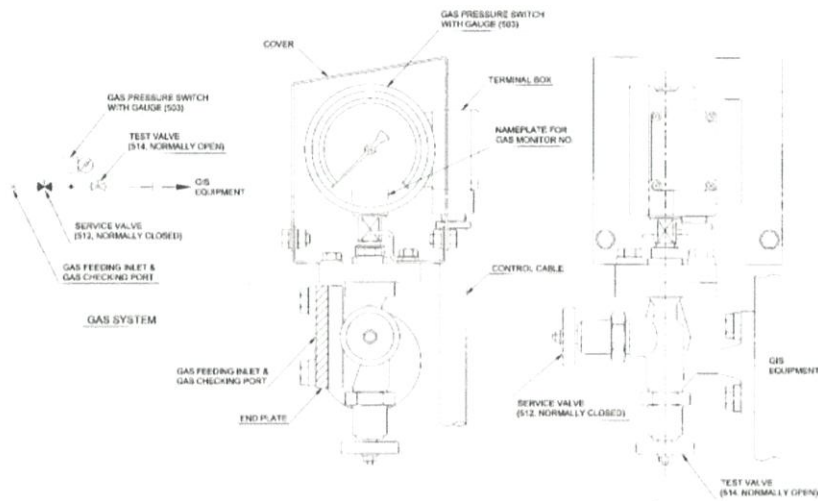
บัสบาร์ทำมาจากอะลูมิเนียม , ภายในตัวถังของบัสบาร์มีก๊าซ SF₆ บรรจุอยู่ ซึ่งความดันของก๊าซ นั้นสามารถวัดได้ตลอดเวลาจากเกจวัดความดันที่อยู่ด้านล่างของบัสบาร์ ตามชุด Gas Monitoring Module : GMM

2.2.1.1.9 ระบบตรวจวัดก๊าซ SF₆ (SF₆ Gas Monitoring System)

โดยระบบก๊าซ SF₆ ของ 500 kV ดูได้จากภาพที่ 2.28 และ แผงเกจที่ใช้แสดงค่าความดัน ซึ่งในแต่ละอุปกรณ์ที่มีก๊าซบรรจุอยู่จะมีแผงนี้ในการแสดงค่า เพื่อให้สามารถตรวจเช็คได้ตลอดเวลา และถูก ติดตั้งไว้ในที่ต่างๆ ตามจุดเช่นเซอร์กิตเบรกเกอร์(CB) , สวิตช์ตัดตอน(DS) , หม้อแปลงแรงดัน(VT) , เสรีจ อารีสเตอร์(SA) และ จุดปลายของสายเคเบิล(CSE) โดยสามารถดูเกจตรวจวัดความดันที่ภาพ 2.28



ภาพที่ 2.28 ระบบก๊าซ SF₆ ของ สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (GIS) ขนาด 500 kV



ภาพที่ 2.29 แสดงแผนการตรวจวัดก๊าซ SF_6 (Gas monitoring board)

ก๊าซ SF_6 ถูกใช้เป็นฉนวนในสำหรับทุกส่วนของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (GIS) สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB) ใช้ก๊าซนี้ในการดับอาร์ค ในการลดความดันลงจะส่งผลให้ลดความคงทนไดอิเล็กทริก (dielectric strength) โดยในการป้องกันความดันก๊าซของ SF_6 ในอุปกรณ์ต่างๆ และในเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะทำโดยมีตัวควบคุมแสดงผลอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันความเสียหาย

ระบบการตรวจวัดก๊าซ นี้จะแจ้งเตือนเมื่อเกิดการลดลงของความดันที่ผิดปกติ หรือ ลงมาอย่างตามค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ในแต่ละอุปกรณ์ โดยค่าแต่ละแบบสามารถดูได้จากตาราง 2.1

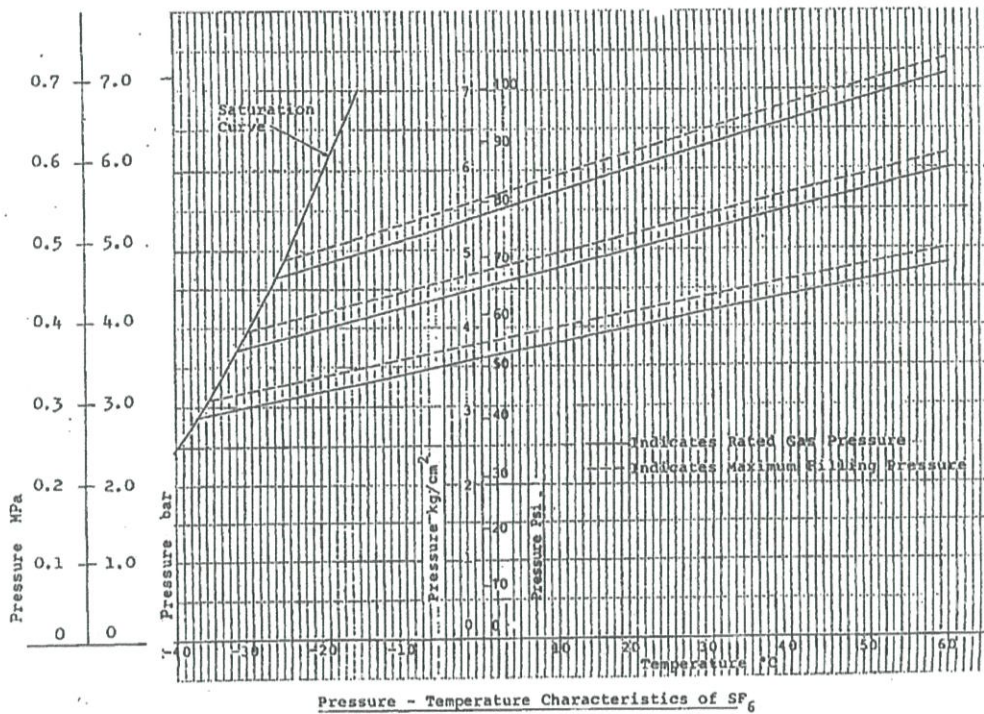
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าในสภาวะปกติ(Rated) , การแจ้งเตือน(Alarm) และ ล็อคหรือทริป (Lock)

อุปกรณ์	Rated	Alarm	Lock
CB	6 bar	5.5 bar	5 bar
VT,SA*	5 bar	4.5 bar	----
DS,CSE**	5 bar	4 bar	----

* SA คือ Surge Arrester หรือ เซิร์ช อาเรสเตอร์

** CSE คือ Cable Sealing End หรือ จุดปลายของสายเคเบิล

ความดันของก๊าซ SF_6 ในเซอร์กิตเบรกเกอร์ และ อุปกรณ์อื่นๆจะถูกแสดงผ่าน เกจวัดความดันเทียบกับอุณหภูมิ(Temperature compensated pressure gauge) และ มีตัว สวิตซ์ความดันช่วยควบคุม ดังนั้นเมื่อทำการตรวจสอบ สามารถเปรียบเทียบกับกราฟความดันและอุณหภูมิได้ ตามรูปที่ 2.30 เพื่อไว้ใช้พิจารณา

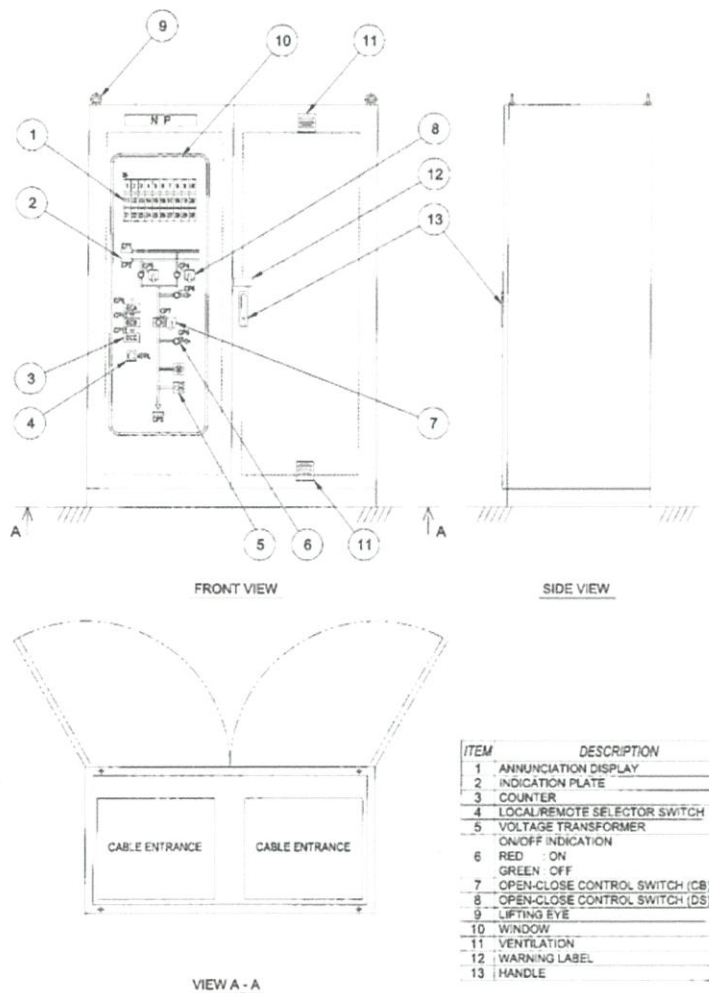


ภาพที่ 2.30 กราฟความดันเทียบกับอุณหภูมิของก๊าซ SF_6

2.2.1.1.10 ตู้คอนโทรล (Local Control Panel : LCP)

เป็นตู้ที่ถูกติดตั้งในแต่ละ Bay ที่ลานโกไฟฟ้า เพื่อไว้ใช้เวลาที่ควบคุม , ตรวจสอบ และ ซ่อมบำรุง โดยที่ ตู้คอนโทรลนี้เหมือนกับเป็นตู้ที่ใช้ดูแลระหว่าง ลานโกไฟฟ้านี้ กับ ตัวควบคุมระยะไกล(Remote control) ซึ่งตู้คอนโทรล (LCP) นี้ประกอบไปด้วย แผงแจ้งเตือน , ไตอะแกรมของ Bay ที่ควบคุมอยู่ , สวิตซ์ต่างๆ รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการนับ (counter) อีกด้วย

โครงสร้างของตู้คอนโทรล (LCP) สามารถดูได้ที่รูป 2.31



ภาพที่ 2.31 แสดงโครงสร้างของตู้คอนโทรล (LCP)

2.2 การซ่อมบำรุง (maintenance)

2.2.1 การซ่อมบำรุง(maintenance) หมายถึง การตรวจสอบที่ทำอย่างสม่ำเสมอ, การทดสอบ , การทำความสะอาดและการปรับแต่งทุกชิ้นส่วนของอุปกรณ์ในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ที่ใช้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดขึ้นภายหลัง การบำรุงรักษามักจะเข้าใจผิดว่า ต้องรอใช้งานจนเครื่องจักรจนเกิดความเสียหายแล้วจึงทำการซ่อมแซมภายหลัง สิ่งที่ถูกต้องนั้นคือควรจัดการวางแผนไว้ล่วงหน้า ซึ่งผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษางานพื้นฐานเบื้องต้นควรวางแผนปฏิบัติการ

2.2.2 ความสำคัญของการบำรุงรักษา เนื่องจากหลักการบริหารงานผลิต คือ พยายามควบคุมให้ได้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพภายใต้เวลาที่กำหนดด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด สามารถส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้ตามกำหนดเวลา รวมถึงผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีขวัญกำลังใจ ดังนั้นความสำคัญของการบำรุงรักษา จึงอาจสรุปได้ดังนี้ คือ

1. เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และใช้งานได้เต็มกำลังความสามารถ

2. เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการทำงานสูง (Performance) ซึ่งการบำรุงรักษาจะเป็นการช่วยยืดอายุการใช้งาน โดยอาศัยการปรับแต่งหรือซ่อมบำรุง

3. เพื่อให้เครื่องจักรมีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) ในการผลิตสินค้า ซึ่งการบำรุงรักษาจะมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเครื่องจักร ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความละเอียด ความเที่ยงตรง และมาตรฐานของสินค้า ซึ่งจะส่งผลต่อการยอมรับหรือความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อสินค้าในท้ายที่สุดด้วย

4. เพื่อให้มีความปลอดภัย (Safety) จัดว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญ เพราะถ้ามีการใช้งานเครื่องจักรที่ชำรุดหรือไม่พร้อมใช้งาน ก็สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานเครื่องจักรได้

2.2.3 วัตถุประสงค์ของระบบบำรุงรักษาในงานอุตสาหกรรม

1. เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือเป็นการป้องกันไม่ให้คุณภาพต่ำลง ซึ่งมีผลต่อความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกไปจากโรงงาน โดยการบำรุงรักษาจะช่วยให้เครื่องจักรมีความเที่ยงตรงและแม่นยำ

2. ควบคุมต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ไม่ให้เพิ่มขึ้น หรือหาหนทางในการลดต้นทุนลง ซึ่งการเดินเครื่องจักรก็ย่อมมีการลงทุนค่าดำเนินการ รวมถึงค่าซ่อมแซมต่าง ๆ

3. ควบคุมกำหนดการส่งมอบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ถึงลูกค้าได้ตรงเวลามากที่สุด เพื่อให้ลูกค้ามีความเชื่อมั่นในการทำงานของโรงงาน ถ้ามีการส่งมอบช้า ก็ย่อมหมายถึงต้นทุนต้องเพิ่มขึ้น และอาจเสียค่าชดเชยหรือค่าปรับให้กับลูกค้าอีกด้วย

4. ป้องกันความสูญเสีย อันเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การขัดข้องจนทำให้เดินเครื่องจักรไม่ได้เต็มกำลัง หรือจำเป็นต้องหยุดการทำงาน หรือเครื่องจักรชำรุดเสียหาย เป็นต้น

5. ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บ อันเนื่องมาจากเครื่องจักรเดินผิดพลาด หรือชำรุดเสียหาย ซึ่งหากเกิดอุบัติเหตุขึ้น และทำให้ผู้ปฏิบัติงานบาดเจ็บ ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าประกัน เงินชดเชย เงินทดแทน เป็นต้น

6. ประหยัดพลังงาน เครื่องจักรจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องจักรได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพที่ดี เครื่องเดินราบเรียบไม่สะดุด ไม่มีการรั่วไหลของน้ำมัน มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ก็จะช่วยประหยัดพลังงานหรือกำลังน้อยลง ส่งผลให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้

2.2.4 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned/Preventive maintenance)

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องในการบำรุงรักษาเมื่อชำรุด จึงได้มีการพัฒนางานทางด้านการบำรุงรักษาตามแผนขึ้นมา กล่าวโดยย่อก็คือ การบำรุงรักษาอาคารและอุปกรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนดขึ้นโดยอาจจะได้มาจากประสบการณ์หรือจากคู่มือการใช้งานของระบบและอุปกรณ์นั้น ๆ

โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด 1.routine maintenance และ 2.outage maintenance

2.2.4.1 การซ่อมบำรุงสม่ำเสมอ (Routine maintenance) หมายถึง การซ่อมที่เกี่ยวข้องกันกับรอบ preventive maintenance ในรอบวัน/สัปดาห์/เดือน จากการคิดวางแผน และตรวจสอบอย่างเหมาะสม โดยจะใช้อุปกรณ์ในการตรวจสอบที่เชื่อถือได้ โดยผลสรุปที่ได้นั้น การตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ(routine maintenance) ที่ดีนั้นจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในระยะยาวได้ และการทำความเข้าใจสถานะนั้นถือว่าการบำรุงรักษาที่สำคัญและจำเป็น ในการป้องกันไม่ให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเสียหายจากบางสิ่งบางอย่างได้

การตรวจสอบและซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอของ Gas insulated switchgear : GIS ของที่โรงไฟฟ้าแห่งนี้ เป็นแบบติดตั้งภายนอก และ ออกแบบให้มีการป้องกันจากภายนอก อาทิเช่น มลพิษ และ ความชื้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เพื่อความสบายใจของการใช้งาน จึงมีการตรวจสอบแบบต่างๆ โดยสามารถดูการตรวจสอบอุปกรณ์ได้ที่ ภาคผนวกที่ ข

2.2.4.2 การซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ประจำปี (Annual Outage Maintenance) หมายถึง การซ่อมที่เกี่ยวข้องกันกับ preventive maintenance ในรอบปีเพื่อทำการวางแผน ซึ่งเป็นการซ่อมบำรุงที่สำคัญมาก เพราะถือเป็นการวางแผนล่วงหน้าและ ต้องใช้คนจำนวนมาก เนื่องจากเป็นการถอดและ ตรวจสอบอุปกรณ์แทบทุกส่วน โดยทำเพื่อให้อุปกรณ์/เครื่องจักรได้กลับมามีประสิทธิภาพที่ดีเทียบเท่ากับตอนแรกเริ่มใช้งาน

การตรวจสอบและซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ของ GIS ช่วงเวลาการซ่อมบำรุงนี้มีหลายช่วงเวลา ตั้งแต่ 1 ปี ไปจนถึง 12 ปี ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ตรวจสอบนั่นเอง

โดยปกติแล้วการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่นี้ แบ่งเป็น 2 แบบคือ

- การตรวจสอบโดยทั่วไป : เป็นการตรวจสอบอุปกรณ์ภายนอก ที่สามารถสังเกตเห็นได้
- การตรวจสอบแบบเป็นระยะเวลา : เป็นการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องจักรทั้งด้านในและด้านนอก แต่ก่อนที่จะทำการตรวจสอบ ต้องนำก๊าซ SF_6 ออกมาเก็บไว้ข้างนอกก่อน

ในการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงนี้ควรมีผู้ให้คำแนะนำ จากทาง MELCO เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถดูการตรวจสอบอุปกรณ์ได้ที่ ภาคผนวกที่ ค.ง.จ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงลิสรายการในการจัดเตรียมอุปกรณ์ และ รายการอุปกรณ์ที่นำมาจากทางญี่ปุ่น พร้อมด้วยกับ วิธีการดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆในการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ (Extended Major Overhaul : EMJ) ของ สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS)

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการ Overhaul

อุปกรณ์หลักที่จัดเตรียมเองจากสถานประกอบการ (รายละเอียดอุปกรณ์ทั้งหมดดูได้ที่ภาคผนวก ก)

- เครื่องทดสอบช่วงเวลาการทำงาน CB (CB Timing Operation test equipment)
- เครื่องเตือนก๊าซรั่ว (Gas leak detector)
- เครื่องนำก๊าซออก/บรรจุกลับของ SF_6 (Degassing and refilling of gas SF_6)
- ถังจัดเก็บก๊าซ SF_6 (Recovery Tank of gas SF_6)
- สายเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Connecting wire)
- อแดปเตอร์สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Adapter for connecting compartment)
- เข็มขัดทำความร้อน (Belt heater)
- เครื่องเป่าลม (Blower)
- ตัวเช็ครอยรั่ว (snoop)
- น้ำมันในการเติม Oil Storage (Mobil Aero HF)
- ที่ใช้ทำความสะอาดต่างๆ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol), ทินเนอร์ (Thinner)

อุปกรณ์หลักที่จัดจากญี่ปุ่น (MELCO) (รายละเอียดอุปกรณ์ทั้งหมดดูได้ที่ภาคผนวก ข)

- เสื้อสำหรับทำงานหรือใส่ตรวจสอบ (Working clothes)
- ตัวกรองก๊าซ (Gas filter)
- เครื่องตรวจสอบ Partial Discharge (Partial Discharge Detector)
- อุปกรณ์ช่วยถอด/ประกอบ ภายในของ GCB (Removing or Reinstall equipment)
- คอนแทกต์อาร์คเคลื่อนที่ได้ (Moving arc contact)
- Moving arc contact ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB)
- Nozzle ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB)
- Stationary arc contact ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB)

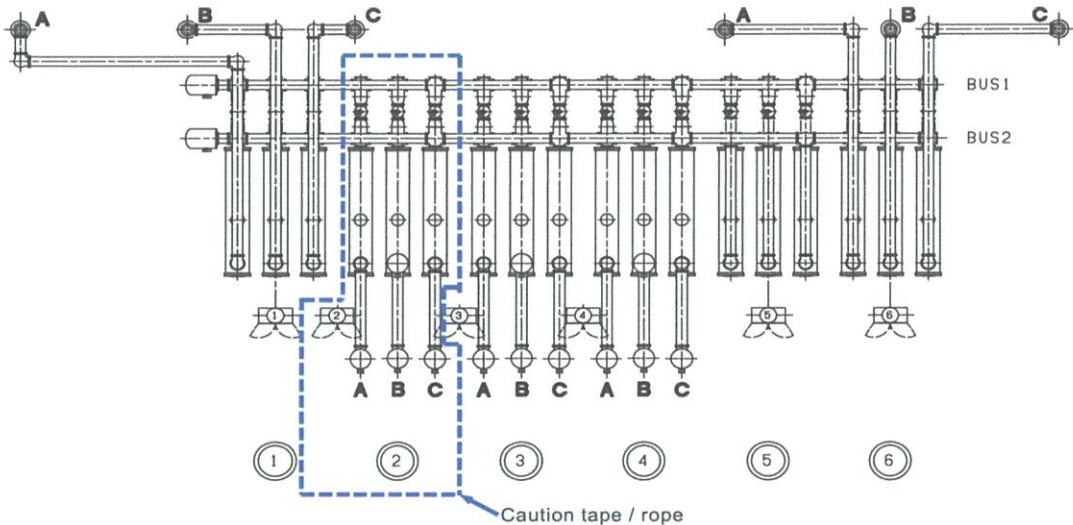
- ตัวดูดซับความชื้น (Absorbent)
- จาระบีแบบต่างๆ (Low temperature grease, contact grease, Darina grease, Jointal Z)
- ตัวล็อกเกลียว (Lock tight 222,263)
- กาวยาง (CEMEDINE 575F)
- ซิลิโคนในการทาปิดงานที่ต่างๆ (gas sealant)
- อุปกรณ์ช่วยหมุนกลไกเชิงกล (hand crank)

3.2 การจัดเตรียมสถานที่การทำงาน และ ด้านความปลอดภัย

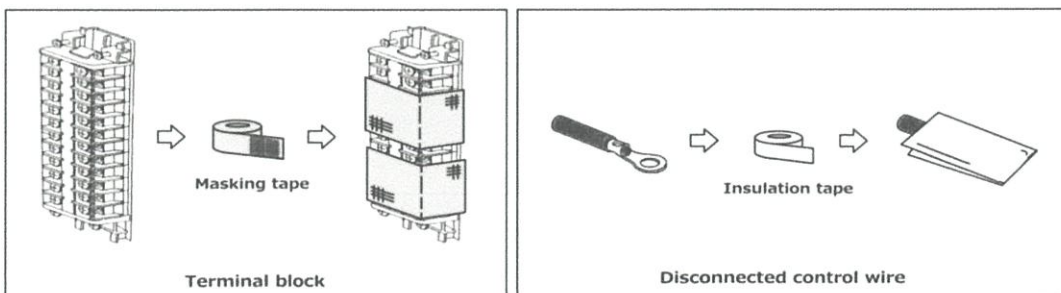
ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เตรียมตัวด้านการทำงาน และ เตรียมตัวด้านความปลอดภัย

โดย การเตรียมตัวด้านการทำงาน คือ การเตรียมอุปกรณ์ ที่จำเป็นสำหรับการทำงาน หรือ การตรวจสอบ ซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ และ ตรวจสอบสภาพแต่ละส่วนต่างๆ โดยรวม เท่าที่มองเห็นได้ พร้อมทั้ง วางแนวกันพื้นที่ เพื่อป้องกันความอันตรายของโซนการทำงาน และสุดท้ายคือ จัดบันทึกค่าต่างๆ เพื่อเป็นการบันทึกค่า เพื่อเปรียบเทียบกันในระหว่างทำการตรวจสอบ จนถึง หลังการตรวจสอบนั่นเอง (ภาคผนวกที่ ฉ)

ส่วนด้านการเตรียมตัวด้านความปลอดภัย คือ การตรวจจุดต่างๆที่เข้าถึงได้ ว่าส่วนใดยังมีไฟตกค้างอยู่ หลังจากทำการ เปิดวงจรไปแล้วที่กล่องควบคุม(Local Control Panel : LCP) ซึ่งถ้าหลังจากการ ตรวจเช็คแล้ว ว่ายังมีบางส่วนที่ยังคงมีไฟอยู่ ให้ทำการใส่เทปปิดหรือกันเอาไว้ เพื่อป้องกันถึงว่า เป็นส่วน ที่ควรระมัดระวังในระหว่างทำการตรวจสอบ



ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการวางเทปกันเพื่อแสดงโซนการทำงาน



ภาพที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการใช้เทปกันในพื้นที่ที่ยังมีไฟอยู่ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน

3.3 การตรวจสอบอุปกรณ์ภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ

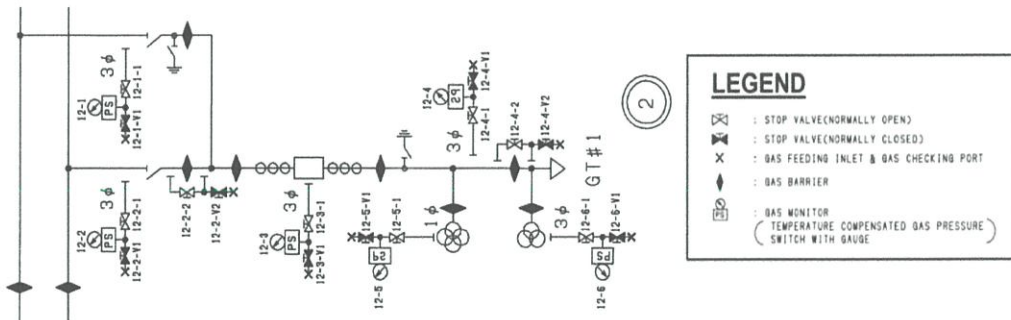
(Gas Circuit Breaker : GCB)

3.3.1 การนำก๊าซออกจากตัวถัง (enclosure)

มีการเช็คค่า แก๊ส SF_6 ของตัว เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB) , สวิตช์ตัดตอน (Disconnecting switch : DS) , หม้อแปลงแรงดัน (Voltage transformer : VT) , เล็รช อาเลสเตอร์ (Surge Arrester : SA) ในด้านความชื้น(Moisture content) ที่ควรน้อยกว่า 150 ppm ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB) ส่วนตัวอื่นๆ ควรน้อยกว่า 500 ppm และ ในด้านความบริสุทธิ์ (purity content) ที่ควรมากกว่า 97 % ในทุกตัว ก่อนทำการ นำก๊าซออกจากตัวถัง

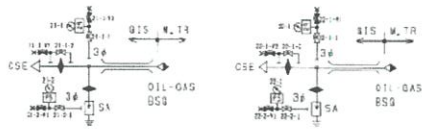
โดยมีวิธีการนำแก๊สออกดังนี้

- หลังจากเช็คแก๊สแล้ว ได้ค่าตามที่ต้องการ ทำการเช็คสายที่เชื่อมต่อ แล้วให้ service valve/inlet valve อยู่ในสถานะ close เนื่องจาก ควรจะต้องทำการตรวจสอบสภาพความสุญญากาศของสายเสียก่อน ว่ามีก๊าซตกค้างอยู่หรือไม่ซึ่งทดสอบด้วยการรันเครื่องให้จนถึง 1 Torr (1.33 mbar)
- เปิด inlet valve แล้วทำการดูดก๊าซ ออกจาก enclosure ไปยังภาชนะที่เราจัดเตรียมไว้เพื่อรองรับชั่วคราว ระหว่างช่วงการตรวจสอบ
- เมื่อดูดก๊าซจนถึงระดับ 0 ให้เครื่องทำการสุญญากาศ ต่อ จนค่าความดันถึง ระดับติดลบ(-1)
- นำสายที่เชื่อมต่อออกจาก inlet valve แล้วเชื่อมต่อ inlet valve ด้วย filter เพื่อรองให้ความดันด้านนอกถึง กับ ด้านในถึง มีค่าเท่ากัน(0 bar) เพื่อจะได้ทำการตรวจสอบได้

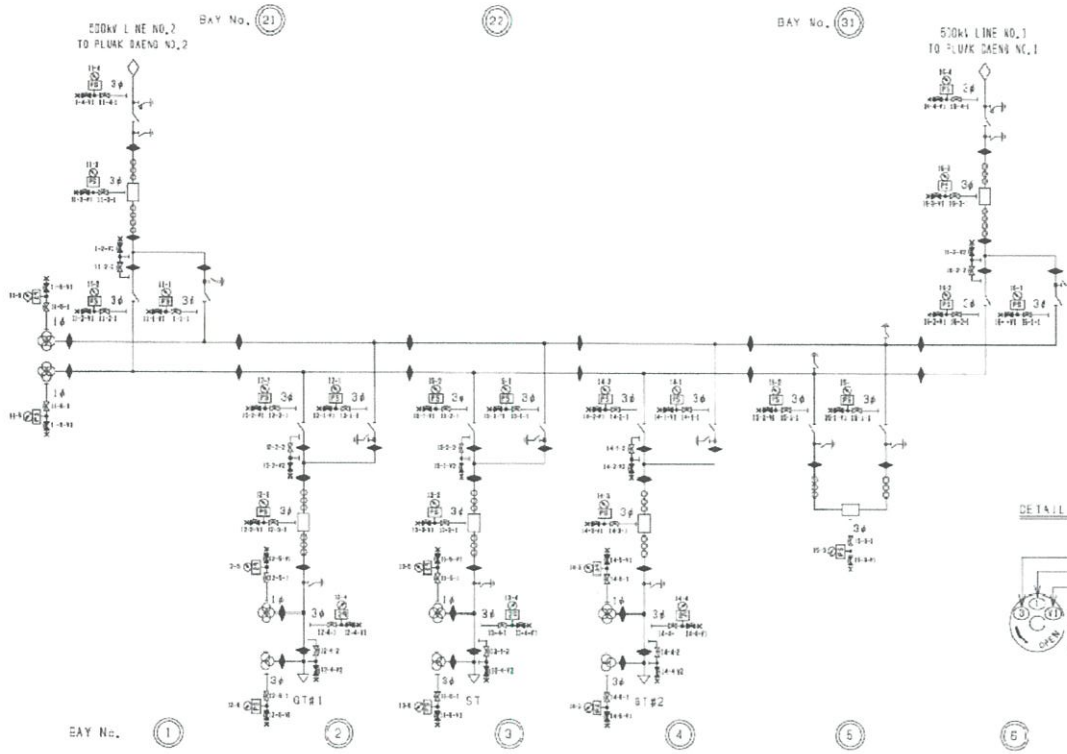
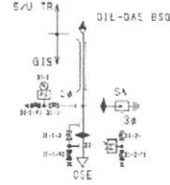


ภาพที่ 3.3 ภาพตัวอย่างระบบก๊าซของ 500kV GIS ของ Bay 2

810 MVA TR



4C MVA TR



LEGEND

- STOP VALVE(NORMALLY OPEN)
- STOP VALVE(NORMALLY CLOSED)
- GAS FEEDING INLET & GAS CHECKING PORT
- GAS BARRIER
- GAS MONITOR
- TEMPERATURE COMPENSATED GAS PRESSURE SWITCH WITH GAUGE
- MEANS
- 630A & 630L
- 630V & 630V
- OTHERS Y1

RATED GAS PRESSURE (GAUGE PRESSURE) (at 20°C)

GAS BEG. CM	NORMAL	ALARM	LOCK OUT
630	5.2	5.5	5.0
Y1/SA	5.2	4.5	-
OTHERS	5.2	4.2	-

SETTING VALUE FOR ALARM CONTACT (GAUGE PRESSURE) (at 20°C)

ALARM CONTACT	Set	REMARKS
630A	OPERATE 5.5	FOR 630
	RESET 5.0	
630L	OPERATE 5.0	GAS COMPARTMENT
	RESET 5.3	
630V	OPERATE 4.0	FOR Y1/SA
	RESET 5.0	
630	OPERATE 4.0	GAS COMPARTMENT
	RESET 5.0	

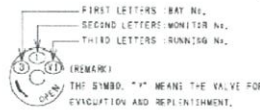
- 630A : GAS ALARM PRESSURE OF 630
- 630L : 2nd ALARM & LOCK-OUT PRESSURE OF 630
- 630V : ALARM PRESSURE OF Y1/SA
- 630 : ALARM PRESSURE OF OTHERS

NOTE

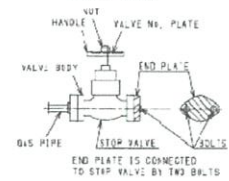
1. SYMBOL OF PIPING



DETAIL OF VALVE No. PLATE



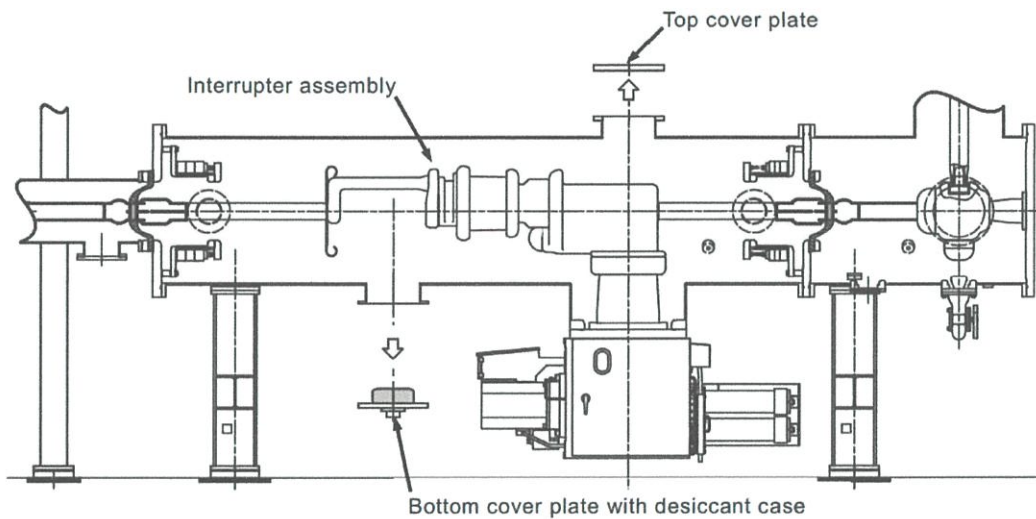
DETAIL OF GAS FEEDING INLET (TYPICAL FIGURE)



ภาพที่ 3.4 แสดงระบบก๊าซ SF₆ ของ 500 kV GIS

3.3.2 การเปิดฝาของตัวถัง

- นำฝาออกทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยให้มีไม้รองรับฝาเอาไว้เพื่อไม่ให้ฝาเกิดการขูดขีดกับพื้น
- ทำการเป่าลมภายในถัง ก่อนตรวจสอบปริมาณออกซิเจนภายใน (ควรตรวจสอบทุกครั้งเมื่อจะเข้าไปในถังเพื่อตรวจสอบว่ามีปริมาณออกซิเจนไม่น้อยเกิน 19.5 โดยร้อยละปริมาตร และไม่มากกว่า 23.5 โดยร้อยละปริมาตร ตามมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานพื้นที่อับอากาศ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้เข้าไปทำการตรวจสอบ)



ภาพที่ 3.5 แสดงภาพภายในของตัวถังเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ

3.3.3 การถอด และการติดตั้งอันใหม่ของ Stationary arc contact

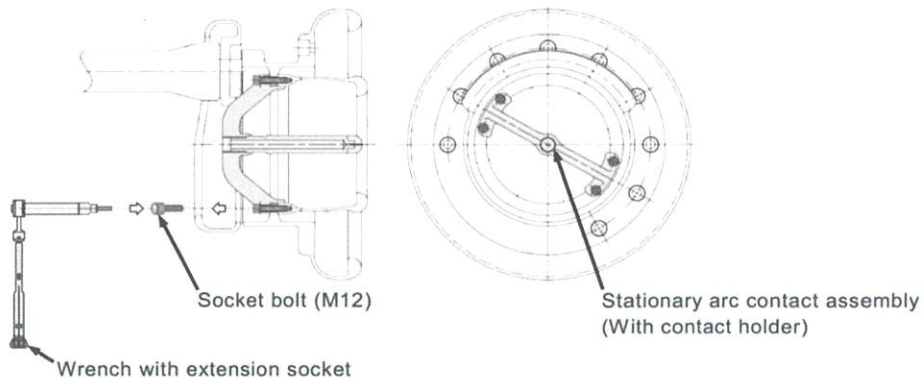
3.3.3.1 การถอด Stationary arc contact

- ถอด Stationary arc contact ด้วยด้ามจับหัวทกเหลี่ยม เพื่อ ไขออก
- หลังจากถอดหน้าสัมผัสออกแล้ว ตรวจสอบว่ามีรอยอาร์ค(arc) หรือ รอยอะไรหรือไม่ บนหน้าผิวของหน้าสัมผัส
- ถ้า Stationary arc contact ถูกพิจารณาว่าสามารถใช้ซ้ำได้ ให้ทำการทาสารปะกับกระดาษแล้วเช็ด จนหน้าสัมผัสเรียบขึ้น
- ถ้า Stationary arc contact ถูกพิจารณาว่าไม่สามารถใช้ซ้ำได้อีก ให้แทนที่ด้วยอันใหม่

3.3.3.2 การติดตั้งอันใหม่ Stationary arc contact

- ตรวจสอบว่าไม่มีรอย หรือ การผิดรูปทรงของ Stationary arc contact ที่นำมาติดตั้ง
- ทาจาระบีในส่วนต่างๆของหน้าสัมผัส ก่อนทำการติดตั้งอันใหม่

- นำ Stationary arc contact ไปวางในลำของตัวขัดจังหวะ(interrupter chamber) แล้วติดตั้งตัวน็อตใหม่ด้วยพร้อมกับทำความสะอาดก่อนประกอบ
- ชันให้แน่นด้วยการใช้ประแจทอร์ค (M12)



ภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการถอด หรือ ติดตั้งอันใหม่ของ Stationary arc contact

3.3.4 การตรวจสอบ , การถอด และ การติดตั้งอันใหม่ของ Nozzle

3.3.4.1 การถอดออกมาตรวจสอบ Nozzle

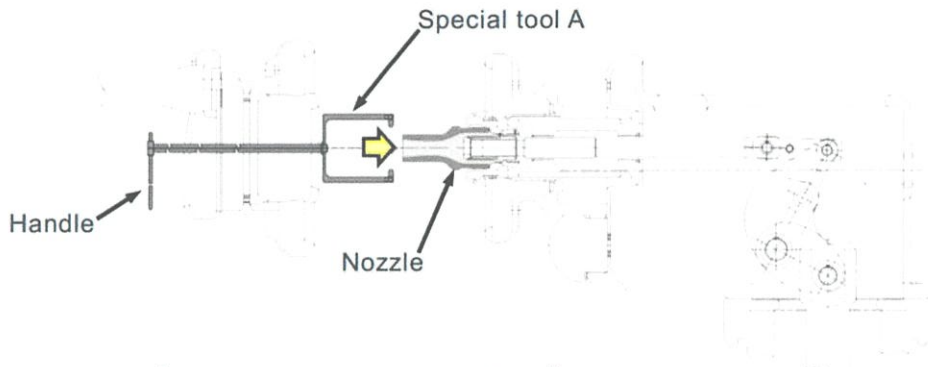
- ตรวจสอบว่ามีรอยอาร์ค(arc) หรือ จุดอะโรบนผิวหรือไม่
- Nozzle สามารถใช้ซ้ำได้ ถ้าไม่พบรอยหรือจุด อะโรที่รุนแรง แล้วให้ทำความสะอาดด้วยกระดาษเช็ดไร้ฝุ่นขุย(lint free paper)
- ถ้า Nozzle ถูกพบว่ายังสะอาดและสามารถใช้งานได้ ให้ไปสู่ขั้น การแทนที่
- ถ้า Nozzle ดูเหมือนว่ามีรอยอาร์ค(Arc) เกิดขึ้น หรือจุดต่างบนหน้าผิว ก็สมควรนำออกมาเพื่อเปลี่ยนใหม่
- ขั้นตอนการนำออกของ Nozzle ทำดังนี้(ตามภาพด้านล่าง) ใช้ Special tool A กับ Nozzle แล้วหาด้ามจับ มาหมุนทิศทวนเข็มนาฬิกาเพื่อนำ Nozzle ออกมา

ข้อแนะนำ

- ไม่ควรใช้ Nozzle ซ้ำ หลังจากนำออกมา แม้จะพบว่าไม่มีรอยอาร์ค(Arc) หรือจุดต่างอะโรบนพื้นผิวก็ตาม
- ถ้าจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบหรือแทนที่ตัว Moving arc contact ก็ควรที่จะถอด Nozzle ออกเนื่องจากตัว Moving arc contact อยู่ภายใน Nozzle

3.3.4.2 การแทนที่ หรือ เปลี่ยนอันใหม่ของ Nozzle

- ตรวจสอบเช็คสภาพของ Nozzle ก่อนทำการแทนที่ หรือ เปลี่ยนใหม่ และ อย่าใช้มือสัมผัสโดยตรงกับ Nozzle อันใหม่ที่นำมาแทนที่
- ทำความสะอาดด้วยกระดาษเช็ดไร้ฝุ่นขุย(lint free paper)
- ทำการติดตั้ง Nozzle ลงบน special tool และ หมุนเข้าเกลียวอย่างระมัดระวัง และ ช้า จนกระทั่ง หมุนจนฟรี(free)



ภาพที่ 3.7 แสดงตัวอย่างการถอด หรือติดตั้งอันใหม่ของตัว Nozzle

3.3.5 การตรวจสอบ , การถอด และ การติดตั้งอันใหม่ของ Moving arc contact

3.3.5.1 การตรวจสอบ Moving arc contact

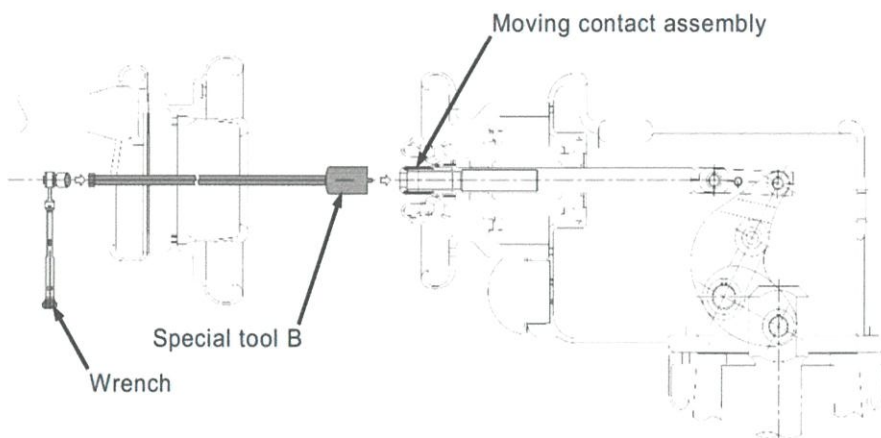
- ตรวจสอบ Moving arc contact ว่าไม่มีรอยอาร์คอะโรบนหน้าผิวของอุปกรณ์
- Moving arc contact สามารถนำมาใช้ซ้ำได้ ถ้าพบว่าไม่มีรอยอะโรบนหน้าผิว , ให้ทำความสะอาด ทาจาระบี ก่อนนำมาใช้ซ้ำ
- ถ้า Moving arc contact พบว่าสะอาด และสามารถใช้งานได้ ให้ไปสู่ขั้นตอนการถอด และ ติดตั้งใหม่
- ถ้า Moving arc contact พบว่ามีรอยอาร์ค(arc) อะโรบนหน้าผิวของอุปกรณ์ ให้ไปสู่ขั้นตอนการถอด

3.3.5.2 การถอด Moving arc contact

- นำ special tool B (ตามภาพ) เข้าไปในตัวถัง GCB เพื่อเตรียมตัวถอด
- ติดตั้งประแจทอร์คลงบน special tool B แล้ว หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เพื่อทำการถอด Moving arc contact ออกมา
- หลังจากถอดออกมาแล้ว ทำการตรวจสอบหารอยต่างๆ อีกครั้ง
- ถ้า Moving arc contact ได้รับการพิจารณาว่าสามารถใช้ซ้ำได้ ให้ทำการใช้จาระบีพร้อมกระดาษเช็ดจนเรียบ
- ถ้า Moving arc contact ได้รับการพิจารณาว่าไม่สามารถใช้ซ้ำได้ ให้ทำการแทนที่อันใหม่

3.3.5.3 การแทนที่ หรือติดตั้งอันใหม่ Moving arc contact

- ตรวจสอบว่าไม่มีรอย หรือ การเสีयरูปอะไรของอันใหม่ก่อนที่จะติดตั้ง
- ทำการทาจาระบีบนหน้าผิวของ Moving arc contact
- ติดตั้ง Moving arc contact เข้ากับ special tool B แล้วทำการหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกาจนสุดแรงบิดของประแจทอร์ค(390 N.M)

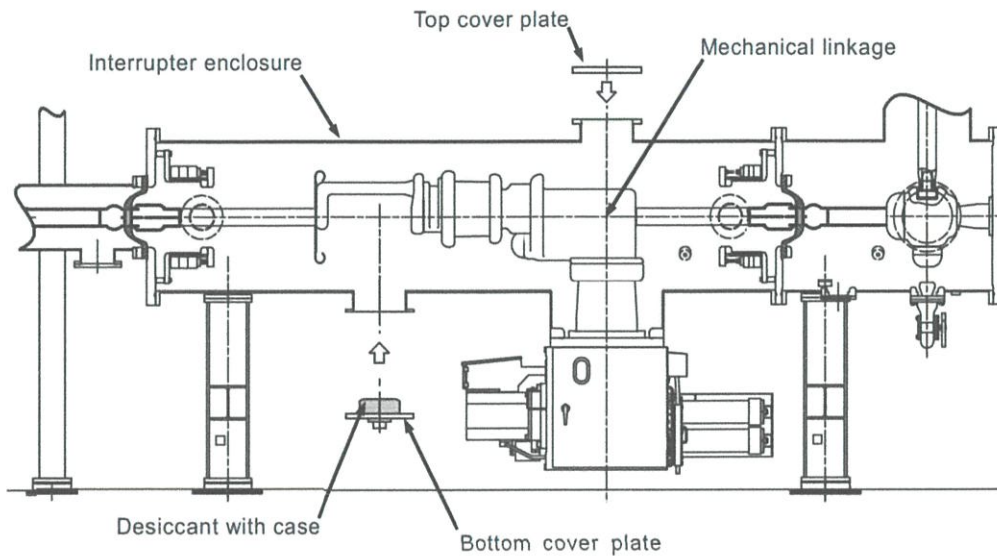


ภาพที่ 3.8 แสดงการถอด หรือ ติดตั้งอันใหม่ของ Moving arc contact

3.3.6 ตรวจสอบการประกอบของอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีความผิดปกติอะไรเกิดขึ้น แล้วหลังจากนั้นก็ทำการประกอบฝากลับ

- ใช้กระจกส่องลงไปตรวจในบางจุดที่ไม่สามารถมองเห็นได้โดยตรง
- ใช้การทำความสะอาดแบบสุญญากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับฝาด้านล่าง
- เช็คว่าไม่มีรอยหรือจุดรั่วอะไรภายใน และ เช็คว่าไม่มีสิ่งของอะไรภายในถัง (enclosure)
- ทำความสะอาดหน้าผิวฉนวนด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ กับ กระดาษเช็ดไร้ฝุ่นซุย (free lint paper) ทั้งหมด เท่าที่สามารถเข้าถึงได้
- แทนที่ O-ring ของฝาด้านบนด้วยอันใหม่พร้อมกับทา Gas seal บริเวณหน้าฝา แล้วทำการประกอบฝากลับ
- แทนที่ตัวดูดความชื้น(desiccant)ใหม่ และ O-ring อันใหม่ กับฝาด้านล่าง แล้วทำการประกอบฝากลับ

ข้อแนะนำ อย่าปล่อยให้ตัวดูดความชื้น(desiccant) อยู่ในสภาพบรรยากาศ(atmospheric condition) นานจนเกินไป ควรที่จะเปลี่ยนใหม่แล้ว ทำการประกอบฝากลับเข้าที่ทันที



ภาพที่ 3.9 แสดงการปิดฝากลับของ ทั้งด้านบน และ ด้านล่าง

3.3.7 การถ่ายเทอากาศออก และ การเติมก๊าซกลับเข้าไป

- เชื่อมต่อสาย หลังจากนั้นทำการเดินปั๊มให้สุญญากาศ เพื่อถ่ายเทอากาศออกจากถัง GCB จนกระทั่ง 1 Torr (1.33 mbar) หรือต่ำกว่า
- ทำการสุญญากาศต่อไปอีกราว 30 นาที เพื่อทำกระบวนการอบแห้ง(drying procedure) หลังจากนั้นทำการหยุดสุญญากาศ
- เติม SF_6 ในอัตราความดันประมาณ 5-5.2 bar (ที่ $20^\circ C$)
- หลังจากเติมเสร็จ ปิด วาล์วขาเข้า(inlet valve) แล้วทำการปลดสายเชื่อมต่อออก
- ทำการตรวจวัด ความบริสุทธิ์(purity) และ ความชื้น(moisture) ว่าไม่น้อยกว่า 97 % และ ไม่มากกว่า 150 ppm-v ตามลำดับ

3.4 การซ่อมบำรุงกล่องการทำงานเชิงกลของ GCB

3.4.1 การเตรียมตัว

- ปิดแหล่งจ่ายกระแสตรงของ ตัวควบคุม GCB , ในส่วนของการแจ้งเตือน(alarm), การป้องกันการทำงานพร้อมกัน(inter-lock circuit)
- ยืนยันว่าความดันของน้ำมัน เป็น 0

3.4.2 การแทนที่อันใหม่ของอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยเหลือการทำงานของกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ GCB

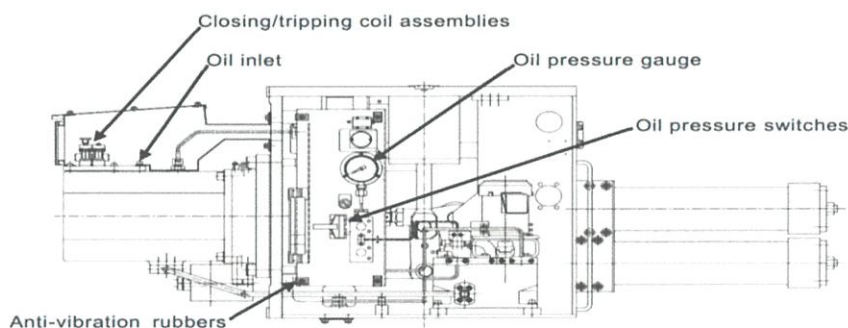
อุปกรณ์ที่นำมาแทนที่มีดังนี้

Ancillary devices	Quantities [One phase]	Remarks
Oil pressure gauge	1	Connecting torque : 100Nm
Oil pressure switches with O-ring ★	1	63QG/QR/QC/QT1/QT2 O-ring size : P8
Packing of oil inlet	1	Bonded seal
Anti-vibration rubbers	4	Confirm direction of rubbers

ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงตารางรายชื่ออุปกรณ์ช่วยเหลือที่นำมาแทนที่ใหม่ใน

กล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ GCB

★ เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับทางต้นทาง(MELCO) ทำให้เตรียมอุปกรณ์มาไม่พร้อมที่จะเปลี่ยนเนื่องจากในกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ GCB มีอุปกรณ์ สวิตช์ความดันน้ำมัน(Oil pressure switch) เพียงตัวเดียว



ภาพที่ 3.11 แสดงตัวควบคุมทำงานเชิงกลของ GCB และ ซีรี่ย์ละเอียดจุดที่แทนที่ใหม่

- ยืนยันหน้าสัมผัส ที่เป็น NO / NC ของอุปกรณ์ที่จะนำมาแทนที่อันใหม่ โดยดูจาก schematic ที่ได้รับมา
- บันทึกการเชื่อมต่อสายต่างๆ ก่อนที่จะทำการปลดสายออก

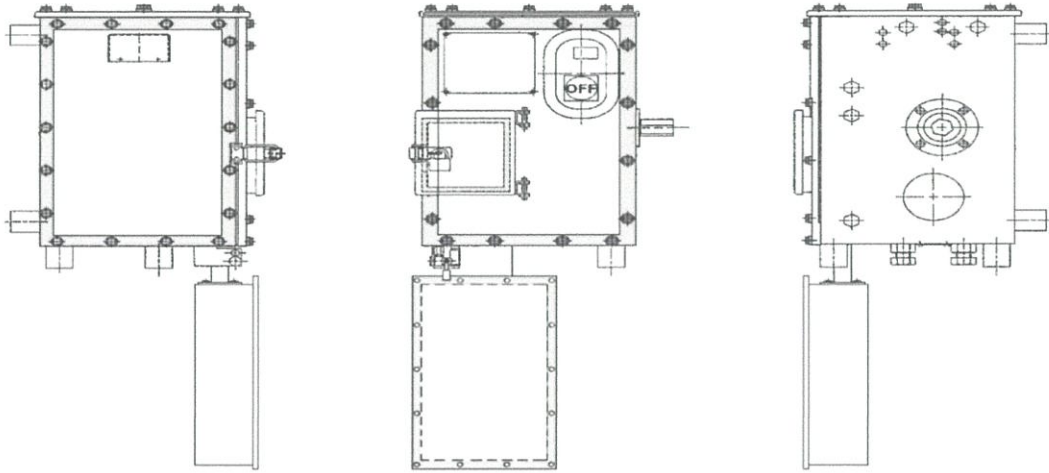
ข้อแนะนำ

ควรระมัดระวัง ก่อนทำการปลดสายออกโดย

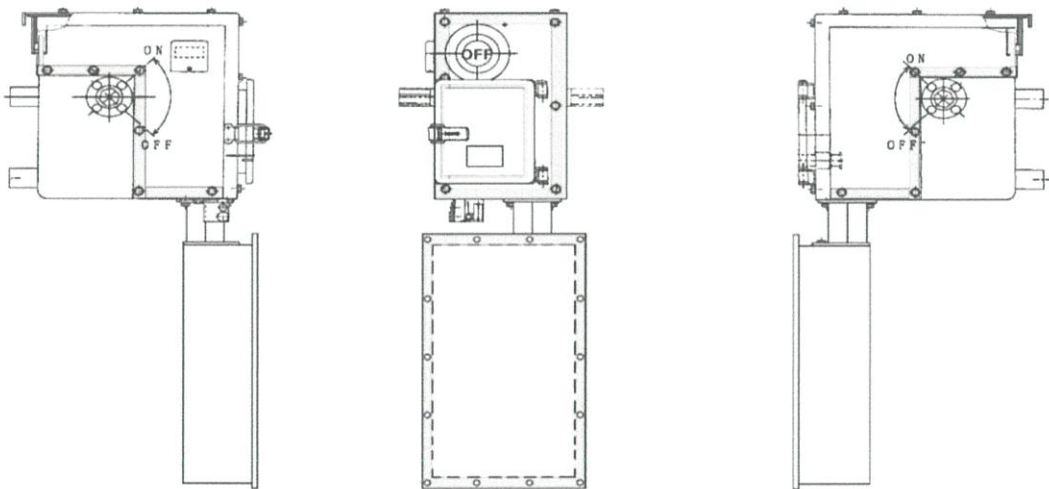
- วัดแรงดันที่ยังคงอยู่ในแต่ละร่อง ด้วย มัลติมิเตอร์
- ถ้ายังคงมีแรงดันค้างอยู่แต่ละร่อง ให้ทำการตรวจสอบเช็คว่าได้ทำการปิดสวิตซ์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้ทั้งหมดแล้ว

- ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจหาจุดมีไฟ แล้วใช้เทปปิดเอาไว้เพื่อ เพื่อชี้จุดที่ยังมีคงไฟอยู่ให้ระมัดระวัง
 - เอาโบลท์ และ ตัวน็อต ออก แล้วเอาอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยเหลือนั่นเก่าออกมา
 - นำอันใหม่มาแทนที่ จากนั้นเชื่อมต่อสายที่ปลดออกมาก่อนหน้านี้
 - เช็คการเชื่อมต่อสายอีกครั้ง กับ schematic diagrams
- 3.4.3 การแทนที่ของชุดประกอบของฝาใหม่(door/cover packing)
- นำโบลท์ และ ตัวน็อต ออก แล้วทำการเปิดฝา
 - ถอดพวกอุปกรณ์เสริมที่ติดอยู่กับฝา เช่น ปะเก็น ต่างๆ
 - หลังจากนั้นทำความสะอาด และ เปลี่ยนอันใหม่ แล้วทำการประกอบกลับด้วย โบลท์ และ ตัวน็อตใหม่
- 3.4.4 การเพิ่มความหล่อลื่นของอุปกรณ์การทำงานเชิงกล(lubrication)
- ทำความสะอาด ล้างจาระบีเก่าออกเท่าที่จะเป็นไปได้ แล้วหลังจากนั้นหาจาระบีใหม่ไปตามผิวที่เลื่อนได้ และ ข้อหมุนต่างๆ
- 3.4.5 การตรวจสอบทั่วไปหลังทำการแทนที่อุปกรณ์
- ตรวจสอบเช็คว่ามีสายไหนไม่แน่น
 - ตรวจสอบเช็คว่ามีผลกระทบอะไรกับตัวอุปกรณ์ที่ทำการแทนที่ไปใหม่
 - ตรวจสอบเช็คว่ามีรอยรั่วอะไรที่ปั๊ม และ ตรวจวัดระดับของน้ำมันว่าอยู่ยังอยู่ในเกณฑ์

3.5 การซ่อมบำรุงกล่องการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES



ภาพที่ 3.12 แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ DS/FES (Type MBE-05M)



ภาพที่ 3.13 แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ DS/FES (Type MDC/TDC)

3.5.1 การเตรียมตัว

- ปิดแหล่งจ่าย DC ที่ควบคุมการแจ้งเตือน(Alarm) และ การป้องกันการทำงานพร้อมกัน (inter-lock circuit) ของ DS/ES/FES
- ปิดแหล่งจ่าย AC ของวงจรฮีตเตอร์(heater circuit)

3.5.2 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่

- ทำความสะอาดฝา และ นำปะเก็น , O-ring อันเก่าออก
- แทนที่ปะเก็น , O-ring ด้วยอันใหม่ พร้อมกันกับ เปลี่ยนตัวน็อต และ โบลท์ ใหม่ด้วย

3.5.3 การตรวจสอบทั่วไป

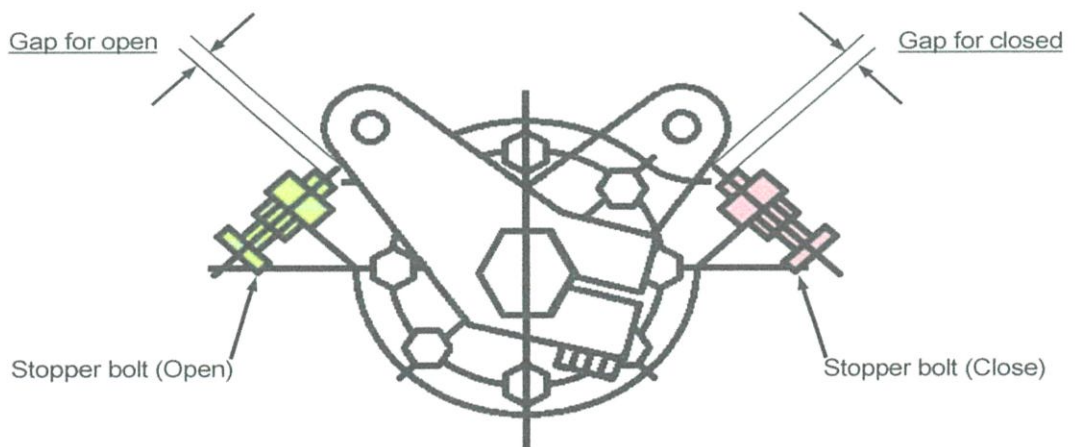
- เช็คว่าไม่มีสายใดหลวม และไม่มีผลกระทบอะไรที่เกิดขึ้นกับสาย
- เช็คว่าไม่มีชิ้นส่วนใดหลุด หรือ หายไป
- เช็คว่าไม่มีกลิ่นอะไรผิดปกติเกิดขึ้นกับอุปกรณ์
- เช็คว่าไม่มี O-ring , ปะเก็นที่หลวม
- ทำการใช้จาระบีทาในบางส่วนพวก ข้อต่อ,ข้อหมุน ต่างๆ ถ้าเห็นว่าจำเป็น

3.5.4 การหล่อลื่นของตู้ทำงานเชิงกล

- ทำความสะอาดและลบจาระบีอันเก่าออก จากนั้นทำการทาจาระบีอันใหม่ตามจุดหมุน หรือ ข้อต่อต่างๆ

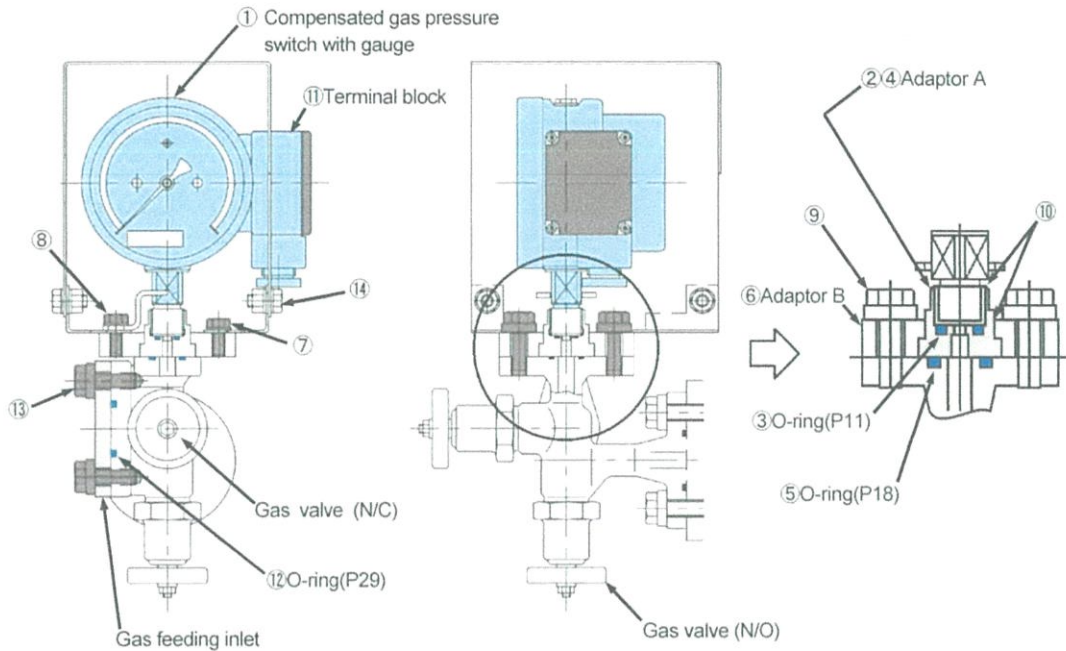
3.5.5 การตรวจวัดระยะช่องว่าง(gap) ของอุปกรณ์ DS/ES/FES

- วัดระยะช่องว่างของอุปกรณ์ทั้งด้าน OPEN และด้าน CLOSE โดยอาศัยการอุปกรณ์ เพื่อช่วยสลับเปลี่ยนไปมาด้วยกระบวนการทำงานทางไฟฟ้า



ภาพที่ 3.14 แสดงจุดที่ทำการวัดระยะช่องว่าง(gap)ของอุปกรณ์

3.6 การซ่อมบำรุงอุปกรณ์แจ้งเตือนก๊าซ (Gas monitoring module : GMM)



ภาพที่ 3.15 แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยนหรือแทนที่อุปกรณ์ของ ตัวแจ้งเตือนก๊าซ (GMM)

3.6.1 การเตรียมตัว

- ปิดแหล่งจ่าย DC ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง
- ยืนยันว่าวาล์วก๊าซในแต่ละโซนนั้นอยู่ในสถานะปิดหมดแล้ว
- ยืนยันว่าวาล์วก๊าซสำหรับการใส่ก๊าซเข้านั้นอยู่ในสถานะปิดแล้ว

3.6.2 การเปลี่ยนชุดอุปกรณ์เครื่องวัดค่าของก๊าซ(compensated gas pressure)

- บันทึกการเชื่อมต่อสาย ก่อนทำการปลดสายออก

ข้อแนะนำ

ควรระมัดระวัง ก่อนทำการปลดสายออกโดย

- วัดแรงดันที่ยังคงอยู่ในแต่ละร่อง ด้วย มัลติมิเตอร์
- ถ้ายังคงมีแรงดันค้างอยู่แต่ละร่อง ให้ทำการตรวจเช็คว่าได้ทำการปิดสวิตซ์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนนี้ทั้งหมดแล้ว
- ใช้เทปปิดเอาไว้เพื่อ เป็นการบ่งบอกว่าในร่องนี้ยังมีไฟ ให้ระมัดระวัง
 - ยืนยันว่า gas pressure switch ที่จะทำการเปลี่ยนนั้น ถูกรุ่นกัน และมีของใหม่ หลังจากนั้นทำการถอดฝาครอบออก
 - นำ gas pressure switch , adaptor A และ adaptor B อันเก่าออก

- ทำความสะอาด และ ใส่ O-ring(P11) อันใหม่พร้อมกับ adaptor A พร้อมทาชิลิโคน และ ทำการประกอบกับ gas pressure switch ด้วยประแจทอร์ค (47.1 N.m)
- ทำความสะอาด และ ใส่ O-ring(P18) อันใหม่พร้อมกับ adaptor B พร้อมทาชิลิโคน
- ทำการเปลี่ยนตัวโบลท์ใหม่ พร้อมทำความสะอาด และ ทาชิลิโคนรอบๆ เเท่ที่จำเป็น
- เชื่อมต่อสายที่ปลดออกก่อนหน้ากลับให้เหมือนเดิม และ ติดตั้งฝาครอบ

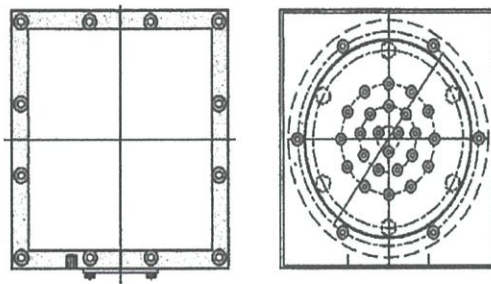
3.6.3 การแทนที่ O-ring ของตัวบรรจุก๊าซเข้า(gas feeding inlet)

- ทำความสะอาด แล้วเปลี่ยน O-ring(P29) , ตัวโบลท์อันใหม่

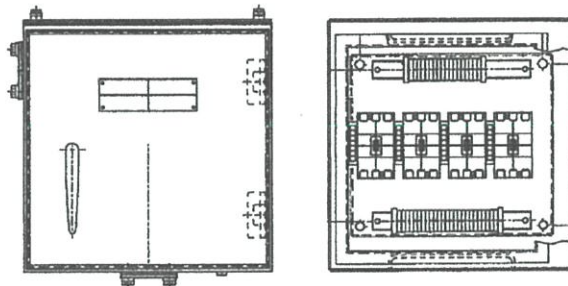
3.6.4 การตรวจสอบทั่วไป

- เช็คว่าไม่มีสายไหนหลวม หรือ ชิ้นส่วนไหนหลุด หรือ ตกหล่นหายไป
- เช็คว่าไม่มีส่วนไหนของอุปกรณ์เกิดความเสียหาย

3.7 การซ่อมบำรุงกล่องวงจรของ CT และ VT



ภาพที่ 3.16 แสดงกล่องวงจรของ CT



ภาพที่ 3.17 แสดงกล่องวงจรของ VT

3.7.1 การเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ของฝา

- เปลี่ยนชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่ พร้อมด้วยกันกับ เปลี่ยนโบลท์ ตัวน็อต

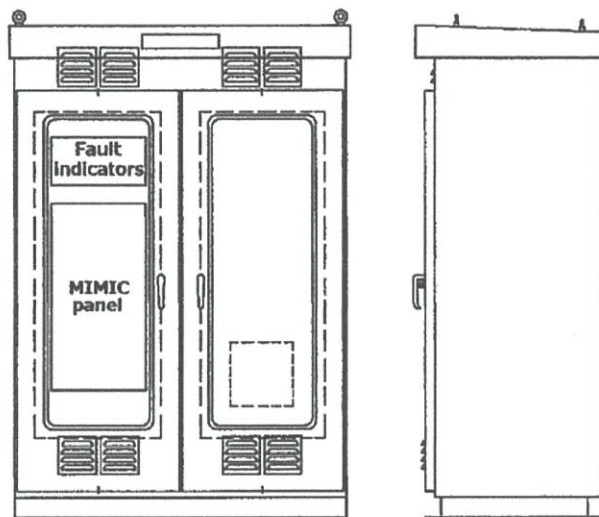
ข้อแนะนำ

- ควรมีบันไดสำหรับการทำงานในที่สูง

3.7.2 การตรวจสอบทั่วไป

- เช็คว่าไม่มีสายไหนหลวม หรือ อุปกรณ์ที่หลุด
- เช็คว่าไม่มีชิ้นส่วนใดที่ตกค้างอยู่ในกล่องวงจร

3.8 การซ่อมบำรุงตู้คอนโทรล(Local Control Panel : LCP)



ภาพที่ 3.18 แสดงตู้คอนโทรล LCP ที่ใช้ควบคุมต่างๆ

3.8.1 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ของประตูของตู้คอนโทรล(LCP)

- เปลี่ยนปะเก็นของฝาด้วยอันใหม่ที่จัดเตรียมมา

3.8.2 การตรวจสอบโดยทั่วไป

- เช็คว่าไม่มีสายไหนหลวม และ ไม่มีอุปกรณ์ไหนเกิดความเสียหายขึ้น
- เช็คว่าไม่มีกลิ่นผิดปกติของอุปกรณ์

คำเตือน

ก่อนทำการเปิดแหล่งจ่ายใดๆ ควรยืนยันว่าไม่มีการทำงานชอมอะไรบริเวณ GCB , GMM และ DS /ES/FES เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอันตราย อาทิเช่น ไฟช็อต หรือ อาจจะส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ต่างๆได้

3.9 การทดสอบระบบต่างๆ (Testing)

(เกณฑ์ต่างๆจะอยู่ใน QC Record หรือ บทที่ 4, สามารถอ้างอิงตารางจากภาคผนวกที่ 3)

3.9.1 การเตรียมตัว

- เตรียมเอกสารที่ใช้ในการจดบันทึกค่า และ ผู้เกี่ยวข้องในการทำงาน
- ตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ครบแล้ว ในการทำงานส่วนต่างๆ

3.9.2 การตรวจสอบและทดสอบสวิตช์ความดันก๊าซ (gas pressure switch)

- ยืนยันการทำงานของสวิตช์แต่ละตัวว่าทำงานอยู่ตามเกณฑ์ ที่ตั้งเอาไว้หรือไม่
โดยมีทั้งหมด 4 ตัว คือ – 63GA : สำหรับความดันก๊าซของ CB ลดต่ำลง แล้วแจ้งเตือน
– 63GL : สำหรับความดันก๊าซของ CB ลดต่ำลง แล้วล็อก
– 63G : สำหรับความดันก๊าซของโซนอื่นๆ เมื่อลดต่ำแล้ว
แจ้งเตือน
– 63GV : สำหรับความดันก๊าซของโซน VT ลดต่ำลง แล้ว
แจ้งเตือน

- หลังจากทำการทดสอบทั้งหมด ฝากรอบต้องทำการปิดไว้เหมือนเดิม

3.9.3 GCB oil operation mechanism

3.9.3.1 วัดความดันของก๊าซ N_2 ที่ตัวถังเก็บ (accumulator)

3.9.3.2 ทดสอบสวิตช์ความดันน้ำมัน(oil pressure switch)

- เชื่อมต่อกระดิ่งหรือตัวส่งเสียง(หรืออะไรก็ได้ที่ใกล้เคียง) ในการทดสอบการทำงาน set/reset ของสวิตช์ความดันน้ำมัน(oil pressure switch)
- ยืนยันการตั้งค่าต่างๆในการทำงาน operate/reset ตามแต่ละสวิตช์ความดันที่ตั้งค่าไว้ ตามตัวในตาราง

ตารางที่ 3.1 แสดงชื่อชนิดของสวิตช์ความดันน้ำมัน

No.	Device ID	Descriptions
1	63QG	สวิตช์ความดันของน้ำมันสำหรับการทำงานปั้มน้ำมัน
2	63QR	สวิตช์ความดันของน้ำมันสำหรับ CB ในการล็อกอีกครั้ง(reclosing lock)
3	63QC	สวิตช์ความดันของน้ำมันสำหรับ CB ล็อก(close lock)
4	63QT	สวิตช์ความดันของน้ำมันสำหรับ CB ทริปล็อก(trip lock)

- 3.9.3.3 วัดเวลาในการชาร์จตัวเองอัตโนมัติ(auto-charging) ของปั้มน้ำมัน
- 3.9.3.4 วัดการทำงานของ วาล์วรักษาความปลอดภัย(safety valve)
- โดย
- ทำการลัดวงจร ที่หน้าสัมผัสช่วยของ 63QG
 - ทำการเดินเครื่องปั้มน้ำมันไปเรื่อยๆ จน วาล์วรักษาความปลอดภัยทำงาน
 - วัดค่าการทำงาน วาล์วรักษาความปลอดภัย

คำเตือน

- อย่าทำการเดินเครื่องในโหมดวาล์วรักษาความปลอดภัยนานเกินกว่า 10 นาที

- 3.9.3.5 วัดหาน้ำมันรั่วจากกระบวนการทำงานเชิงกลภายใน(การทดสอบนี้ทำภายใต้ CB ในสถานะเปิด"Open")
- ตั้งค่าความดันของน้ำมันไว้ที่ 315 bar แล้วปล่อยค้างเอาไว้อย่างน้อย 12 ชม.
 - วัดค่าความดันของก๊าซ จากนั้นทำการคำนวณตามสมการข้างหลัง ว่าเกิดเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้หรือไม่

$$P2' = \frac{273 + T1}{273 + T2} \times (P2 + 0.098) - 0.098$$

$$P \text{ [bar \cdot g/h]} = (P1 - P2')/h$$

โดยที่ P [bar.g.h] : ค่าน้ำมันที่รั่วไหล

P1 [bar.g] : ค่าความดันน้ำมันเริ่มต้น

P2 [bar.g] : ค่าความดันน้ำมันหลังจากผ่านไปอย่างน้อย 12 ชม.

T1 [°C] : อุณหภูมิสัมพัทธ์ตอนเริ่มต้น

T2 [°C] : อุณหภูมิสัมพัทธ์หลังจากผ่านไปอย่างน้อย 12 ชม.

h [hrs] : เวลาที่ผ่านไป

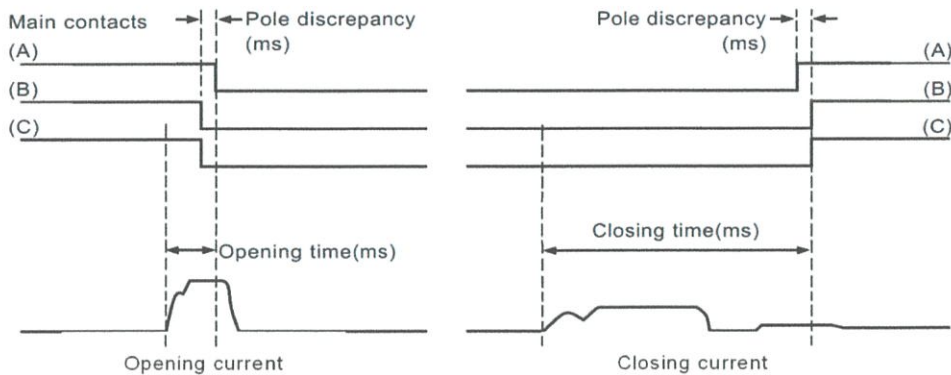
- 3.9.3.6 วัดหาน้ำมันรั่วจากกระบวนการทำงานเชิงกลภายนอก

- ยืนยันว่าไม่มีการรั่วไหลที่ข้อต่อ หรือ ท่อ

3.9.4 การทดสอบโดยรวม

- 3.9.4.1 ทำการทดสอบการเหนี่ยวนำทางกล และ ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆที่ GCB สำหรับ DS/ES/FES

3.9.4.2 ทำการทดสอบการเวลาการทำงานของ CB โดยใช้เครื่องวัดเวลาด้วยกราฟ เพื่อวัดหาค่าเวลาตอน trip/close



ภาพที่ 3.19 แสดงตัวอย่างการทดสอบช่วงเวลาการทำงาน Close/Open ของ CB

3.9.4.3 ทดสอบหาค่าความดันน้ำมันต่ำสุดในการทำงาน Close/Open

- นำค่า N_2 ที่ได้มาก่อนหน้ามาคำนวณหาช่วงการ Close/Open
 - a) ภาระบวการ Close = $N_2 + 20$ bar
 - b) ภาระบวการ Open = $N_2 + 30$ bar
- ยืนยันว่า GCB สามารถดำเนินการได้ภายใต้ค่าความดันต่ำสุดในการทำงาน Close/Open

3.9.4.4 ทดสอบการเก็บพลังงานของ CB (CB Storage)

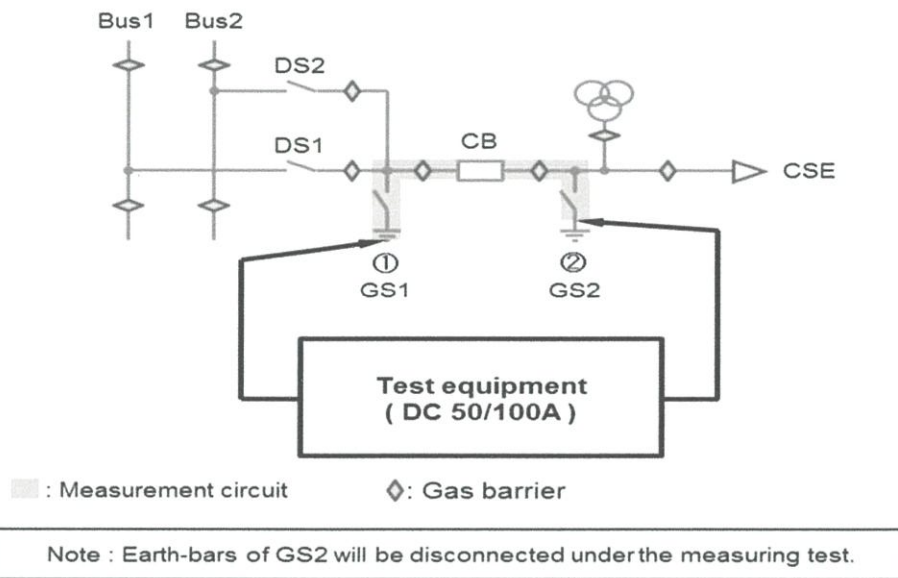
- ยืนยันว่าความดันน้ำมันอยู่ในค่าที่ประเมิน แล้วปิดสวิตซ์ความดันน้ำมัน
- ทำการ Close/Open สำหรับ GCB จนกระทั่งระบบเชิงไฟฟ้าของ GCB ทำการ ตัดออก(locked out) จากสวิตซ์ความดันน้ำมัน แล้ว ทำการนับจำนวนการ Close/Open ที่สามารถทำได้

3.9.4.5 ทำการทดสอบหาความต้านทานของหน้าสัมผัสหลัก (ดูภาพการป้อนกระแสด้านล่าง)

- ป้อนกระแสตรง(DC current) เข้าที่ด้าน Ground switch
- ระดับกระแสที่ทำกรป้อนเข้าไบนั้น ควรขึ้นอยู่กับค่าความเหนียวนำด้านขาออกของความต้านทานที่ผู้ทำการทดสอบต้องการ (50 A หรือ 100 A)
- วัดหาแรงดันที่เกิดขึ้นกับวงจรหลักนี้ แล้วทำการพิจารณาค่าความต้านทานจากการคำนวณ โดยอาศัยสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Resistance } (\mu\Omega) = \frac{\text{Measured voltage (mV)}}{\text{Injected current (A)}} \times 10^3$$

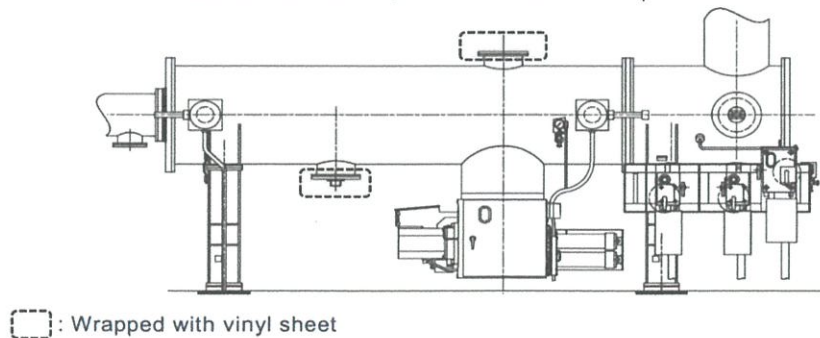
- ภาพแสดงการวัดด้านล่าง เป็นการวัดเฉพาะ GIS ที่ระบบนี้เท่านั้น



ภาพที่ 3.20 แสดงตัวอย่างวงจรในการทดสอบหาความต้านทานหน้าสัมผัส

3.9.5 ระบบก๊าซ SF₆

- หาจุดที่จะทำการวัด แล้วบันทึกค่าของ ความชื้น(moisture) และ ความบริสุทธิ์(purity) ก่อนทำการเอาก๊าซออก และ หลังทำการเติมก๊าซกลับเข้าไป
- ทดสอบว่ามีก๊าซ SF₆ รั่วไหล ตรงจุดฝาทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยกระบวนการทดสอบทำ ดังนี้
 - หลังจากเติมก๊าซเสร็จแล้ว ให้เอาแผ่นไวนิลคลุมฝาให้รอบทั้งด้านบนและด้านล่าง
 - หลังจากคลุมเสร็จทำการคลุมทิ้งเอาไว้อย่างน้อย 3-4 ชม. เพื่อทำการตรวจวัดว่ามีก๊าซ SF₆ รั่วไหลหรือไม่ จากที่คลุมไว้



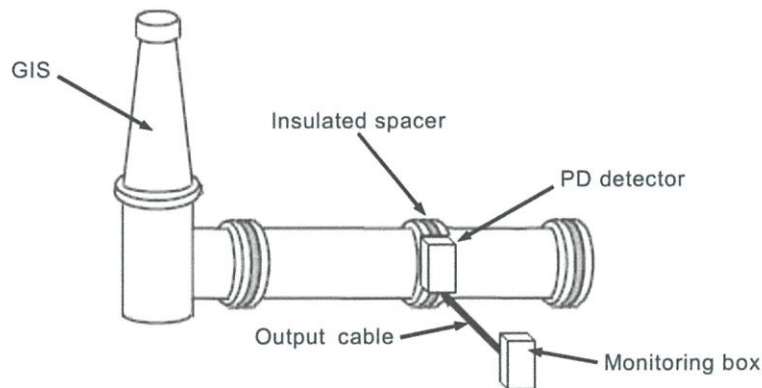
ภาพที่ 3.21 แสดงจุดที่ทำการคลุมด้วยพลาสติกไวนิล เพื่อทำการตรวจวัดก๊าซรั่วไหล

3.9.6 วงจรควบคุม และ วงจรแจ้งเตือน

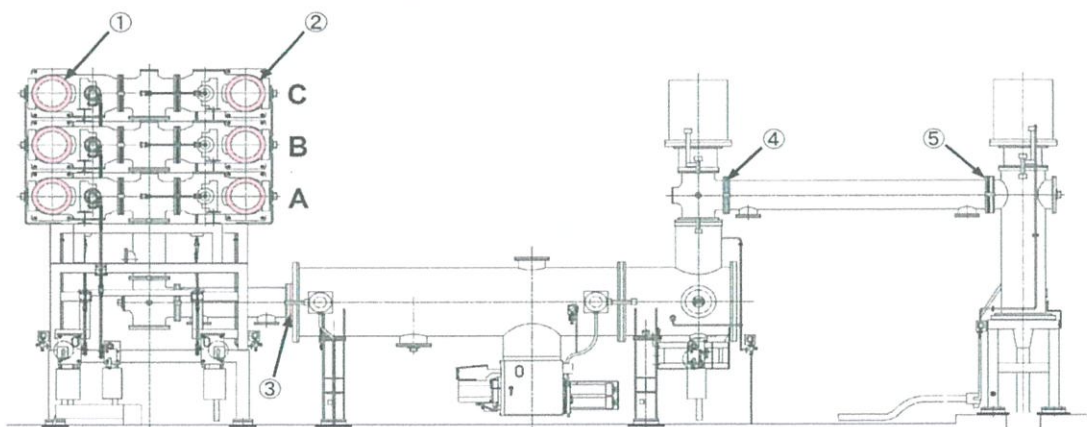
- ทดสอบการทำงานเหนียวนำของ GCB,DS,FES ในทางไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบ LCP,ยืนยันว่าผลที่ได้รับเป็นที่น่าพอใจ เมื่อเทียบ schematic diagram
- ทดสอบการทำงานเหนียวของวงจรป้องกันการ ทำงานพร้อมกัน(interlock circuit)ของ GCB,DS,ES,FES แล้ว ยืนยันว่าวงจรการป้องกันการ ทำงานพร้อมกันเป็นที่น่าพึงพอใจ
- ทดสอบวงจรแจ้งเตือน
 - ดู schematic diagram เพื่อทำการทดสอบวงจรแจ้งเตือน
 - ยืนยันว่าฟังก์ชันมีการแจ้งเตือน และ ทำการส่งสัญญาณ ไปยังจุดต่างๆเช่น LCP,RCP ตามที่ schematic diagram

3.9.7 การตรวจวัด PD

- นำเครื่องตรวจวัด PD ไปยังช่องว่าง(spacer) ตามภาพด้านล่าง
- การตรวจวัด PD นั้นจะทำการตรวจวัดทั้ง ก่อนและหลังการตรวจสอบ



ภาพที่ 3.22 แสดงตัวอย่าง วิธีการในการตรวจวัด PD



ภาพที่ 3.23 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัด PD

3.10 การตรวจสอบสุดท้าย(Final inspection)

3.10.1 โดยรวม(overall)

- เช็คว่าไม่มีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนตกค้างในสถานีไฟฟ้า GIS
- เช็คว่าไม่มีโบลท์ที่หลวมที่เชื่อมต่ออยู่บน Earth bus
- บันทึกค่าการทำงาน counter สุดท้ายสำหรับ CB,DS/FES ลง QC Record
- บันทึกค่าความดันแก๊สน้ำมัน , ค่าก๊าซสุดท้าย จากนั้น บันทึกลง QC Record
- เช็คระดับน้ำมันในสถานะปกติ
- เช็คสถานะ Close/Open ของวาล์วก๊าซตาม Schematic
- เช็ควาล์วระบายความดัน(pressure relief valve) ของการทำงาน GCB อยู่ในสถานะปิด (closed)
- ทำความสะอาดในบริเวณที่ทำงาน หลังจากตรวจสอบเสร็จ

3.10.2 ทำการทาสีตัวถัง(enclosure) และตรวจเช็คตู้(cabinet) ต่างๆ

- เช็คว่ามีส่วนที่หลุดร่วงของสีหรือเป็นสนิมที่ผิวหรือไม่ จากนั้นทำความสะอาดบริเวณที่เกิดจุดเหล่านั้นขึ้น แล้วทำการทาสีใหม่

3.10.3 ตรวจสอบภายในตู้หรือกล่อง

- เช็คว่าไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมตกค้างหรือไม่
- เช็คว่าไม่มีสายไหนหลวม หรือ สายที่ยังทำการปลดค้างเอาไว้
- เช็คว่าอุปกรณ์ DS/ES/FES อยู่ในสถานะ Lock-free
- เช็คว่าไม่มีแม่กุญแจอันไหนหายไป ของตัว DS/ES/FES

บทที่ 4

ดำเนินการตรวจสอบซ่อมบำรุงของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS)

ในบทนี้จะเป็นการแสดงถึงอุปกรณ์ที่จัดเตรียม และ อุปกรณ์พิเศษที่จัดเตรียมมาจาก ญี่ปุ่น เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆภายใน สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS) ซึ่งยังรวมถึง วิธีการตรวจสอบพร้อมคำอธิบาย พร้อมผลลัพธ์ของการตรวจ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนในการซ่อมบำรุง ครั้งใหญ่ในคราวต่อไป เพื่อสามารถลดต้นทุนและเวลา ในการซ่อมบำรุงอีกด้วย

4.1 การดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ (ในส่วนนี้จะแสดงภาพถึงอุปกรณ์ที่ใช้หลักๆในการซ่อมบำรุง)



ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆที่จัดเตรียมเอาไว้



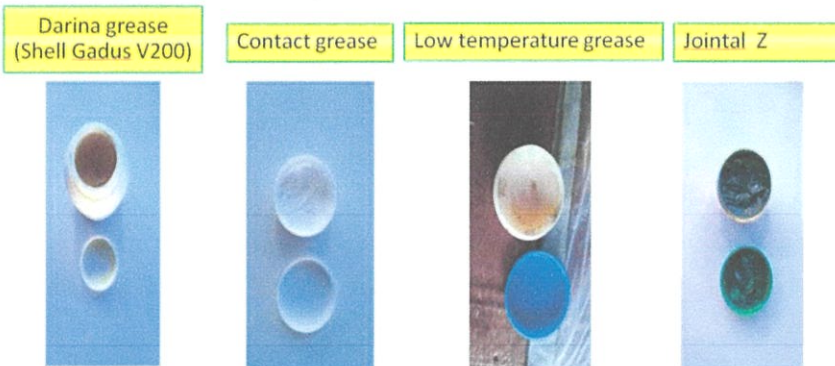
ภาพที่ 4.2 เครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Recovery gas/Filling gas/Evacuation air



ภาพที่ 4.3 การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ได้นำขนส่งทางเรือมาจากญี่ปุ่น(1)



ภาพที่ 4.4 การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ได้นำขนส่งทางเรือมาจากญี่ปุ่น(2)



ภาพที่ 4.5 จาระบีแบบต่างๆ ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 4.6 กาวยางที่ใช้ทาติดปะเก็นกับฝาต่างๆ(ซ้าย), gas sealant แบบต่างๆ(ขวา)

LOCKTITE 222
Low strength Threadlocker



LOCKTITE 263
High Strength Threadlocker



ภาพที่ 4.7 ล็อคเกลียวที่นำมาใช้ในการยึดเกลียวของน็อตแบบต่างๆ

Operating fluid
(Mobil Aero HF)

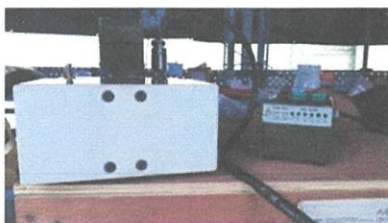


Soap spray 'snoop'
(Gupoflex Super21)



ภาพที่ 4.8 น้ำมันที่ใช้ใน oil tank (ซ้าย) , snoop เช็ครอยรั่ว (ขวา)

PD measurement



JK power(tissue)

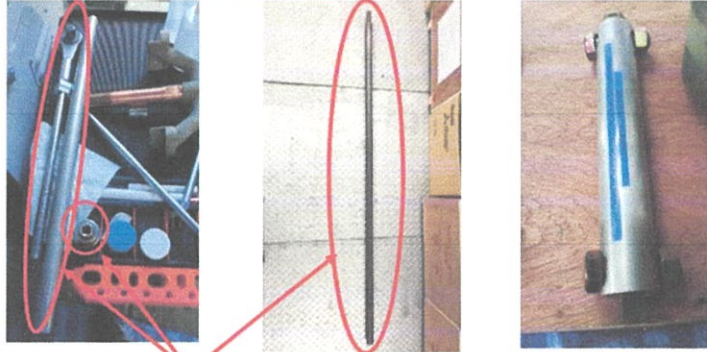


Rent from MELCO

ภาพที่ 4.9 เครื่องตรวจวัด Partial Discharge (ซ้าย),
กระดาษ แบบเซ็ดไร้ฝอย(lint free paper) (ขวา)

Special tool

Tools use for remove/reinstall(1)



These tools use to support when remove/reinstall stationary arc contact , nozzle, moving arc contact

Tool use when remove/reinstall stationary arc contact

ภาพที่ 4.10 เครื่องมือสำหรับการถอด/ประกอบ/ติดตั้ง อุปกรณ์ภายในตัว GCB(ซ้าย) , อุปกรณ์สำหรับการถอดหรือประกอบกลับของ Stationary arc contact (ขวา)

Special tool

Tools use for remove/reinstall(2)



This tool 'slow manual CB' use before remove/reinstall nozzle , moving arc contact

This tool use for remove/reinstall moving arc contact

ภาพที่ 4.11 เครื่องมือที่ใช้ Slow manual close CB ก่อนทำการถอดอุปกรณ์ Nozzle/Moving arc contact (ซ้าย) , อุปกรณ์ใช้สำหรับถอด/ประกอบ Moving arc contact (ขวา)

Special tool

Tools use for remove/reinstall(3)



This tool use for remove nozzle

This tool use for remove nozzle

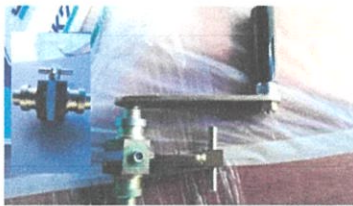
ภาพที่ 4.12 อุปกรณ์สำหรับถอด/ประกอบ Nozzle

Special tool

Use to manual operation

Handle for DS,ES

Handle for FES



Caution when use this tool should to observe side to operate (close and open opposite side)

ภาพที่ 4.13 hand crank ของ DS/ES (ซ้าย) , ของ FES (ขวา)

4.2 การดำเนินการเตรียมสถานที่การทำงาน และ ด้านความปลอดภัย



ภาพที่ 4.14 แสดงการวาง Ground cutter สำหรับกรณี Bay ที่ส่งจ่ายออกสู่ภายนอก (ซ้าย), แสดงการติดเทปบ่งบอกถึงจุดที่มีไฟและทำการCloseเอาไว้ในช่วงซ่อมบำรุงนี้ (ขวา)



ภาพที่ 4.15 การจัดตั้งนั่งร้านสำหรับเป็นพื้นที่ในการจัดเตรียมอุปกรณ์ (ซ้าย) , นั่งร้านสำหรับตรวจสอบ พร้อมด้วยทำความสะอาดจุดต่างๆ ก่อนทำงานจริง (ขวา)



ภาพที่ 4.16 การบันทึกค่าก่อนทำการตรวจสอบ อาทิเช่น ค่าความดันก่อนทำการตรวจสอบ(ภาพแรก) , การจดค่านับการทำงาน(counter) (ภาพสอง) , การจดข้อมูลของตัวอุปกรณ์ (ภาพสาม)*

*โดยสามารถเช็คได้จากภาคผนวกที่ ฉ

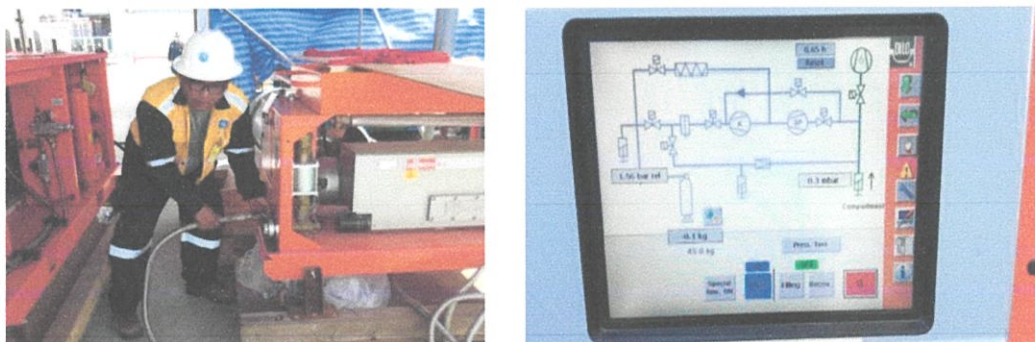
4.3 การดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ

(Gas Circuit Breaker : GCB)

4.3.1 การดำเนินการนำก๊าซออกจากตัวถัง(enclosure)



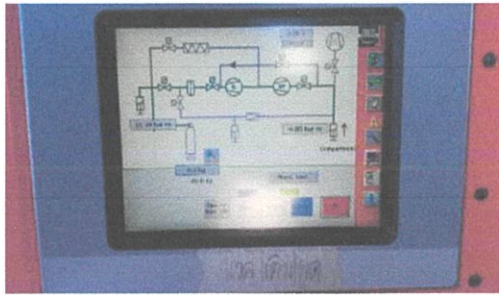
ภาพที่ 4.17 แสดงการตรวจสอบตัวถังเก็บก๊าซ(recovery tank) (ซ้าย) ,
ผลลัพธ์ที่ได้ (ค่า moisture < 150 ppm-v และ purity > 97%) (ขวา)



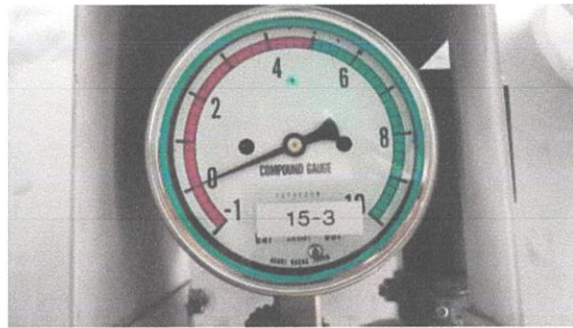
ภาพที่ 4.18 เชื่อมต่อสายเข้ากับตัวเครื่องและอุปกรณ์(ซ้าย),
เช็คสายที่เชื่อมต่อไม่มีก๊าซหลงเหลืออยู่(Evacuation) ก่อนทำการ Recovery to tank(ขวา)



ภาพที่ 4.19 เปลี่ยนโหมดเป็น Recovery เพื่อ Degassing ออกมาสู่ถังเก็บ(ซ้าย) ,
แสดงถึงค่าความดันที่ค่อยๆลดลง เมื่อผ่านเวลา Degassing ไป (ขวา)



ภาพที่ 4.20 เปลี่ยนโหมด ของ Recovery เมื่อ Gas ต่ำเกิน จึงมี Compressor ช่วยอัดจัดเก็บ(ซ้าย) ,
ทำการ Recovery จนถึง 0 แล้ว ทำเป็น Evacuation จน -1 (ขวา)

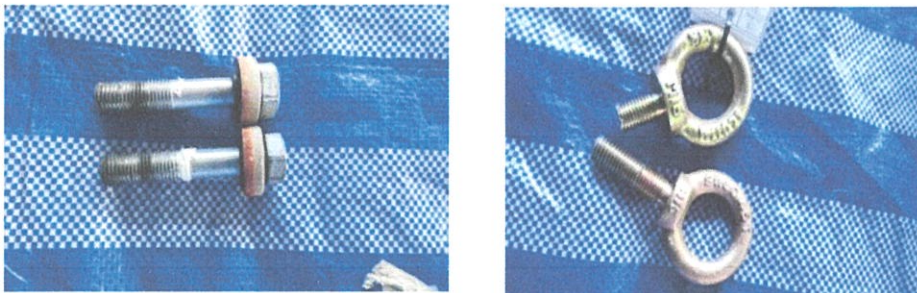


ภาพที่ 4.21 ติดตั้ง filter เพื่อกรองอากาศเข้าไป (ซ้าย),
กรองจนค่าความดันภายนอก=ภายใน(0 bar)(ขวา)

4.3.2 การดำเนินการเปิดฝาเพื่อเตรียมตรวจสอบ



ภาพที่ 4.22 แสดงถึงการเตรียมถอดฝาด้านล่าง(ภาพแรก), วางไม้รองพื้นเพื่อรองรับฝาและกันชูดกับพื้น(ภาพกลาง), ทอยยไขน็อตออก และ เตรียมยกฝาลง(ภาพสาม)



ภาพที่ 4.23 อุปกรณ์ที่ใช้ในการยกฝาด้านบน



ภาพที่ 4.24 การไข ออกทั้งฝาด้านบนและล่าง ให้ไขตรงข้ามกันตลอดเวลา(ซ้าย), ไขจนเหลือ 2 ตัว จากนั้นใส่อุปกรณ์ช่วยยกฝา (ขวา)



ภาพที่ 4.25 ทำการคลุมถุงพลาสติกกันสกปรกเข้าภายในทั้งฝ้าบนและล่าง

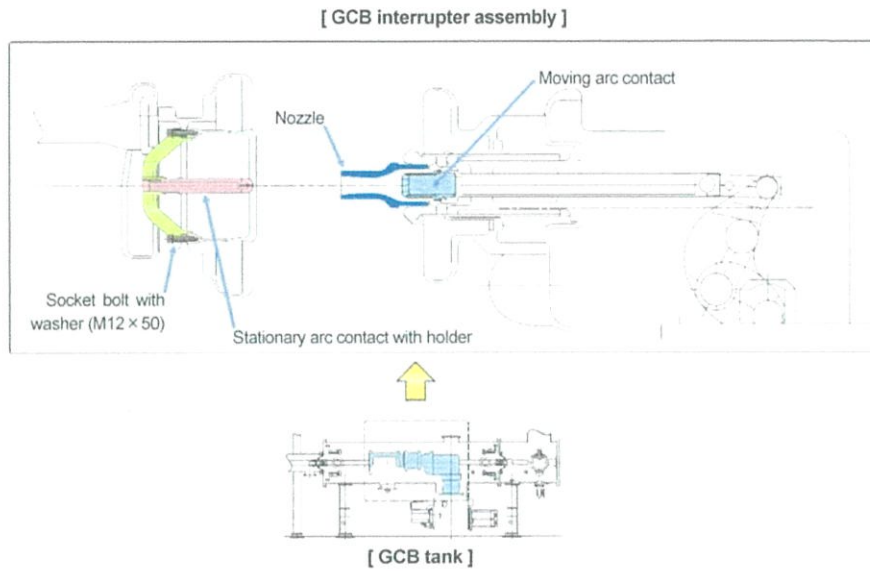


ภาพที่ 4.26 ทำการเป่าลมอากาศเข้าไป (ภาพแรก) , ทำการตรวจวัดปริมาณอากาศภายในตัวถัง

(ภาพกลาง) , ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจปริมาณอากาศ (ภาพสาม)*

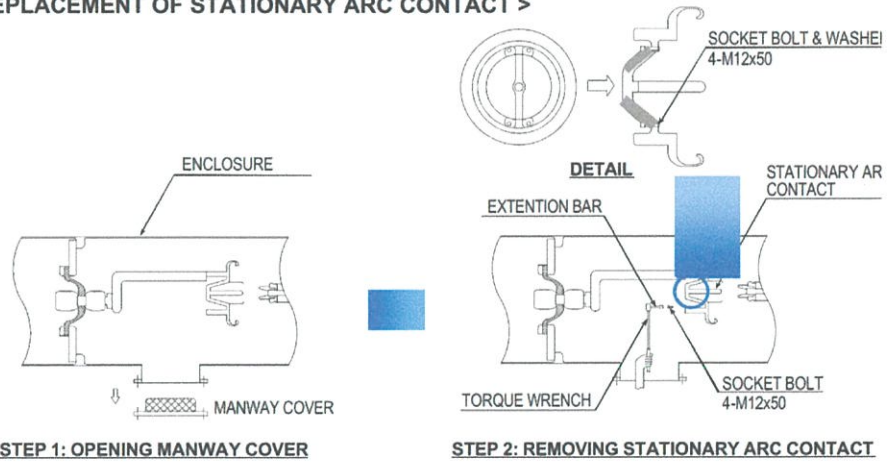
*ในตัวถังโลหะ ถือว่าเป็นพื้นที่อับอากาศ จึงควรตรวจสอบก่อนเข้าเสมอว่า มีปริมาณออกซิเจนไม่น้อย
เกิน 19.5 โดยร้อยละปริมาตร และ ไม่มากกว่า 23.5 โดยร้อยละปริมาตร เพื่อความปลอดภัยต่อผู้เข้าไป
ทำการตรวจสอบ)

4.3.3 การดำเนินการถอด และ ติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ของ Stationary arc contact



ภาพที่ 4.27 แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ภายใน GCB และ อุปกรณ์ที่จะตรวจสอบ

REPLACEMENT OF STATIONARY ARC CONTACT >

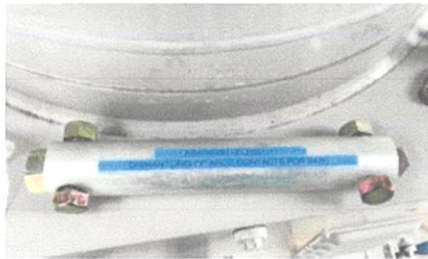


ภาพที่ 4.28 ภาพแสดงขั้นตอนการถอด Stationary arc contact

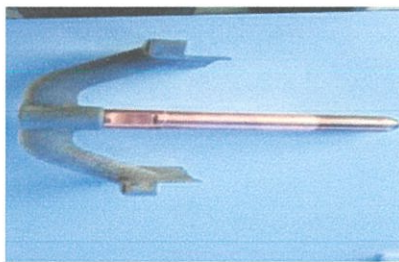
4.3.3.1 การถอด Stationary arc contact



ภาพที่ 4.29 ใส่เสื้อคลุมสะอาดเตรียมตัวก่อนเข้าไปตรวจ (ซ้าย) , เข้าไปตรวจสอบอุปกรณ์ภายใน (ขวา)



ภาพที่ 4.30 อุปกรณ์ที่ใช้การถอดออกมาเพื่อตรวจสอบ Stationary arc contact



ภาพที่ 4.31 ตัวอย่าง Stationary arc contact ที่นำออกมาตรวจสอบ(อาจมีรอย Arc)

4.3.3.2 การแทนที่/ติดตั้ง อันใหม่ Stationary arc contact*



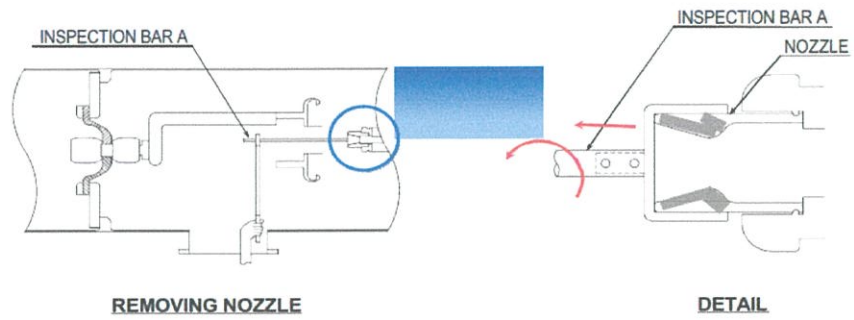
ภาพที่ 4.32 เตรียม Stationary arc contact อันใหม่เพื่อเตรียมติดตั้ง(ซ้าย) ,
ทาจาระบี jointal Z(ฝาดเขียว) ที่เข่า และ contact grease(ฝาดขาว) ที่จุดปลาย(ขวา)



ภาพที่ 4.33 แทนที่ใหม่/ประกอบ stationary arc contact กลับเข้าไป

*การประกอบ Stationary arc contact จะทำการประกอบหลังสุด คือหลัง ประกอบ Moving arc contact กับ Nozzle แล้วตามลำดับ

4.3.4 การดำเนินการถอดและ ติดตั้งอุปกรณ์อันใหม่ของ Nozzle *



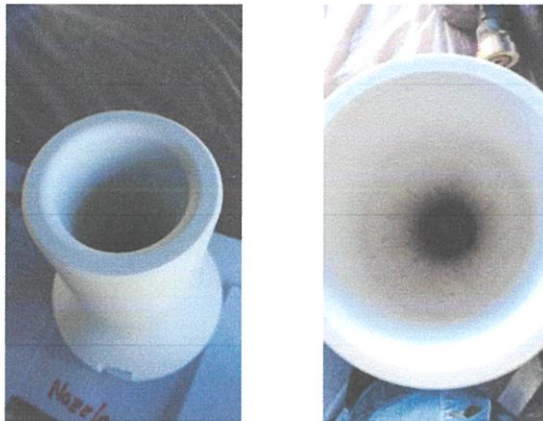
ภาพที่ 4.34 ภาพแสดงขั้นตอนการถอด Nozzle

*การถอด Nozzle อันเก่าออกมาแล้วนั้น ไม่สามารถนำอันเก่า กลับมาใช้ได้อีกครั้ง

4.3.4.1 การถอด Nozzle



ภาพที่ 4.35 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอด/ประกอบ Nozzle



ภาพที่ 4.36 Nozzle ที่นำออกมาเพื่อตรวจสอบ

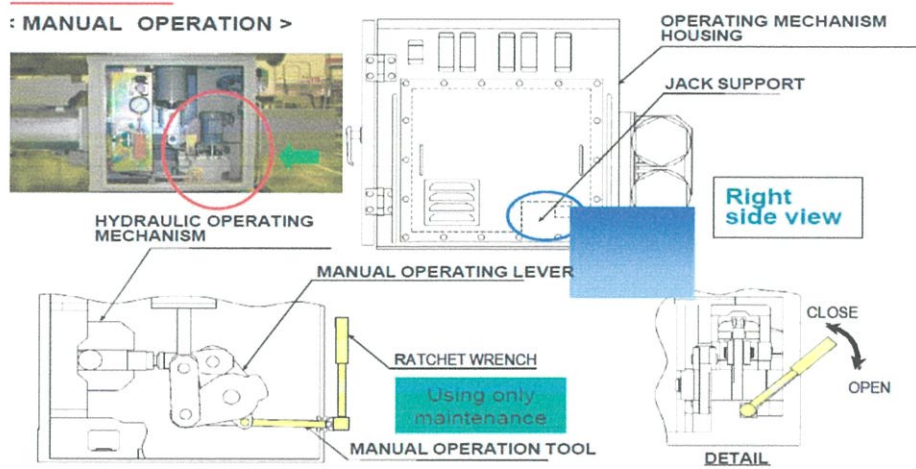
4.3.4.2 การแทนที่/ติดตั้งอันใหม่ของ Nozzle**



ภาพที่ 4.37 ทำความสะอาดตัว Nozzle อันใหม่ก่อนทำการติดตั้งกลับ ***

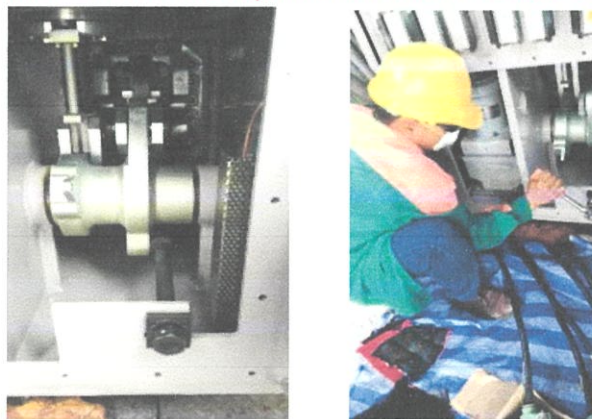
**การประกอบอุปกรณ์ Nozzle กลับ จะทำหลังจากการประกอบอุปกรณ์ Moving arc contact แล้ว
***พยายามให้มีโดน Nozzle อันใหม่น้อยที่สุด หรือไม่โดนเลย โดยจับผ่านกระดาษ และใช้เอทานอลในการเช็ดทำความสะอาด

4.3.5 การดำเนินการถอด และ ติดตั้งอุปกรณ์อันใหม่ของ Moving arc contact *

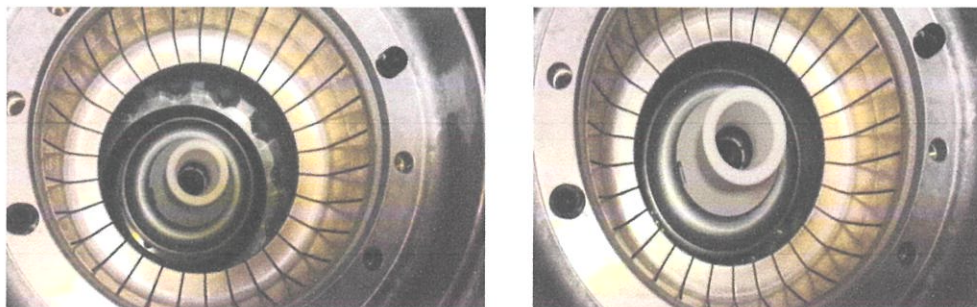


ภาพที่ 4.38 แบบจำลองการ Manual close CB ก่อนทำการถอด Moving arc contact

*เพื่อความสะอาดในการถอดอุปกรณ์จึงควรทำการ Manual Close CB เสียก่อน

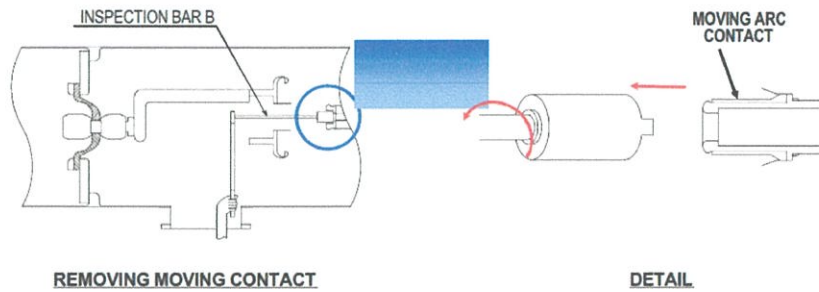


ภาพที่ 4.39 การ Manual close CB ก่อนทำการถอด Moving arc contact



ภาพที่ 4.40 ภาพภายในก่อน Manual Close CB (ซ้าย) , หลัง Manual Close CB (ขวา)

REPLACEMENT OF MOVING ARC CONTACT >



ภาพที่ 4.41 สาธิตการถอด Moving arc contact

4.3.5.1 การถอด Moving arc contact



ภาพที่ 4.42 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถอด/ประกอบ Moving arc contact



ภาพที่ 4.43 Moving arc contact ที่นำออกมาเพื่อตรวจสอบ

4.3.5.2 การแทนที่/ติดตั้งอันใหม่ของ Moving arc contact



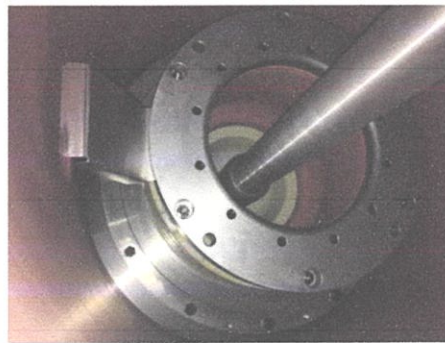
ภาพที่ 4.44 ทาจาระบี Contact grease (ฝาขาว) ที่หน้าสัมผัส (ซ้าย) ,
แล้วทำการประกอบอุปกรณ์ Moving arc contact กลับ (ขวา)

หลังจากทำการถอด แล้วตรวจสอบ และทำการติดตั้งอันใหม่แล้วนั้น ผลของแต่ละเฟส แต่ละ Bay อาจจะมีการใช้อันเก่าซ้ำ หรือ แทนที่อันใหม่ ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของ TA จากทาง MELCO

4.3.6 การตรวจสอบชิ้นส่วน และ สภาพภายในของอุปกรณ์ภายในถัง(enclosure)



ภาพที่ 4.45 อุปกรณ์ทั้งสาม หลังจากทำการตรวจสอบแล้ว



ภาพที่ 4.46 ภาพภายในหลังทำการประกอบเสร็จ (ซ้าย) , ภาพของ CT ภายในตัวถังโลหะ (ขวา)

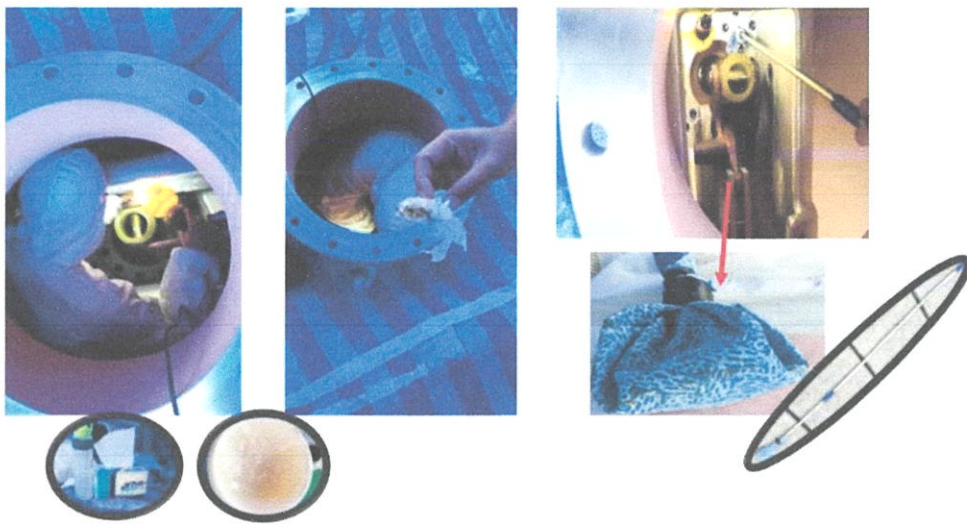
Items	Results			Remarks
	A	B	C	
1 Condition and status check of the stationary arc contact with holder	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	
2 Condition and status check of the nozzle	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	
3 Condition and status check of the moving arc contacts	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	<input type="checkbox"/> Reused <input checked="" type="checkbox"/> Replaced	
4 Installation/lubrication of moving arc contact (If it was removed at once)	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Thin coat with contact grease
5 Fixing moving arc contact (If it was removed at once)	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Torque 390Nm
6 Installation/lubrication of stationary arc contact with holder	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Thin coat with contact grease
7 Fixing stationary arc contact with holder	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Replace bolt, nut with new ones

Note : Nozzle shall be replaced with new one in case it removed from CB interrupter assembly.

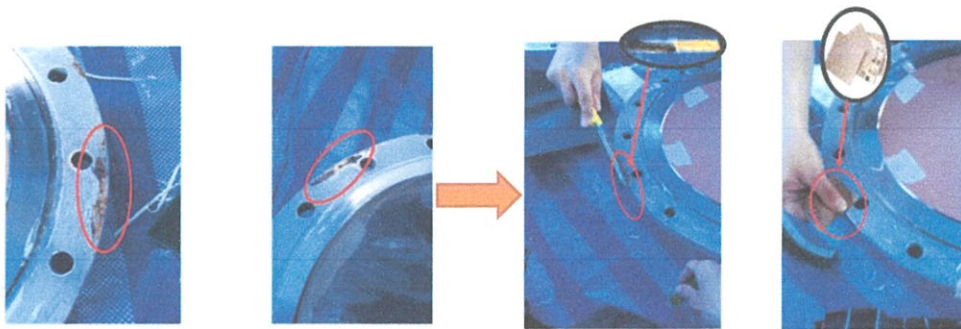
ภาพที่ 4.47 ภาพแสดงตารางของผลการตรวจอุปกรณ์ภายในหลังจากถอดออกมา (ของ Bay 1)



ภาพที่ 4.48 แสดงถึงการทำความสะอาดฝาด้านบน และ ฝาด้านล่าง โดยมีลิสอุปกรณ์ตามภาพ



ภาพที่ 4.49 เช็คสภาพและทำความสะอาดด้านในของตัวถังจากฝาด้านบน โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ตามภาพ



ภาพที่ 4.50 เมื่อพบเจอรอยรั่วซึมที่ฝา(ซ้าย), การทำความสะอาดเมื่อพบเจอรอย(ขวา)

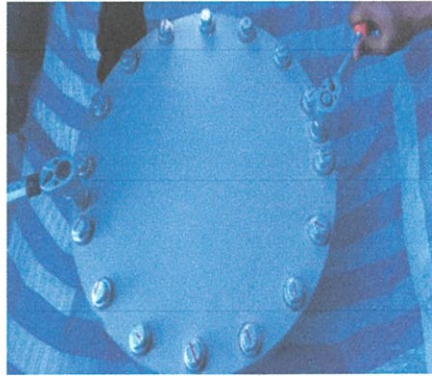


ภาพที่ 4.51 ฝาด้านล่างเปลี่ยนตัวดูดซับความชื้น(ซ้าย), ทำความสะอาดตัว rupture disc (ขวา)



ภาพที่ 4.52 ใช้ lock tile ในการล็อกเกลียว (ซ้าย) , ทำการทา gas sealant (ขวา)*

*หลังเปลี่ยน O-ring ให้ทา gas sealant 45-W ที่ตรงสอด O-ring ส่วนตรงฝาบริเวณรอบๆด้านนอก ทา 44-W (ไม่ทาบริเวณสี่เหลี่ยมหรือฝาบริเวณด้านใน)



ภาพที่ 4.53 ประกอบฝากลับคืนทั้งด้านบน และ ด้านล่าง

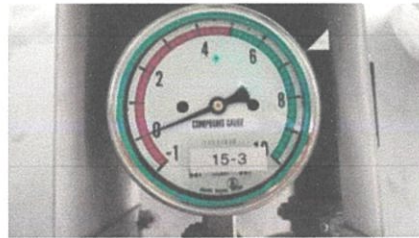
4.3.7 การสุญญากาศก๊าซ ก่อนการเติมก๊าซกลับ และ การเติมก๊าซกลับเข้าไป



take about 1hr. – 1hr 30 minute

Air evacuation until vacuum degree equal/less than 1 Torr (1.33 mBar)

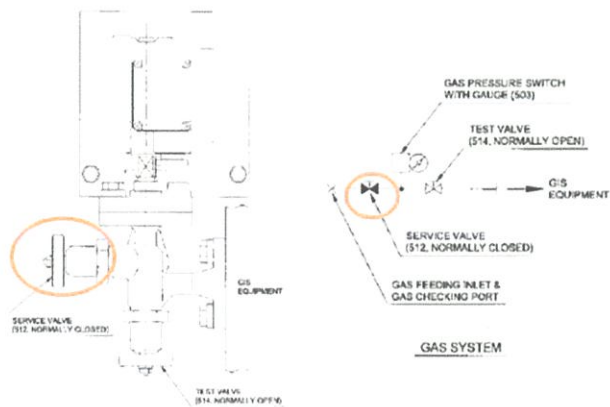
ภาพที่ 4.54 การสุญญากาศก๊าซให้ภายในถัง ให้เกจความดันกลับค่ามาเป็น -1



take about 3 - 4 hr.

ภาพที่ 4.55 การเติมก๊าซกลับเข้าไป หลังจากสุญญากาศแล้ว ให้กลับมาเป็น 0 bar*

* จากค่า -1 bar ไปจน 0 bar โดยค่อยๆปรับความดันที่เติมเข้าเสียก่อน (3-4 bar) หลังจาก 0 bar แล้ว ค่อยปรับเพิ่มเป็น 5-5.5 bar ในการเติม



ภาพที่ 4.56 หลังเติมก๊าซเสร็จให้ทำการปิด Service valve(NC) และเปิด Test Valve(NO) เอาไว้

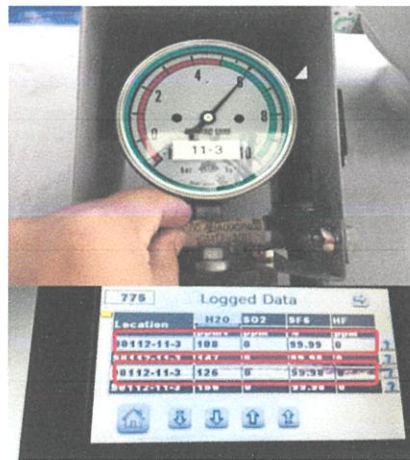
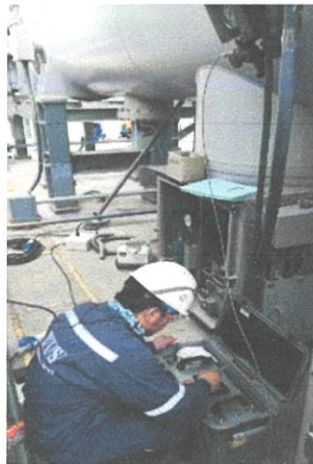


ภาพที่ 4.57 หลังเติมก๊าซเสร็จ ให้คลุมถุงพลาสติกที่ฝ้าด้านบนและล่าง(ซ้าย), ตรวจสอบเช็คก๊าซรั่ว(ขวา)*

*พุดอีกที ในหัวข้อ 4.9.4



ภาพที่ 4.58 หลังทำการตรวจสอบเช็คก๊าซเรียบร้อยแล้ว ให้ทา Gas sealant (45T) ที่ฝ้าด้านบนและล่าง

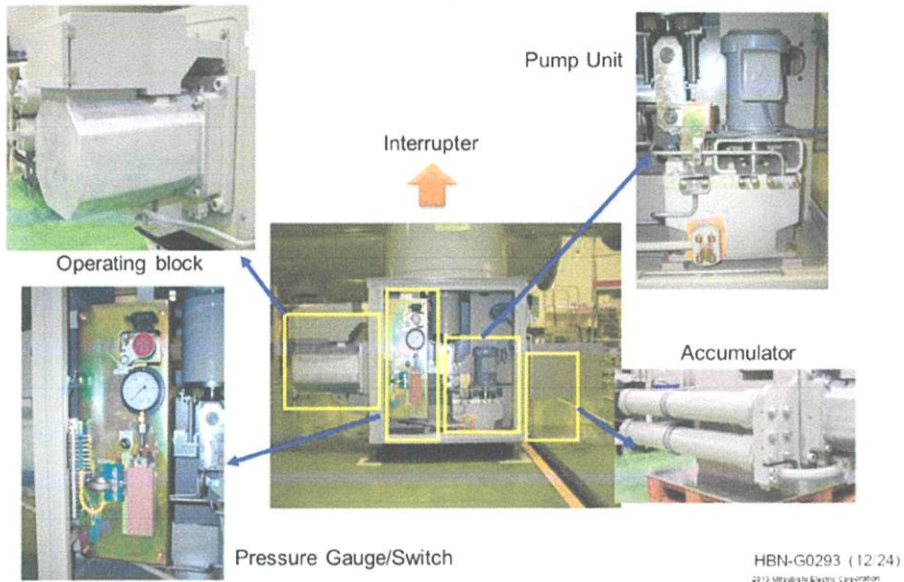


ภาพที่ 4.59 ทำการตรวจสอบเช็คก๊าซ หลังเติม (ซ้าย), ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้ (ขวา)*

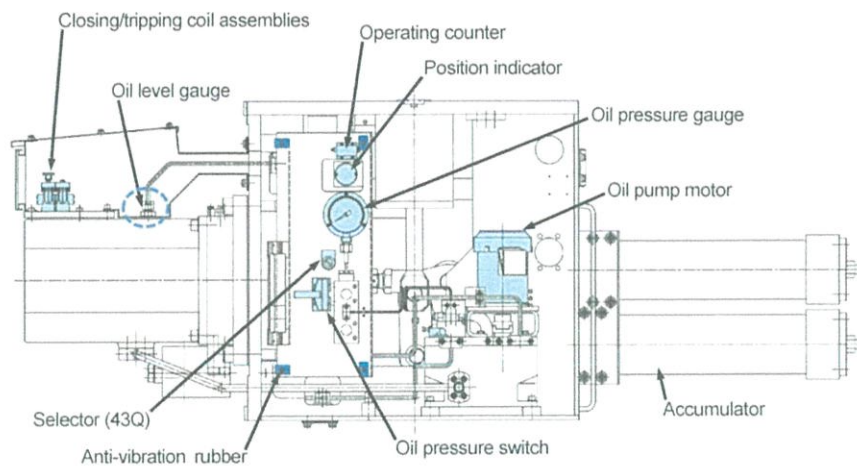
*พุดอีกที ในหัวข้อ 4.9.4

4.4 การดำเนินซ่อมบำรุงกล่องการทำงานเชิงกลของ GCB

GCB Operating Mechanism



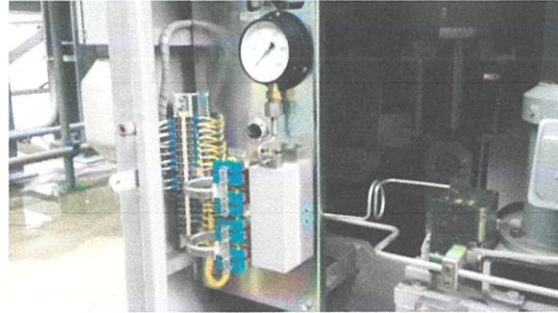
ภาพที่ 4.60 แสดงถึงอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในกล่องทำงานเชิงกลของ GCB



ภาพที่ 4.61 แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยน หรือ ตรวจสอบเช็คอุปกรณ์*

*ไม่ได้ทำการเปลี่ยน Oil pressure switch เนื่องจากเตรียมมาไม่ครบตามจำนวนที่ต้องการเปลี่ยน

4.4.1 การเตรียมตัว



ภาพที่ 4.62 การ shutdown ที่ตู้ LCP ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด (ซ้าย) ,
การยืนยันที่गेจวัดความดันว่าอยู่ที่ค่า ศูนย์แล้ว (ขวา)

4.4.2 การแทนที่อุปกรณ์ช่วยเหลือการทำงานกล่องควบคุมการทำงานเชิงกลของ GCB ด้วยตัวใหม่



[Note]
Pay particular attention to the control wires when the control wires are disconnected at their terminal lugs.
1. Measure either the voltage is applied on their lugs with multi-meter.
2. The voltage is still applied on their lugs, ensure turn-off the relevant switches if possible.
3. Disconnect their lugs from terminal block, and then cover their lugs with vinyl tapes for insulation purpose.

ภาพที่ 4.63 แสดงถึงการทำการวัดแต่ละจุด หากจุดที่ยังมีไฟค้าง แล้วปิดกั้นด้วยเทปเอาไว้



ภาพที่ 4.64 อุปกรณ์ที่นำมาเปลี่ยนใหม่ เช่น ยางป้องกันการสั่นสะเทือน กับ ตัว Nuts ใหม่ (ภาพแรก) , เปลี่ยนเกจวัดความดันใหม่ (ภาพสอง) , หลังทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ (ภาพสาม)

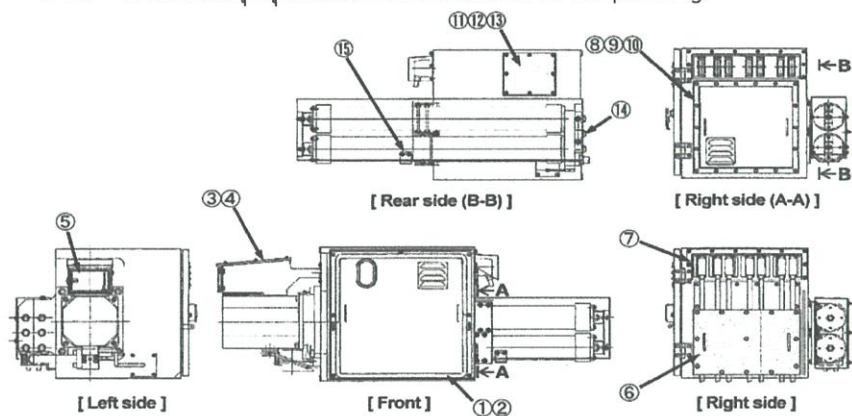
Items		Results			Remarks
		A	B	C	
1	Replace oil pressure gauge	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Confirm absorber screw is inserted
2	Check tightening of oil pressure gauge	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Torque : 100Nm Confirm packing is inserted
3	Check oil pressure switch	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	
4	Replace anti-vibration rubber	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Check direction of rubbers
5	Replace packing of oil level gauge	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Bonded seal

Note : Bonded seal of oil inlet will be replaced with new one on completion of the measurement of oil level.

ภาพที่ 4.65 ภาพแสดงตารางของผลการตรวจสอบ ของการแทนที่อุปกรณ์กล่องควบคุมการทำงาน

(ผลจาก Bay 1)

4.4.3 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่(door/cover packing)



ภาพที่ 4.66 แสดงจุดที่ทำการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่ต่างๆ

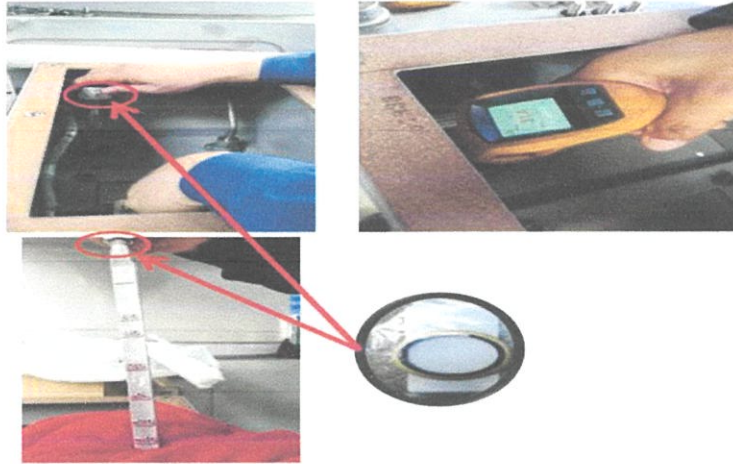


ภาพที่ 4.67 ทำการเปลี่ยน O-ring ของฝากรอบใหม่ ด้วยการติดกาวยาง



ภาพที่ 4.68 ทำความสะอาด พร้อมเปลี่ยนปะเก็นอุปกรณ์ต่างๆ ใหม่*

*สำหรับฝาที่เปลี่ยนปะเก็นใหม่นั้น ให้ใช้ จาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า) ทาติดกับตัวปะเก็นเพื่อเพิ่มความแน่นในการประกบติดกัน



ภาพที่ 4.69 เช็คระดับน้ำมันภายใน Operation Block พร้อมเปลี่ยน O-ring ใหม่*

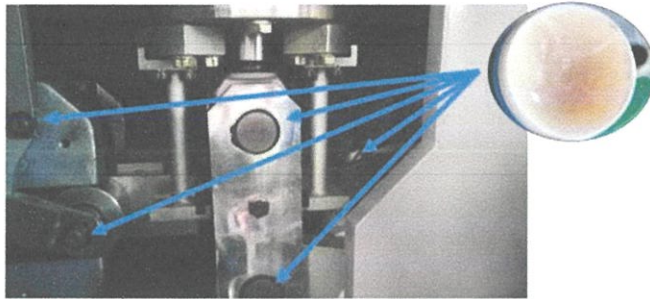
*แล้วนำมาเปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ นั้นควรจะใกล้เคียงกัน (ในสถานะ Outage)

Items	Results			Remarks	
	A	B	C		
1	Replace packing for front cover	Good	Good	Good	
2	Replace bolts and seal-washers for front cover	Good	Good	Good	Bolt size : M12 × 20
3	Replace packing for top of OM cover	Good	Good	Good	H8T2894-1,2
4	Replace bolts and seal-washers	Good	Good	Good	Bolt size : M8 × 25
5	Replace packing for side of OM cover	Good	Good	Good	
6	Replace bolts and washers for cover of control cables	Good	Good	Good	Bolt size : M12 × 20
7	Replace bolts and washers for connector cover	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 20
8	Replace packing for right side cover	Good	Good	Good	H8R2962 H8R2298
9	Replace bolts and seal-washers for right side cover	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 25
10	Apply silicon-sealant around the cover	Good	Good	Good	
11	Replace packing for rear cover	Good	Good	Good	H8T0458
12	Replace bolts and seal washers for rear cover	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 25
13	Apply silicon-sealant around the cover	Good	Good	Good	
14	Replace bolts, nuts washers for ACC covers	Good	Good	Good	Bolt size : M12 × 40
15	Replace bolts, nuts washers for ACC covers	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 25

ภาพที่ 4.70 ภาพแสดงตารางผลการตรวจจุดต่างๆ

โดยเป็นผลจาก Bay 1 (ตามจุดตรวจของภาพ 4.66)

4.4.4 การเพิ่มความหล่อลื่นของอุปกรณ์การทำงานเชิงกล (Lubrication)



ภาพที่ 4.71 แสดงจุดที่ใช้จาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า) ตามจุดข้อต่อ หรือจุดผิวที่ทำหน้าที่เลื่อนต่างๆ



ภาพที่ 4.72 แสดงตัวอย่างการทาจาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า)

4.4.5 การตรวจสอบทั่วไปหลังทำการแทนที่อุปกรณ์



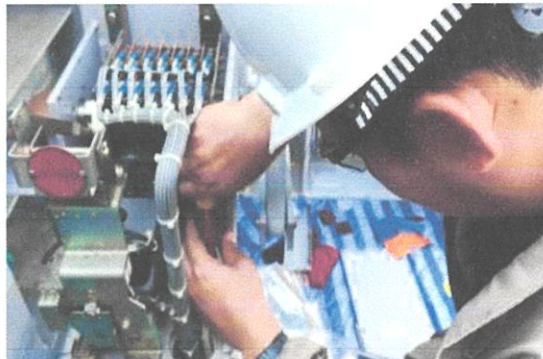
ภาพที่ 4.73 ตรวจสอบสาย และ อุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่มีจุดหลวม หรือ ชิ้นส่วนใดเสียหาย

No	Items	Results			Remarks
		A	B	C	
1	Check no corrosion / no peeling on paint surface of mechanical box	Good	Good	Good	Touch up paint if necessary
2	Check no loose support / no damage gas pipes	Good	Good	Good	
3	Check no abnormally sound when the oil pump motor is operating	Good	Good	Good	
4	Check no oil leakage in the mechanical box	Good	Good	Good	
5	Check no damage / no discoloration on ancillary devices	Good	Good	Good	
6	Check no loose terminal lugs of control wires	Good	Good	Good	
7	Apply lubricating grease to linkage where necessary	Good	Good	Good	
8	Check no missing C-ring / split pin	Good	Good	Good	
9	Check operating counter	Good	Good	Good	
10	Check position indicator	Good	Good	Good	

ภาพที่ 4.74 ภาพแสดงตารางผลการตรวจสอบทั่วไป หลังแทนที่อุปกรณ์แล้ว

4.5 การดำเนินการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่องทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES

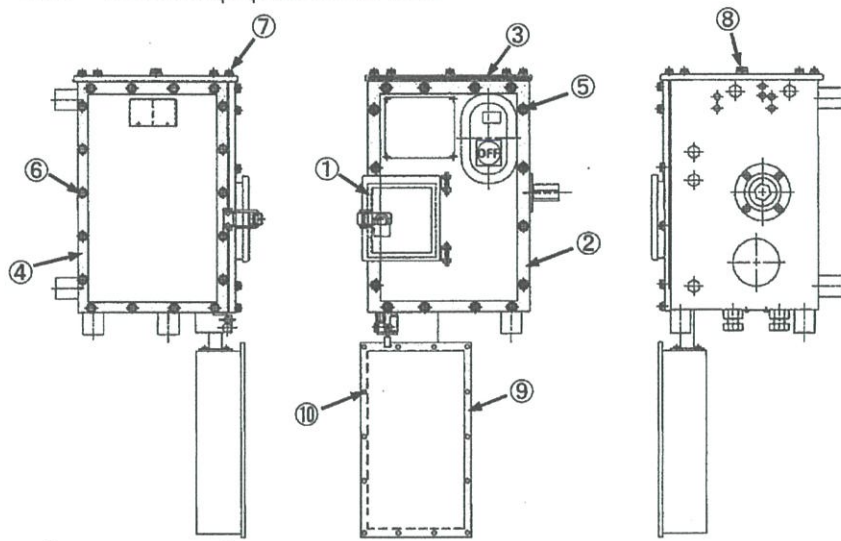
4.5.1 การเตรียมตัว



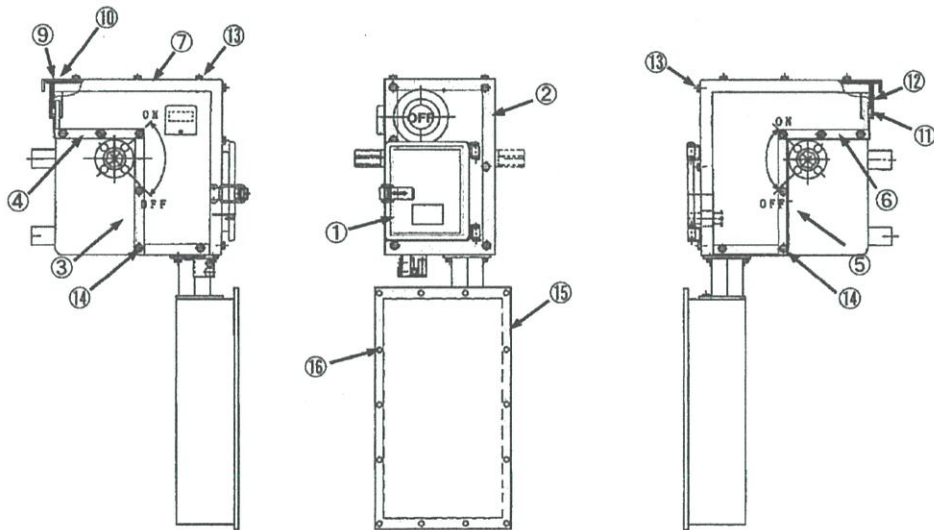
ภาพที่ 4.75 ทำการ Shut down ตัวควบคุม DS/ES/FES ต่างๆที่หน้าตู้ LCP (ซ้าย) ,

ทำการ Shut down ที่ตัววงจร heater ตรงกล่องทำงานของทุกแบบ (ขวา)

4.5.2 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ของฝาใหม่



ภาพที่ 4.76 แสดงจุดที่ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่อง DS (Type MBE-05M)



ภาพที่ 4.77 แสดงจุดที่ทำการตรวจสอบและซ่อมแซมกล่อง ES (Type TDC)



ภาพที่ 4.78 ทำการเปลี่ยนปะเก็น และ O-ring ของฝากล่องการทำงานเชิงกลของ DS/ES/FES



ภาพที่ 4.79 ทำการเปลี่ยนตัวโบลท์ใหม่ ตามรายการที่จัดเตรียมมา

No	Items	Results		Remarks
		DS		
		90215	90225	
1	Replace door packing	Good		
2	Replace front cover packing	Good		
3	Replace top cover packing	Good		
4	Replace side cover packing	Good		
5	Replace bolts and seal-washers for front cover plate	Good		Bolt size : M8×20
6	Replace bolts and seal-washers for side cover plate	Good		Bolt size : M8×20
7	Replace bolts and seal-washers for top cover plate	Good		Bolt size : M8×20
8		Good		Bolt size : M10×20
9	Replace side cover packing for terminal box	Good		
10	Replace bolts and washers for cover plate	Good		Bolt size : M6 × 16

ภาพที่ 4.80 ภาพแสดงตารางของรายการตรวจเช็คและแทนที่อุปกรณ์ของ DS (ตามภาพ 4.76)

No	Items		Results		Remarks
			ES (TDC)		
			90215G	90212G	
1	Replace door packing		Good	Good	
2	Replace front side packing		Good	Good	
3	Replace side packing	Left	Good	Good	
4			Good	Good	
5		Right	Good	Good	
6			Good	Good	
7			Good	Good	
8	Replace packing for top side		/		
9			Good	Good	
10			Good	Good	
11	Replace packing for rear side		Good	Good	
12			Good	Good	
13	Replace bolts and washers for main cover plate	Front	Good	Good	Bolt size : M8×25
		Top	Good	Good	
		Rear	Good	Good	
14		Left	Good	Good	Bolt size : M8×20
		Right	Good	Good	
15	Replace front cover packing for terminal box		Good	Good	
16	Replace bolts, nuts and washers for cover plate		Good	Good	Bolt size : M6×16

ภาพที่ 4.81 ภาพแสดงตารางของรายการตรวจเช็คและแทนที่อุปกรณ์ของ ES (ตามภาพ 4.77)

4.5.3 การตรวจสอบทั่วไปของกล่องทำงานเชิงกล

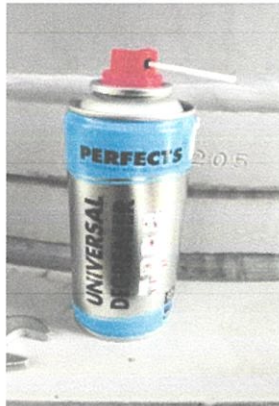


ภาพที่ 4.82 แสดงการตรวจว่าหน้าสัมผัสยังทำงานได้ตามปกติ(ซ้าย), เช็คว่ามีสายใดหลวม(ขวา)

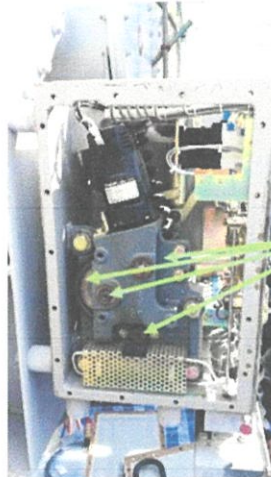


ภาพที่ 4.83 การตรวจสอบฟาด้านล่าง และ เช็คหน้าสัมผัสหรือวงจร ยังทำงานได้ตามปกติ

4.5.4 ความหล่อลื่นของตู้ทำงานเชิงกล



ภาพที่ 4.84 ใช้สเปรย์ลรอยจาระบีเก่าตามข้อต่อต่างๆ



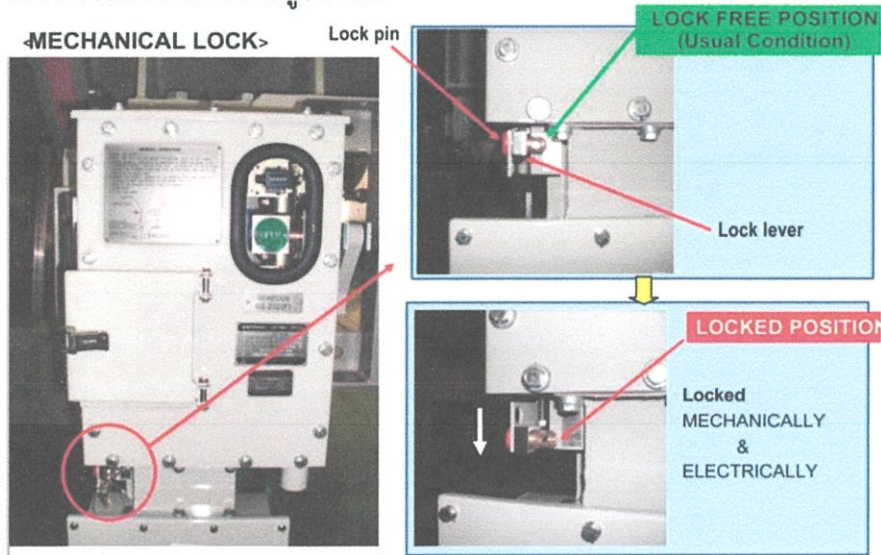
ภาพที่ 4.85 ใช้จาระบี Low temperature grease (ฝาฟ้า) ในการทาตามข้อต่อต่างๆ



ภาพที่ 4.86 หลังจากทำการตรวจสอบ และเปลี่ยนแล้ว ทำการปิดฝา แล้วmarker(ซ้าย) ,
ทำการทา gas sealant ที่ทุกฝาของตู้ทำงานเชิงกล เพื่อป้องกันน้ำรั่วเข้า (ขวา)

4.5.5 การวัดระยะช่องว่าง(gap) ของอุปกรณ์ DS/ES/FES

ในการสลับไปมาระหว่าง Open/Close เพื่อทำการวัดระยะช่องว่างให้ใช้ hand crank ตามภาพที่ 4.13 เพื่อทำการไขด้วยมือ*ในการ operate และ อย่าลืมเปลี่ยนตำแหน่ง Lock ข้างล่าง เป็น Locked ตามรูปที่ 4.87



ภาพที่ 4.87 จุดที่ต้องทำการเปลี่ยนเป็น Locked เวลาทำการซ่อมบำรุง

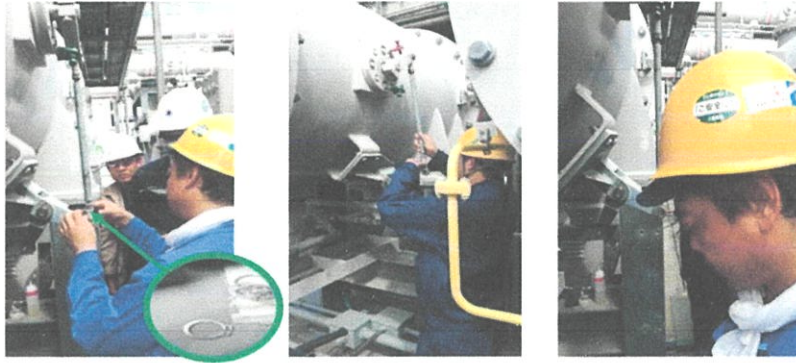
* hand crank ของ FES เวลาใช้งานต้องระมัดระวัง เพราะมีทั้งด้าน Close และ Open ในการใช้งาน จึงควรระมัดระวัง

Criteria of outer lever gap [mm]					
DS	Open	2~8 mm	ES/FES	Open	2~16 mm
	Close	2~8 mm		Close	3~17 mm

ภาพที่ 4.88 ภาพแสดงตารางของเกณฑ์ระยะช่อง(Gap) ที่ควรจะเป็น



ภาพที่ 4.89 ตัวอย่างการวัดระยะช่องว่าง(Gap) ของอุปกรณ์ DS/ES/FES



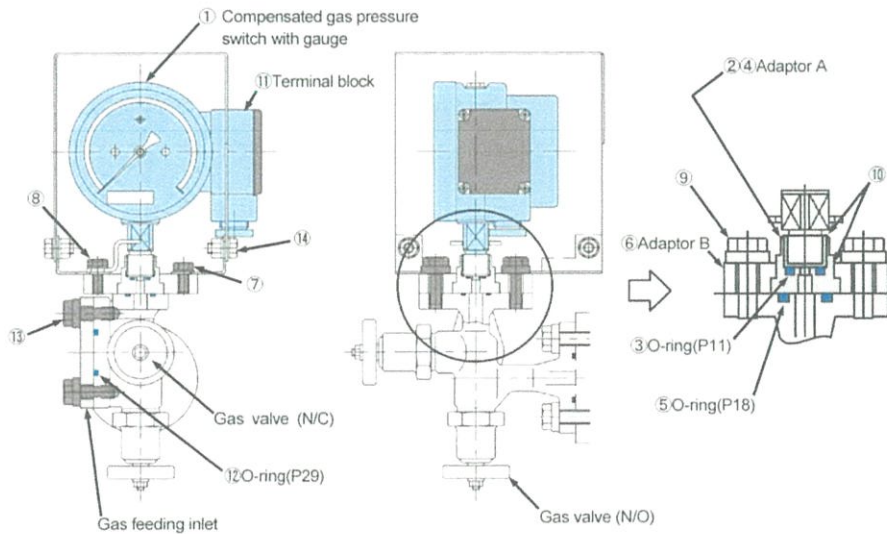
ภาพที่ 4.90 กรณีค่าที่วัดได้เกินเกณฑ์ จะทำการแก้ไขโดยทันที ตรงข้อต่อ เพื่อหมุนปรับแก้

Devices			Measured gap [mm]			Result	Remarks
			A	B	C		
DS	90215	Open	6.3	6.4	6.2	Good	
		Close	6.2	6.3	6.6	Good	
	90225	Open	/			N/A	
		Close	/			N/A	
ES	90212G	Open	12.5	12.0	10.5	Good	
		Close	10.5	11.5	13.5	Good	
	90215G	Open	11.0	13.0	13.0	Good	
		Close	11.0	8.0	9.2	Good	

ภาพที่ 4.91 ภาพของตารางแสดงผลการตรวจระยะช่องว่าง(gap) ของอุปกรณ์

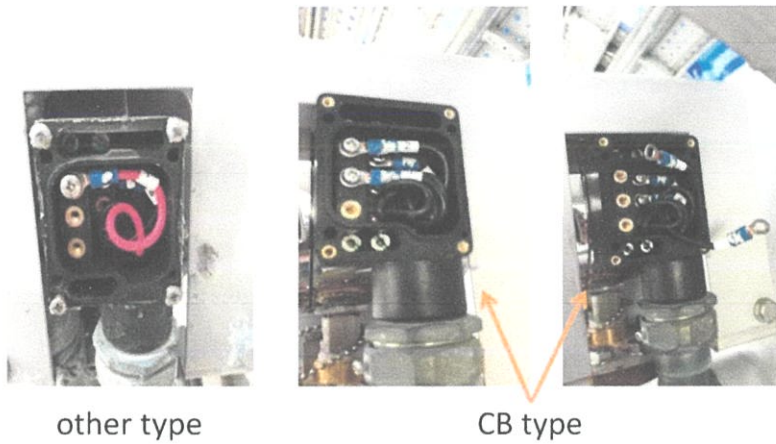
4.6 การดำเนินการซ่อมบำรุงอุปกรณ์แจ้งเตือนก๊าซ (Gas Monitoring Module : GMM)

4.6.1 การเตรียมตัว



ภาพที่ 4.92 แสดงจุดที่ทำซ่อมบำรุง หรือ แทนที่อุปกรณ์ใหม่ของตัวแจ้งเตือนก๊าซ (GMM)

4.6.2 การเปลี่ยนอุปกรณ์รอบๆ เกจความดัน



ภาพที่ 4.93 จำการต่อสายก่อนทำการ ปลดสายออกเพื่อเปลี่ยนเกจความดัน
โดย ชนิด DS/ES (ซ้าย) , ชนิด CB (ขวา)

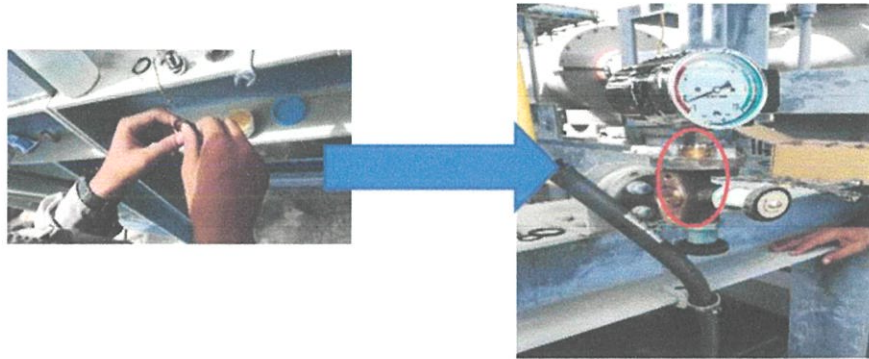


ภาพที่ 4.94 ยืนยันเกจความดันที่จะนำมาเปลี่ยนใหม่ (ซ้าย) , ทำการถอดอันเก่าออก (ขวา)

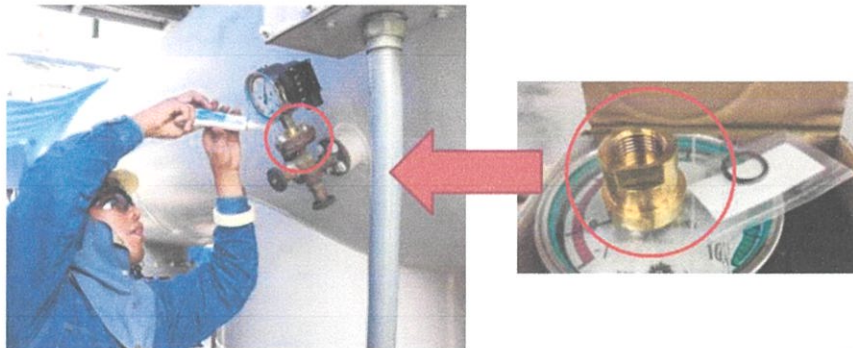


ภาพที่ 4.95 ทำความสะอาดตรงฐานเกจความดัน พร้อมทาซิลิโคน*

*หลังจากทำความสะอาดแล้วทา Gas sealant (44-W) เพื่อให้หน้าสัมผัสติดกันดีขึ้น



ภาพที่ 4.96 ทำความสะอาดเกจด้านข้าง แล้วแทนที่ O-ring อันใหม่ จากนั้นทา Darina grease



ภาพที่ 4.97 ทำการเปลี่ยน adapter จากนั้น ทา Gas sealant 45-T เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมเข้า

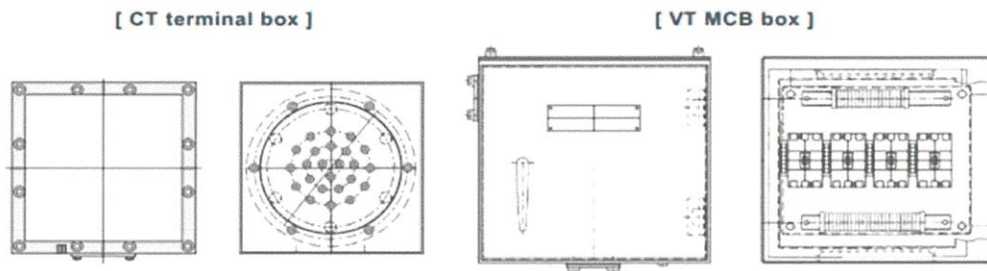
No	Items	GM 12-1			Remarks
		DS 90215, Bus1			
		A	B	C	
1	Replace gas pressure switch with new one	Good	Good	Good	
2	Replace adaptor-A with new ones	Good	Good	Good	
3	Replace O-ring with new one (Apply silicon-sealant)	Good	Good	Good	O-ring : P11
4	Tighten adaptor-A to pressure switch	Good	Good	Good	Torque : 47.1Nm
5	Replace O-ring with new one (Apply silicon-sealant)	Good	Good	Good	O-ring : P18
6	Attach pressure switch with adaptor-A onto adaptor-B	Good	Good	Good	Adaptor-B will be reused
7	Tighten new bolt with washer (Apply stud-lock)	Good	Good	Good	Bolt size : M8 × 16
8	Tighten new bolt with washer	Good	Good	Good	Bolt size : M8 × 20
9	Tighten new bolt with seal-washer	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 30
10	Apply silicon sealant to joints respectively	Good	Good	Good	
11	Reconnect control wires respectively	Good	Good	Good	
12	Replace O-ring with new one	Good	Good	Good	O-ring : P29
13	Fix cover plate of gas feeding inlet with new bolt, washer	Good	Good	Good	Bolt size : M10 × 30
14	Fix GM cover plate with new bolt, washer	Good	Good	Good	Bolt size : M8 × 16

ภาพที่ 4.98 ภาพของตารางแสดงตัวอย่างการตรวจเช็คของเกจความดัน ที่ตัวต่างๆ

เช่น DS/ES/CB/TR Area/VT

4.7 การดำเนินการซ่อมแซมกล่องวงจร CT และ VT

4.7.1 การเตรียมตัว



ภาพที่ 4.99 แสดงตัวอย่างกล่องวงจรของ CT และ VT

4.7.2 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ฝาต่างๆ



ภาพที่ 4.100 เอาปะเก็นอันเก่าออกแล้วทำความสะอาด(ซ่าย) , ติดกาวยางแล้วเปลี่ยนปะเก็นใหม่ (ขวา)

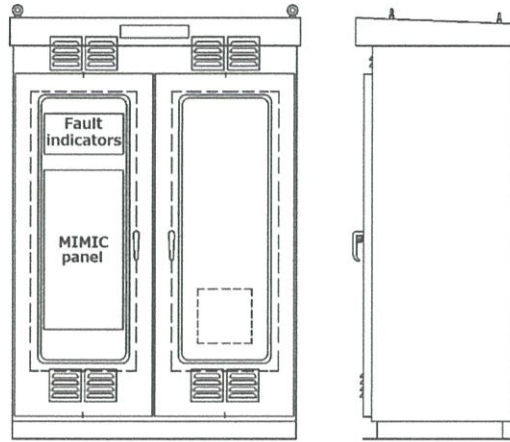


ภาพที่ 4.101 เปลี่ยนตัวโบลท์ใหม่แล้ว ทำการปิดฝา และทาซิลิโคน*

*ทา Gas Sealant 45-T ด้วย เพื่อป้องกันน้ำรั่วไหลเข้าไปภายใน

4.8 การดำเนินการซ่อมบำรุงตู้คอนโทรล (Local Control Panel : LCP)

4.8.1 การเตรียมตัว



ภาพที่ 4.102 แสดงโครงสร้างตู้คอนโทรล (LCP)

4.8.2 การแทนที่ชุดอุปกรณ์ประตูดของตู้คอนโทรล (LCP)



ภาพที่ 4.103 ปะเก็นที่ทำการเปลี่ยน (ซ้าย) , ทำการเปลี่ยนปะเก็นที่ตู้คอนโทรล (LCP) (ขวา)

4.8.3 การตรวจสอบทั่วไป



ภาพที่ 4.104 ทำการตรวจสอบแผงการทำงานว่ามีไฟเข้าปกติอยู่หรือไม่ (ซ้าย) ,
ทำการตรวจเช็คสายว่าไม่มีสายใดในแผงวงจรนั้นหลวม (ขวา)

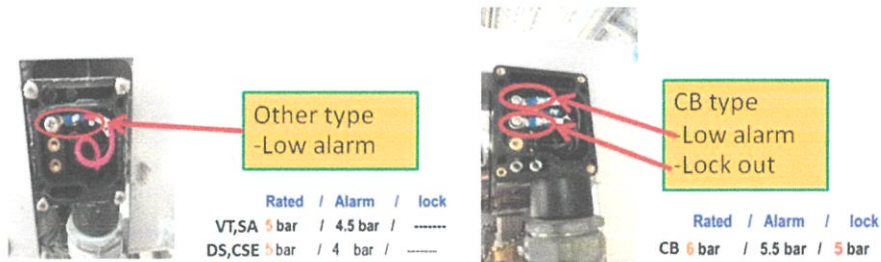
4.9 การดำเนินการทดสอบระบบต่างๆ ภายในสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (GIS)

4.9.1 การตรวจสอบและทดสอบสวิตช์ความดันก๊าซ(gas pressure switch)

- 63GA : For CB gas pressure low alarm
- 63GL : For CB gas pressure low lock
- 63G : For other gas zones gas pressure low alarm
- 63GV : For VT zones gas pressure low alarm

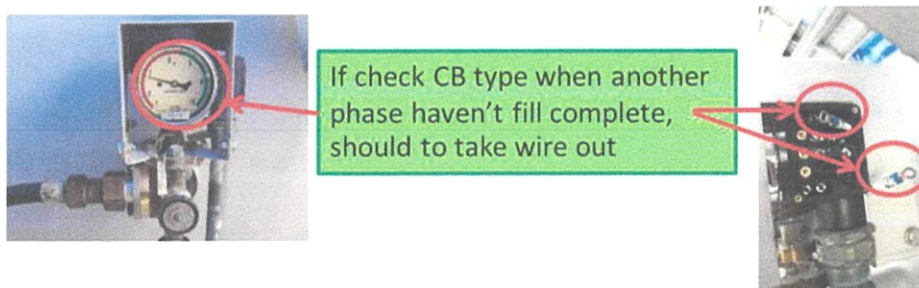
ภาพที่ 4.105 แสดงรายละเอียดของสวิตช์ความดันก๊าซ

รายละเอียดด้านบนบนคือแสดงจุดที่ทำการตรวจสอบ

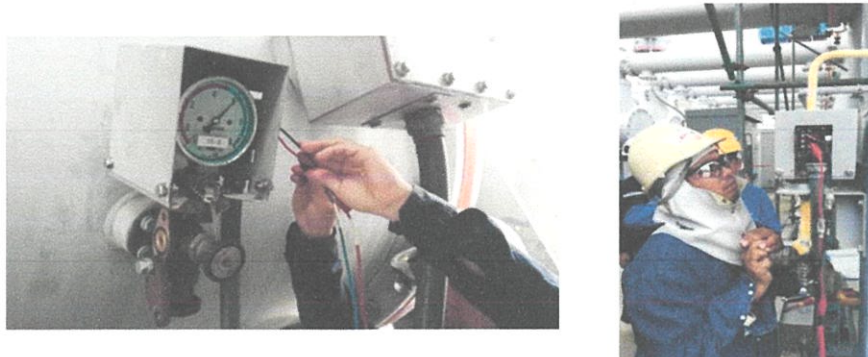


ภาพที่ 4.106 แสดงชนิดของ VT/DS และเกณฑ์ในการตรวจสอบ (ซ้าย) ,

แสดงชนิดของ CB และ เกณฑ์ในการตรวจสอบ (ขวา)



ภาพที่ 4.107 เมื่อทำการทดสอบ ในขณะที่มีเฟสใดเฟสหนึ่งยังเติมก๊าซไม่เสร็จสมบูรณ์ จะสามารถทดสอบได้โดย ปลดสายออกก่อน เพื่อให้สามารถทำการทดสอบได้



ภาพที่ 4.108 ทดสอบโดยใช้มัลติมิเตอร์ในการทดสอบ*

*ทำการหมุนวาล์วจนถึงค่าตามภาพที่ 4.106 เพื่อตรวจสอบเช็คว่ายังทำงานได้ตามที่ตั้งค่าไว้หรือไม่

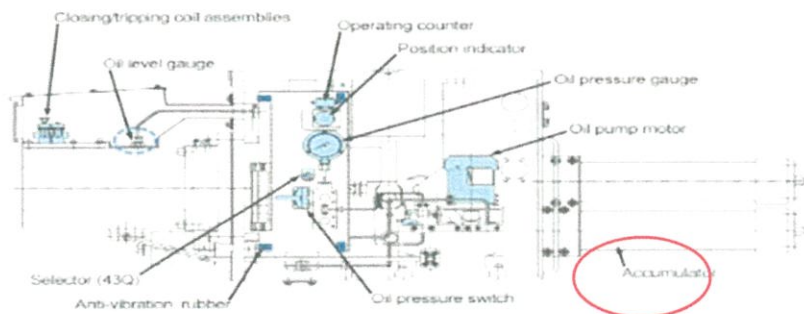
GM No.	Gas section	Device No.	Operating pressure [bar·g]		Criteria [bar at 20°C]		Results	
			ON	OFF	ON	OFF		
12-1	DS 90215 Bus 1	A	63G	4.0	4.2	4.0±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		4.0	4.2			Good
		C		4.0	4.2			Good
12-3	CB 90212	A	63GA	5.5	5.7	5.5±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		5.5	5.7			Good
		C		5.5	5.7			Good
		A	63GL	5.0	5.2	5.0±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		5.0	5.2			Good
		C		5.0	5.2			Good
12-4	CSE (GIS area)	A	63G	4.0	4.2	4.0±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		4.0	4.2			Good
		C		4.0	4.2			Good
12-5	VT VU2A	B	63GV	4.5	4.7	4.5±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
12-6	VT VU21A	A	63GV	4.5	4.7			Good
		B		4.5	4.7			Good
		C		4.5	4.7	Good		
21-1	CSE (Tr. area)	A	63G	4.0	4.2	4.0±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		4.0	4.2			Good
		C		4.0	4.2			Good
21-2	SA SS2A	A	63G	4.5	4.7	4.5±0.3	ON+ (0.05~0.3)	Good
		B		4.5	4.7			Good
		C		4.5	4.7			Good

Note 1 : Maintenance of GM 12-2 cannot be conducted because the busbar 2 is alive at this working stage.
 Note 2 : These gas pressure switches with gauge are type of temperature compensation.

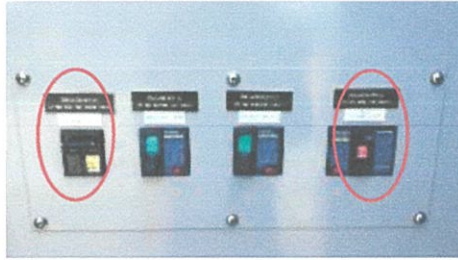
ภาพที่ 4.109 ภาพของตารางแสดงผลการทดสอบสวิตซ์ความดันก๊าซ (จากผลการตรวจสอบ Bay 2)

4.9.2 GCB oil operation mechanism

4.9.2.1 วัดความดันก๊าซ N₂ ที่ตัวถังเก็บ (Accumulator)



ภาพที่ 4.110 แสดงจุดที่ทำการทดสอบว่ามีก๊าซ เหลืออยู่เท่าใด



ภาพที่ 4.111 ก่อนทำการทดสอบ ให้ ON CB (ซ้าย)*,ทำการทดสอบ(ขวา)**

*สามารถ ON ทั้งแถวได้ เนื่องจากเป็นส่วนของ Oil operation mechanism

**ทำการทดสอบโดย Run ไปเรื่อยๆ จนปั๊มหยุดที่ค่าแรกจะได้ค่าก๊าซ N₂ ที่เกิดขึ้น

CB	Measured N2 press[bar·g]			Ambient temp [°C]	Criteria [bar·g at 20°C]	Remarks
	A	B	C			
90212	225	220	220	33	175 or more	

ภาพที่ 4.112 ภาพของตารางแสดงผลที่วัดความดันก๊าซ N₂ ที่ตัวถังเก็บ (ผลจาก Bay 2)

4.9.2.2 ทดสอบสวิตช์ความดันน้ำมัน

63QR	:OIL PRESSURE SWITCH FOR RECLOSE	ON:300bar	OFF:310bar
63QC	:OIL PRESSURE SWITCH FOR CLOSING LOCK	ON:270bar	OFF:280bar
63QT-1,2	:OIL PRESSURE SWITCH FOR TRIP LOCK	ON:255bar	OFF:265bar
636L-1,2	:SF6 GAS PRESSURE SWITCH FOR LOW LOCK	ON:5.0bar	OFF:5.5bar
63QG	:OIL PRESSURE SWITCH FOR OIL PUMP	ON:315bar	OFF:325bar

ภาพที่ 4.113 เป็นการบอกชนิดของสวิตช์ที่มีอยู่ และ เกณฑ์ในการทดสอบตามชนิดสวิตช์ที่มีอยู่

Oil pressure

Rated 315 to 325 bar (Oil pump operation)

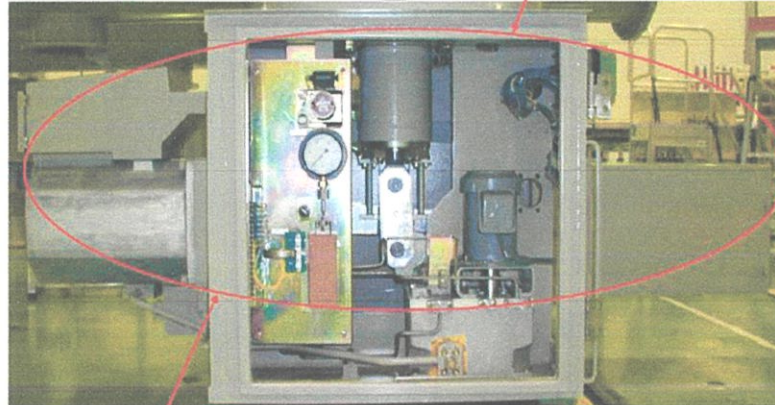
3QR (Re-closing lock out) 300 bar

3QC (Closing lockout) 270 bar

3QT (Trip lockout) 255 bar

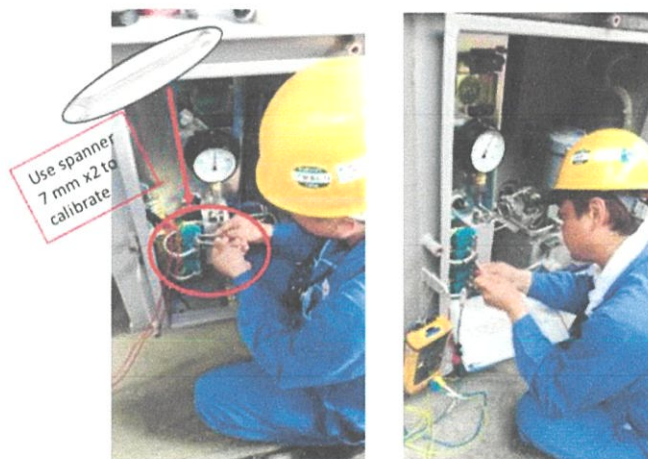
To Interrupter

CB operating mechanism housing



HYDRAULIC OPERATING MECHANISM

ภาพที่ 4.114 แสดงกล่องควบคุมการทำงานเชิงกล



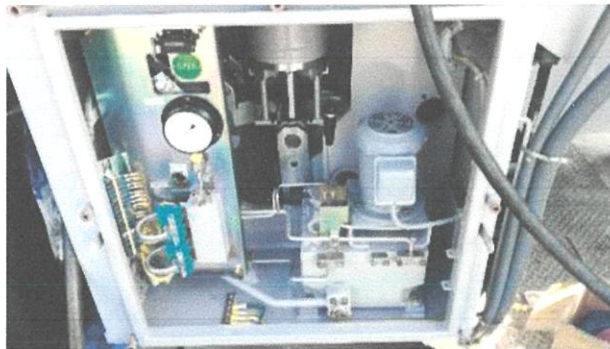
ภาพที่ 4.115 แสดงการทดสอบ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้*

*เมื่อได้ค่าเกินเกณฑ์ต้องทำการปรับค่าวาล์วความดันใหม่ โดยใช้ประแจ เบอร์ 7 จำนวน 2 ตัวในการช่วยปรับระดับค่าของสวิตช์ความดันน้ำมันแต่ละตัว ดูเกณฑ์ตามภาพ 4.114/4.115 หรือ ภาคผนวก ค

Devices		Measured values [bar·g]		Ambient temp.[°C]	Criteria [bar·g]		Results
		Operate	Reset		Operate	Reset	
63QG	A	315	325	33	315±10	Operate +(5~15)	Good
	B	315	327				Good
	C	316	327				Good
63QR	A	300	310	33	300±10	Operate +(5~15)	Good
	B	300	310				Good
	C	300	310				Good
63QC	A	268	278	33	270±10	Operate +(5~15)	Good
	B	272	282				Good
	C	270	280				Good
63QT1	A	253	263	33	255±10	Operate +(5~15)	Good
	B	255	266				Good
	C	254	264				Good
63QT2	A	257	267	33	255±10	Operate +(5~15)	Good
	B	255	266				Good
	C	253	263				Good

ภาพที่ 4.116 ภาพของตารางแสดงผลที่ทดสอบวาล์วความดันน้ำมันหลังจากปรับแล้ว (จาก Bay 2)

4.9.2.3 วัดเวลาในการชาร์จตัวเองอัตโนมัติ(auto-charging) ของปั้มน้ำมัน



ภาพที่ 4.117 ทำการ run pump operate ตามRated แล้วจับเวลา *

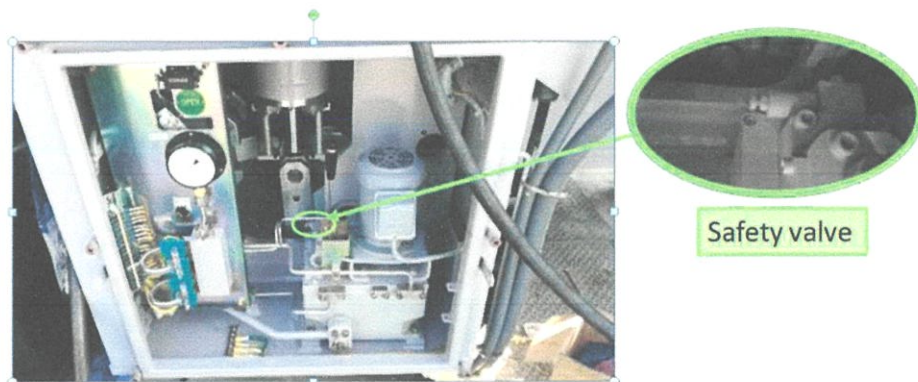
*จับเวลาขณะ Operate ตั้งแต่ 315 bar (Blue line) ไปจนถึง 325 bar

Items	Results	Criteria / Remarks		
		A	B	C
Running time of oil pump motor [sec]	26 26 27	Within 1 minute		

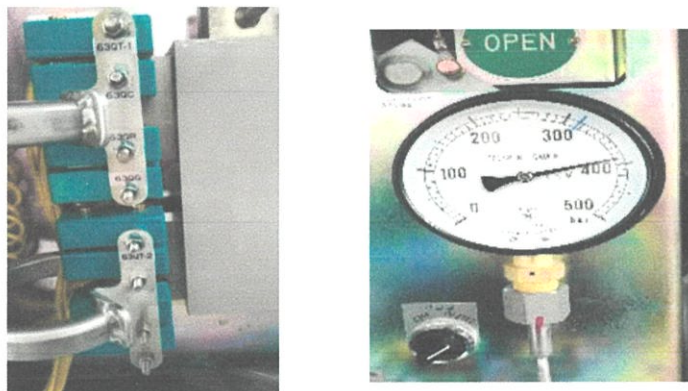
ภาพที่ 4.118 ภาพของตารางแสดงผลการทดสอบวัดเวลาในการชาร์จตัวเองอัตโนมัติ

(ผลจาก Bay 2)

4.9.2.4 ทดสอบการทำงานของวาล์วรักษาความปลอดภัย(safety valve)



ภาพที่ 4.119 แสดงจุดที่ Safety valve อยู่



ภาพที่ 4.120 จุดที่ Short circuit(ซ้าย)*, ค่าที่ Safety switch ทำงาน(ขวา)

*ทำการ Short circuit 63QG ซึ่งเป็นตัว Operate pump ปกติ(315-325 bar) (ซ้าย) , หลังจาก Operate ไปเรื่อยๆ จนถึงค่าหนึ่ง Safety valve จะทำงานให้ไม่ให้ปั๊มทำงานค่ามากไปกว่านี้ ตามภาพ

CB	Operated vales [bar·g]			Criteria [bar·g]	Remarks	Results
	A	B	C			
90212	385	388	392	380±25	Make short-circuit to the contact of 63QG	Good

Note : Remove short-circuited jumper of 63QG on completion of this test.

ภาพที่ 4.121 ภาพของตารางแสดงผลลัพธ์ของการทดสอบ safety valve

(ผลลัพธ์จาก Bay 2)

4.9.2.5 การทดสอบหาการรั่วไหลของน้ำมันร่วนจากกระบวนการทำงานเชิงกล(ภายใน)



$$P2' = \frac{273 + T1}{273 + T2} \times (P2 + 0.098) - 0.098$$

$$P \text{ [bar}\cdot\text{g/h]} = (P1 - P2')/h$$

Where in :

P1 [bar·g]	:	Initial oil pressure value
T1 [°C]	:	Ambient temperature at initial oil pressure
P2 [bar·g]	:	Final oil pressure value
T2 [°C]	:	Ambient temperature final oil pressure
P2' [bar·g]	:	Conversed pressure value at T1
P [bar·g/h]	:	Oil leakage value
h [hrs]	:	Left time

ภาพที่ 4.122 แสดงการทดสอบด้วยการ Open CB ค้างเอาไว้ที่ 315 bar หรือค่าใดก็ได้*

* ทำการทดสอบค้างไว้อย่างน้อย 12 ชม. (ซ้าย) , หลังจากผ่านช่วงเวลาไป ทำการบันทึกค่าที่เกิดขึ้น แล้วนำมาคำนวณตามสูตร

No	Items			Results			Criteria
				A	B	C	
1	Initial press.	P1	[bar·g]	322	326	321	5(bar·g)/Hr or less
	Initial temp.	T1	[°C]	30	30	30	
	Final press.	P2	[bar·g]	315	318	313	
	Final temp.	T2	[°C]	30	30	30	
	Time left	H	[Hrs]	15	15	15	
	Drop rate	PD	[(bar·g)/Hr]	0.47	0.53	0.53	

ภาพที่ 4.123 ภาพของตารางแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการปล่อยเอาไว้ 15 ชม. (ผลจาก Bay 2)

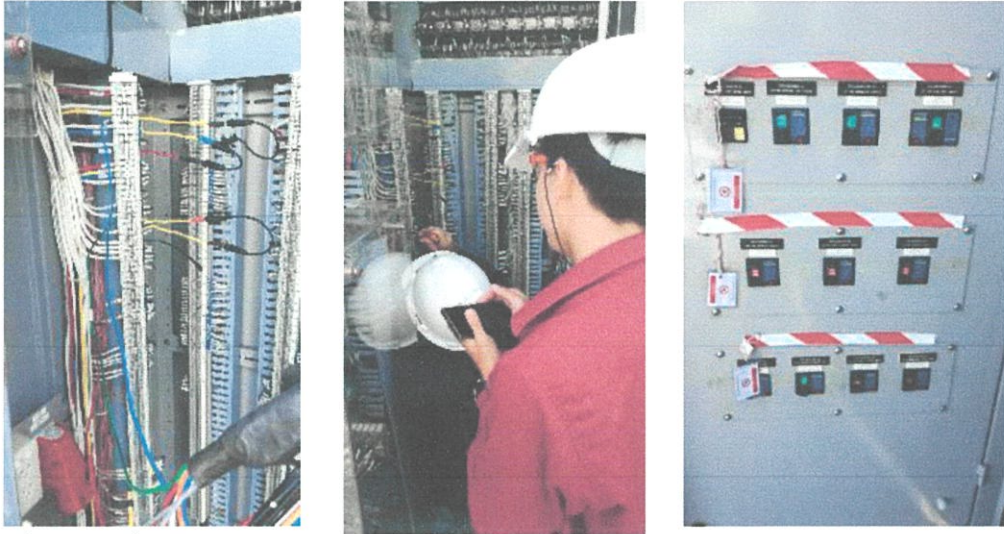
4.9.2.6 การทดสอบหาการรั่วไหลของน้ำมัน(ภายนอก)

ทำการตรวจเช็คโดยรอบ ว่ามีน้ำมันร่วนไหลอะไรหรือไม่ ที่ตรงข้อต่อ , ท่อ และที่การทำงานเชิงกลของน้ำมันตัวต่างๆ

4.9.3 ทดสอบระบบโดยรวมทั้งหมดของ GCB*

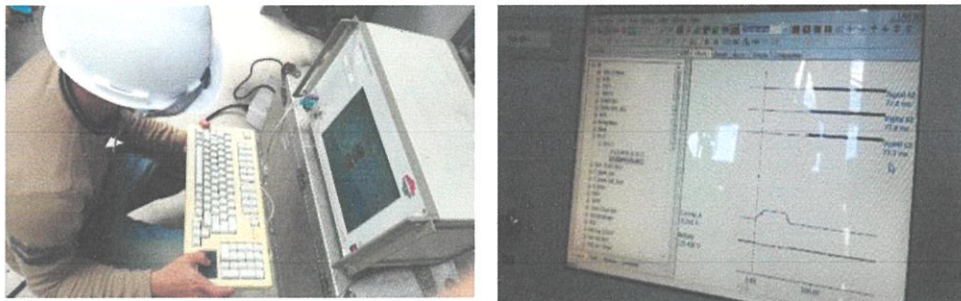
4.9.3.1 ทดสอบการทำงาน CB timing operation

*ผลการทดลองโดยทั่วไป สามารถดูได้ภาคผนวกที่ ๑



ภาพที่ 4.125 เชื่อมโยงสาย (สองภาพซ้าย)*, ทำการ ON CB ในส่วนของ Trip 1, Trip 2 และ Close (ขวา)

*ทำการรวมจุดของ Trip1 ทั้งสามเฟสเข้าด้วยกัน , Trip2 ทั้งสามเฟสเข้าด้วยกัน และ Close ทั้งสามเฟสเข้าด้วยกัน โดยดูจาก 4.124



ภาพที่ 4.126 ทำการทดสอบ CB timing operation*

*ใช้เครื่อง SA 100 Switchgear analyzer breaker testing

Timing test [ms]	Close	52C	77.8	77.0	77.3	<ul style="list-style-type: none"> • 52C : 100ms or less • 52T1/T2 : 18ms or less • Phase discrepancy : Within 4ms
Oil press : 315 bar·g	Open	52T1	15.5	15.6	15.3	
Control voltage :		52T2	15.2	15.2	15.0	
DC 110 V						

ภาพที่ 4.127 ภาพของตารางแสดงผลที่ได้จากการทดสอบเวลาการทำงาน CB (ผลจาก Bay 2) *

* ผลลัพธ์การทดสอบที่ได้ สามารถอ้างอิงได้จากภาคผนวกที่ ซ

4.9.3.2 ทดสอบหาความสามารถของค่าต่ำสุดที่ยังสามารถ operate ได้

นำค่า N_2 ที่ได้จาก 4.9.2.1 มาใช้ แล้วหาค่าในการ operate ต่ำสุดของการ Close/Open โดยรายละเอียดตามด้านล่าง

- a) กระบวนการ Close = $N_2 + 20$ bar
- b) กระบวนการ Open = $N_2 + 30$ bar



ภาพที่ 4.128 แสดงการทดสอบ และจุดที่ทำการทดสอบ*

*โดยเมื่อ operate ปุ่มได้จนถึงค่าที่คำนวณแล้วนั้น ต้องสามารถกดปุ่ม(push button switch) นั้นๆได้

Items		Results			Criteria / Remarks
		A	B	C	
Operation test with minimum oil pressure	Close	245	240	240	$N_2 + 20$ bar
	Open	255	250	250	$N_2 + 30$ bar

N2
A : 225
B : 220
C : 220

ภาพที่ 4.129 ภาพของตารางแสดงผลที่ได้จากการทดสอบหาค่าต่ำสุดในการทำงาน (จาก Bay 2)

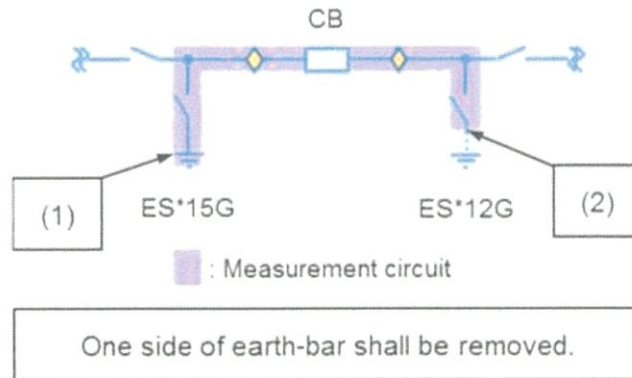
4.9.3.3 ทดสอบการ Close-Open CB หลังจากกักเก็บพลังงาน

เป็นการทดสอบหลังจากชาร์จเสร็จแล้ว ประมาณ 1 นาที จากนั้นทำการทดสอบ Close – Open นับเป็น 1 ชุด จนกว่าจะไม่สามารถทำการ Operate เหล่านั้นได้

Items		Results			Criteria / Remarks
		A	B	C	
Stored energy test	[times]	3			2 times of C-O operation, or more

ภาพที่ 4.130 ภาพของตารางแสดงจำนวนครั้งที่สามารถ Operate CB ได้ (ผลจาก Bay 2)

4.9.3.4 การทำการทดสอบความต้านทานของวงจรหลัก(main circuit resistance)



ภาพที่ 4.131 วงจรในการทดสอบหาความต้านทานของวงจรหลัก



ภาพที่ 4.132 แสดงการต่อวงจร และ อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานในการทดสอบ*

*เป็นการต่อด้านลง G ของ ES *15G ของภาพแรก แล้วภาพที่สอง เป็นการต่อด้าน แหล่งจ่าย ของ ES *12G แล้วให้เครื่องทดสอบทำการป้อน 100 A เพื่อหาค่าความต้านทานที่จะทำการวัด

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดสอบความต้านทานของวงจร (ขวา)

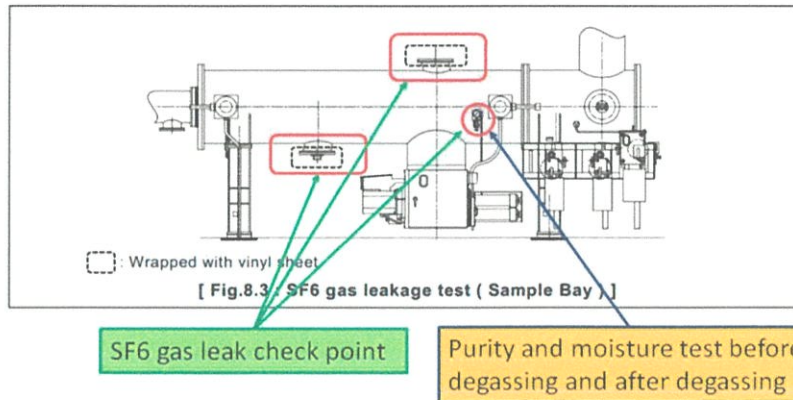
Measured point	Reference resistance value [$\mu\Omega$]		
	A	B	C
(1) – (2)	149	155	161

ภาพที่ 4.133 ภาพของตารางแสดงค่าความต้านทานเก่าที่ทำการวัดได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าใหม่

Injected current flow	Measured point	Phases	Measured resistance [$\mu\Omega$]	
			Before maintenance	After maintenance
(1) – (2)	(1) – (2)	A	158	158
		B	162	165
		C	173	173
Ambient temp. [$^{\circ}\text{C}$]			34	31

ภาพที่ 4.134 ภาพของตารางแสดงค่าความต้านทานที่ทำการวัดได้ (ผลจาก Bay 2)

4.9.4 การทดสอบระบบของก๊าซ SF₆



ภาพที่ 4.135 จุดที่ทำการตรวจวัดของระบบก๊าซ SF₆

โดยการตรวจวัดความชื้น(moisture) ต้องน้อยกว่า 150 ppm-v สำหรับ CB

ส่วนตัวอื่นๆ น้อยกว่า 500 ppm-v ได้, ค่าความบริสุทธิ์(purity) ต้องมากกว่า 97 %



This result from Bay 2

Check Items	Gas compartment		Results		Remarks
	GMM No.	Gas section	Before Degassing	After Gassing	
Moisture content (ppm)	12-3	CB 90212	A	76	79
			B	76	11
			C	44	103
Purity (%)	12-3	CB 90212	A	99.9	99.9
			B	99.9	99.7
			C	99.9	99.8

ภาพที่ 4.136 ตัวอย่างการตรวจวัดหาความชื้นและความบริสุทธิ์ และ ผลที่ได้จาก Bay 2



ภาพที่ 4.137 เป่าลมบริเวณที่เติมก๊าซเสร็จ(ซ้าย), คลุมด้วยพลาสติก(ขวา)*

*เป่าลมรอบเกจความดัน หลังจากนั้นทำการคลุมด้วยพลาสติกเพื่อรอทำการวัดการรั่วไหลของก๊าซ



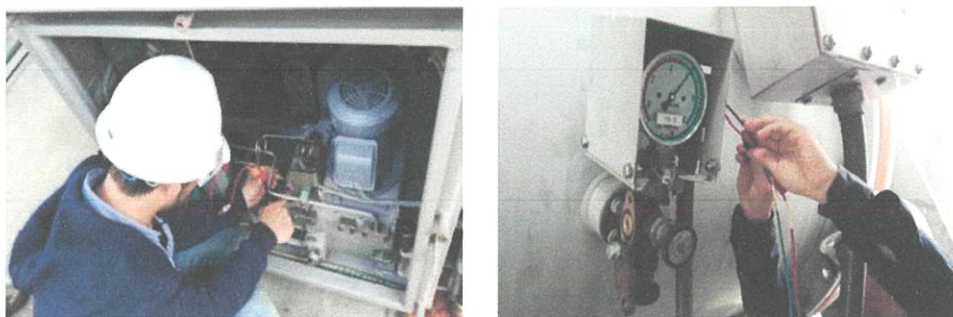
ภาพที่ 4.138 แสดงวิธีการตั้งค่าเครื่องมือตรวจวัดก๊าซซรั่วไหลทั้งฝาดบนและฝาดล่าง
(โดยทำการวัดหลังจากเติมเสร็จไปแล้วอย่างน้อย 3 ชม.)



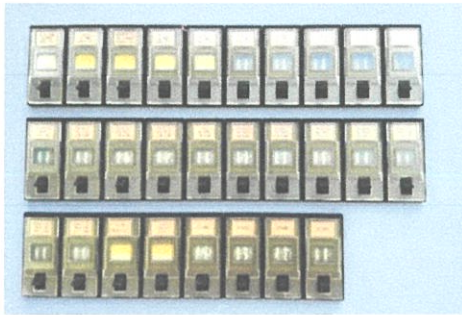
ภาพที่ 4.139 ทำการตรวจวัดก๊าซที่รั่วไหล ตามจุดเกจความดันต่างๆทั้ง VT/DS/CB/Tr Area*

*ดูผลทดสอบเพิ่มเติมได้จากภาคผนวกที่ ฅ

4.9.5 การทดสอบวงจรควบคุม และการแจ้งเตือนต่างๆ



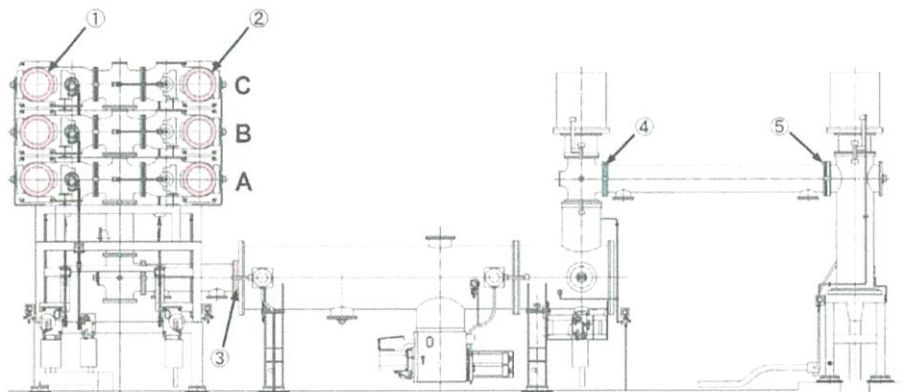
ภาพที่ 4.140 การทดสอบวงจรควบคุม และการแจ้งเตือนเพื่อส่งไปยัง LCP (ซ้ายและขวา)



ภาพที่ 4.141 แสดงถึงแผงแจ้งเตือนที่อยู่บน LCP ที่ได้รับการแจ้งเตือนมาจากอุปกรณ์*

*สามารถดูผลการทดสอบได้จากภาคผนวกที่ ๑๖

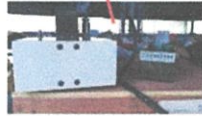
4.9.6 การตรวจวัด Partial Discharge



ภาพที่ 4.142 แสดงจุดที่ทำการตรวจ Partial Discharge



This result from Bay 1



Measurement points			Before maintenance			After maintenance			Criteria
No	Area	Points	A	B	C	A	B	C	
1	Bus1-DS	Spacer	Good	Good	Good	Good	Good	Good	No detected level 4 or more continuously
2	Bus2-DS	Spacer	Good	Good	Good	Good	Good	Good	
3	DS-CB	Spacer	Good	Good	Good	Good	Good	Good	
4	CB-DS	Spacer	Good	Good	Good	Good	Good	Good	
5	DS-CSE	Spacer	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Date recorded			26/Oct/17			7/Nov/17			

Inspection refer QC record sheet at separate orange point (Not more than level 4)

ภาพที่ 4.143 ทำการตรวจวัดหา Partial discharge ตามจุดต่างๆของ Spacer ที่สามารถเข้าถึงได้ และ ผลลัพธ์ที่ได้ มาจากการตรวจวัดหา Partial Discharge ของ Bay 1

4.10 การตรวจสอบสุดท้าย (Final inspection)

4.10.1 การตรวจสอบโดยรวม

ทำการอุปกรณ์ต่างๆ , ทำความสะอาด และ เช็คว่ามีชิ้นส่วนใดตกค้างอยู่ในสถานที่ทำงาน รวมไปถึง ตรวจสอบความเรียบร้อยด้วยรวมทั้งหมดของหน้างาน , อ่านค่าตัวนับการทำงาน ของ CB และค่าความดันของเกจหลังจากทำการเติม (ดูผลได้จากภาคผนวกที่ 7)



ภาพที่ 4.144 การตรวจเช็คอุปกรณ์ และ สิ่งของที่ไม่ใช่(ซ้ำย) , ทำความสะอาดโดยรอบ(ขวา)



ภาพที่ 4.145 ทำความพื้นทีโดยรอบ และ ทำความสะอาดสายเคเบิลด้านล่าง (ซ้าย) ,
ทำความสะอาดข้อเชื่อมต่อ G ของ ES (ขวา)

4.10.2 ทาสีตู้ และ กล่องควบคุมต่างๆ



ภาพที่ 4.146 ทำการทาสีที่ตู้คอนโทรล(LCP) แต่ละ Bay

4.10.3 ทำการตรวจสอบภายในตู้หรือกล่อง



ภาพที่ 4.147 ทำการเช็คกล่องควบคุมเชิงกล และอื่นๆ ว่าไม่มีอุปกรณ์ตกหล่น หรือสายหลวม

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ตั้งอยู่ที่พื้นที่ส่วนถมทะเลของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากถ่านหิน โดยนำถ่านหินชั้นดี ประเภท บิทูมินัส (Bituminous) จากเหมืองในประเทศออสเตรเลียและอินโดนีเซียมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ด้วยระบบขนส่งทางเรือสู่ลานกลองถ่านหิน แล้วป้อนสู่ระบบสายพาน Coal Bunker และส่งต่อไปบดขยี้ Coal Pulverizer ให้ได้ขนาดที่ต้องการก่อนที่จะถูกส่งเข้าไปยังหม้อไอน้ำ (Boiler Furnace) โดยการไหลลงมาผ่านเข้าไป เมื่อถ่านเผาไหม้ก็จะคายพลังงานความร้อนออกมา และถ่ายเทให้น้ำที่อยู่ภายในท่อรอบๆ ผนังเตา น้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำที่กำจัดแร่ธาตุต่างๆ ออกแล้ว (Demineralized Water) เมื่อน้ำได้รับความร้อน จะร้อนขึ้นจนเดือดและน้ำบางส่วนจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ อุปกรณ์ที่เรียกว่า Boiler Drum ซึ่งติดตั้งอยู่ส่วนบนของเตาเผา จะทำหน้าที่แยกไอน้ำและน้ำออกจากกัน ส่วนที่เป็นน้ำ จะกลับไปรับความร้อนจากเตาเผาอีกครั้งหนึ่ง ส่วนที่เป็นไอน้ำจะผ่านไปเข้า Superheat Coil เพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันให้เหมาะสมกับการที่จะนำไปใช้ในการขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ไอน้ำเมื่อผ่านกังหันจะคายพลังงานให้ตัวกังหันทำให้กังหันหมุน กังหันจะต่อแกนร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน สนามแม่เหล็กจะหมุนไปตัดกับขดลวดที่อยู่ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น กระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะถูกยกระดับแรงดัน ขึ้นด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า (Generator Transformer) เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าเหมาะสมต่อการส่งกระแสไฟฟ้า เข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) ต่อไป

ช่วงเวลาที่ได้เข้าร่วมฝึกสหกิจศึกษาที่ เป็นช่วงที่มีการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ประจำปีรอบ 12 ปี (Extended Major Outage : EMJ) ในช่วงเวลาการซ่อมบำรุงนั้นระหว่างวันที่ 14 ตุลาคม จนถึง 24 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นการซ่อมบำรุงส่วนต่างๆ ภายในบริษัท ทำให้มีโอกาสดูแลและเข้าไปทำงานบริเวณพื้นที่ในส่วนที่ทำงานหลักของโรงงาน ซึ่งในปกติไม่สามารถเข้าไปได้ในขณะที่โรงงานกำลังทำงานอยู่ อาทิเช่น สถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ (Gas insulated Switchgear : GIS) , เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) , หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) , มอเตอร์ (Motor) , เครื่องกำเนิดไอน้ำ (boiler) , ระบบดับจับฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต และ ยังรวมไปถึง ระบบอื่นๆ อีกด้วย จากผู้เชี่ยวชาญ จากเจ้าของเทคโนโลยีที่มาจากประเทศญี่ปุ่น และ ถือเป็นโอกาสอันดียิ่งๆ ขึ้นไป อีกเมื่อมีการแบ่งทีมเข้าทำงานกัน จึงได้มีโอกาสร่วมทีมกัน เนื่องจากสามารถสื่อสารภาษาญี่ปุ่นได้เล็กน้อย ตลอดจนได้ร่วมรับฟังคำชี้แนะจากพี่เลี้ยง ผู้ซึ่งคุมงานในเรื่องเหล่านี้ และ บุคลากรต่างๆ ที่ร่วมทำงานด้วยกัน และต้องขอขอบพระคุณ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มา ณ ที่นี้อีกครั้งด้วยที่ได้มอบโอกาสให้ได้มาฝึกงานในสถานประกอบการแห่งนี้

ซึ่งในส่วนที่ได้รับผิดชอบ คือ การตรวจสอบ และ ซ่อมบำรุงครั้งใหญ่ของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแบบใช้ฉนวนก๊าซ(GIS) โดยมีการตรวจสอบระบบต่างๆ ซึ่งการตรวจสอบที่เป็นหัวใจหลักในครั้งนี้คือ การตรวจสอบอุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(Gas Circuit Breaker : GCB) ที่ทำหน้าที่ดับอาร์ค(Arc) เวลาเกิดความผิดพลาด(fault) ขึ้นภายในระบบ โดยอุปกรณ์นี้อยู่ในถังปิดล้อม(enclosure) ที่มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการช่วยดับอาร์ค(Arc) ที่เกิดขึ้น คือ Stationary arc contact , Nozzle , Moving arc contact อุปกรณ์ทั้งสามชิ้นนี้คืออุปกรณ์หลักในการทำหน้าที่ ในการตรวจสอบนั้น เราจะทำการเปิดฝาของถังปิดล้อมทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อสามารถนำออกมาดู และ ตรวจสอบได้ โดย Nozzle เมื่อนำออกมาตรวจสอบแล้วนั้น ทางฝ่าย TA ของ MELCO แนะนำว่า ไม่สมควรนำกลับมาใช้ซ้ำอีก ด้วยเหตุผลที่ว่าเกลียวอาจจะไม่พอดีกัน ทำให้ส่งผลต่อหน้าสัมผัสในการช่วยดับอาร์ค แต่ในส่วนของอุปกรณ์อื่นๆ เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ยืนยันว่าสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้นั้น ก็สามารถใช้อีกครั้งได้

ในส่วนของการตรวจสอบและซ่อมบำรุงอื่นๆ มีการตรวจสอบที่สำคัญอีกคือ การตรวจสอบการทำงานเชิงกลของตัวควบคุมการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบก๊าซ(GCB) ที่ต้องทำการตรวจเช็คว่ายังสามารถทำงานได้ตามค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้หรือไม่ เมื่อก๊าซลดต่ำลงจนเกินไป หรือ อยู่ดีๆ ระดับน้ำมันลดหายไป จะสามารถส่งแจ้งเตือนมายังส่วนของตู้คอนโทรล(Local Control Panel : LCP) และ ส่งมายังกล่องควบคุมระยะไกล(Remote Control Panel : RCP) ได้หรือไม่ จึงต้องมีการตรวจสอบกัน และ ยังตรวจสอบความชื้น(moisture) และ ความบริสุทธิ์(purity) ของก๊าซ SF_6 ที่ก่อนทำการเติม และ หลังทำการเติมอีกด้วย เมื่อทำการเติมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะมีการตรวจเช็คว่าจะเกิดรั่วไหลของก๊าซเหล่านี้หรือไม่ เนื่องจากก๊าซ SF_6 นี้เป็นก๊าซอันตราย ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จึงทำให้ต้องมีการตรวจสอบอยู่เสมอ หลังจากนั้นจะทำการตรวจเช็ค และ เปลี่ยนชุดอุปกรณ์ต่างๆของพวกกล่องทำงานเชิงกล เช่น ปะเก็น , O-ring , ตัวน็อตต่างๆ พร้อมด้วยเกจความดันแต่ละชนิด ของทุกตัวอีกด้วย หลังจากทำการตรวจเช็ค และ ตรวจสอบทั้งหมดแล้ว จะมีการตรวจวัด Partial Discharge ว่าเกิดการดิสชาร์จขึ้นในช่องว่าง(Chamber) หรือเปล่า จากนั้นจึงทำการจ่ายไฟกลับเข้าระบบ ให้ทำงานเหมือนเดิม

การฝึกงานครั้งนี้ถือว่าประสบความสำเร็จทั้งด้านการศึกษา ที่ได้มีโอกาสนำพื้นฐานความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ประกอบในการเข้าร่วมฝึกงาน ทั้งส่วนของด้านโอกาสที่ได้สอดคล้องกับที่ทางโรงไฟฟ้า บีแอลซีพี มีการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่พอดี ทำให้ได้สัมผัสประสบการณ์ และโอกาสที่จะเข้าร่วมงาน ในสถานะทั้งการเดินเครื่อง และ การบำรุงรักษาหลักในทุกส่วนของโรงงาน ตลอดจนมิตรภาพที่ดีที่ได้รับจากทั้งพี่ๆบุคลากรของบริษัท และ พี่ๆผู้เชี่ยวชาญ หรือพี่ๆเจ้าของเทคโนโลยี ตลอดจนประสบการณ์ที่ได้รับจากการเกื้อกูลจากคณะอาจารย์ของ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในที่สุด

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในด้านปัญหาและอุปสรรค สำหรับการฝึกงานที่ผ่านมาทำให้รู้ว่า ความรู้ของที่มีนั้นยังไม่เพียงพอ ต่อสถานการณ์การทำงานจริง ทำให้ต้องเรียนรู้ไปพร้อมกับการทำงานหน้างานไปพร้อมกัน และ ในด้าน อุปกรณ์ บางอย่างไม่พร้อม หรือ ขาดุดขึ้น ในระหว่างช่วงทำงาน ทำให้งานเกิดความล่าช้าขึ้น และด้วย บางวันสภาพภูมิอากาศก็ไม่เป็นใจ ทำให้งานที่ได้วางกำหนดการไว้แล้ว ต้องเลื่อนออกไป

5.3 การวางแผนการซ่อมบำรุง

ตามแผนการแรกที่ทางบริษัทวางแผนเอาไว้วันนั้น ได้วางแผนให้ มีการตรวจสอบ Bay ละ 7 วัน และ ตรวจสอบ Bus ละ 3 วัน โดยมีรายละเอียดการตรวจสอบต่างๆดังนี้

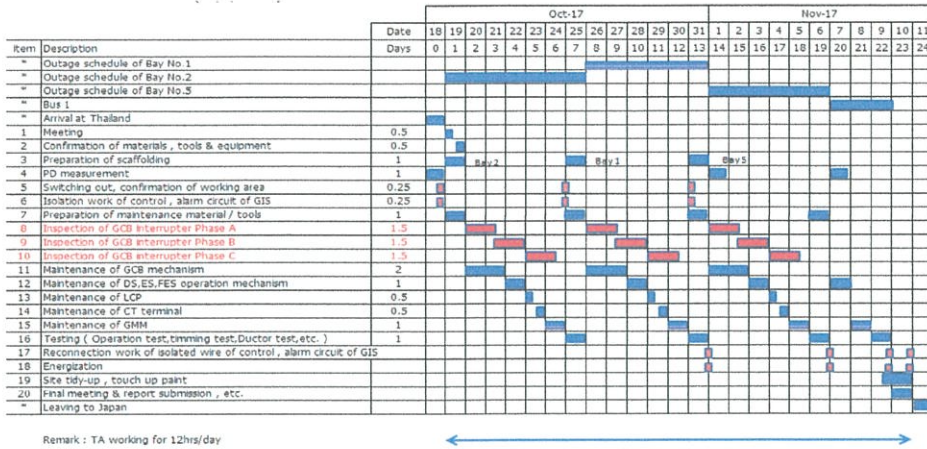
การตรวจสอบ Bay ในเวลา 7 วัน

- ตรวจสอบ Partial discharge ทั้งก่อนและหลัง ตรวจสอบแต่ละครั้งใช้เวลาราวๆ 1 วัน
- การจัดเตรียมอุปกรณ์ในแต่ละ Bay รวมไปถึง Spare parts เป็นเวลา 1 วัน
- การตรวจสอบ GCB Interrupter ในแต่ละเฟสใช้เวลา 1½ วัน (3 เฟส = 4½ วัน)
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GCB Mechanism (ทำควบคู่ไปกับตรวจสอบ GCB Interrupter) เป็นเวลา 2 วัน
- การซ่อมบำรุงการทำงานของอุปกรณ์ DS/ES/FES Mechanism (ทำควบคู่ไปกับ ตรวจสอบ GCB Interrupter) เป็นเวลา 1 วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ของ LCP , CT Terminal อย่างละ ½ วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GMM และ การทดสอบต่างๆ อย่างละ 1 วัน
- ทำการเชื่อมโยงสายที่ทำการปลดออกในช่วงก่อนหน้า และ เช็จุดต่างๆ 1 วัน

การตรวจสอบ Bus ในเวลา 3 วัน

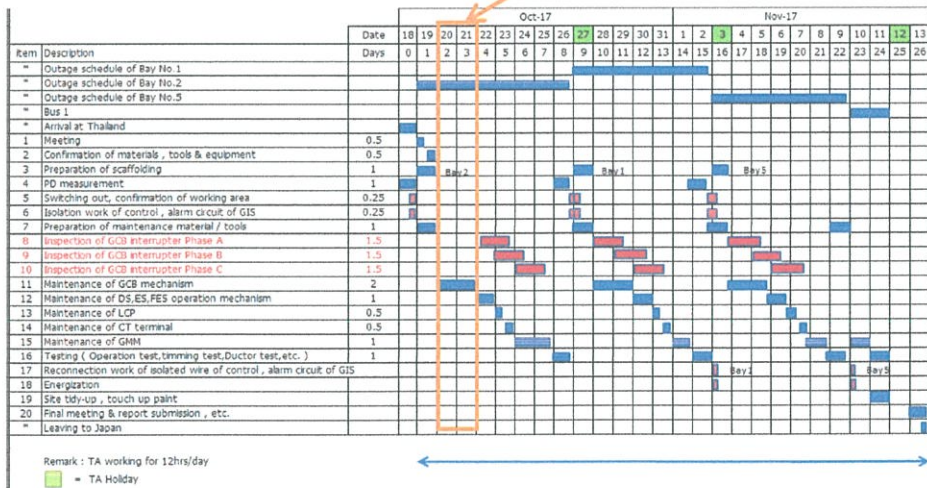
- ตรวจสอบ Partial discharge ทั้งก่อนและหลัง โดยในการตรวจแต่ละครั้งใช้เวลา ราวๆ 2 ชม. หรือ ¼ ของวัน
- การซ่อมบำรุงการทำงานของอุปกรณ์ DS/ES/FES Mechanism เป็นเวลา 1 วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GMM และ การทดสอบต่างๆ อย่างละ 1 วัน

ซึ่งจากทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถดูได้ตามแผนตารางดังรูปที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำการวางแผนเอาไว้ในตอนแรก

ในช่วงแรกๆ นั้นเกิดปัญหาขึ้นเนื่องจาก อุปกรณ์ที่เตรียมมาไม่พร้อม และ ยังมีอุปกรณ์เครื่อง DILO (เครื่อง Evacuation/Filling/Recovery Gas) ที่จัดเตรียมมานั้น เกิดความขัดข้องในการใช้งาน ทำให้ในช่วงแรก หลังจากทางผู้เชี่ยวชาญจากญี่ปุ่น มานั้นต้องเลื่อนงานในส่วนการ เข้าไปตรวจสอบ อุปกรณ์ เซอร์คิตเบรคเกอร์แบบก๊าซ (Gas Circuit Breaker : GCB) ไปถึง 2 วัน ซึ่งทำให้การทำงานบางส่วนต้องล่าช้าออกไป จากที่ได้วางแผนไว้ ดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำงานจริง หลังพบเจอปัญหา

จากปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้การทำงานเกิดความล่าช้า ขึ้นโดยจะภาพที่ 5.1 จะเห็นได้ว่า เราวางแผนเอาไว้ให้งานทุกอย่างเสร็จในวันที่ 11 พฤศจิกายน แต่ เนื่องจากเกิดปัญหาดังกล่าว ทำให้ ทำงานเสร็จจริงๆในวันที่ 13 พฤศจิกายน ตามภาพที่ 5.2 ส่งผลให้ ผู้ร่วมงานที่ทางสถานประกอบการที่จ้างมานั้น ประสบปัญหา เนื่องจาก ผู้ร่วมงานมีไปทำงานอีกแห่งหนึ่ง ตั้งแต่วันที่ 12 พฤศจิกายน จึงส่งผลกระทบต่อผู้ร่วมงาน แต่หลังจากที่ได้เข้าร่วมทำงานที่ผ่านมาแล้วนั้น ผู้จัดทำได้สังเกตเห็นว่า งานบางส่วนนั้น

สามารถย่อระยะเวลาลง และ บางงานสามารถรวมเข้ามาทำพร้อมๆกับส่วนอื่นได้ เนื่องจากมีผู้ร่วมงานที่พอ สำหรับการทำให้โรงไฟฟ้าสามารถเข้าสู่กระบวนการผลิต/จ่ายไฟฟ้า ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้สำหรับการซ่อมบำรุงครั้งต่อไปนั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

การตรวจสอบ Bay ในเวลา 6 วัน (ลดลงจากเดิม จากเดิมที่ใช้เวลา 7 วัน)

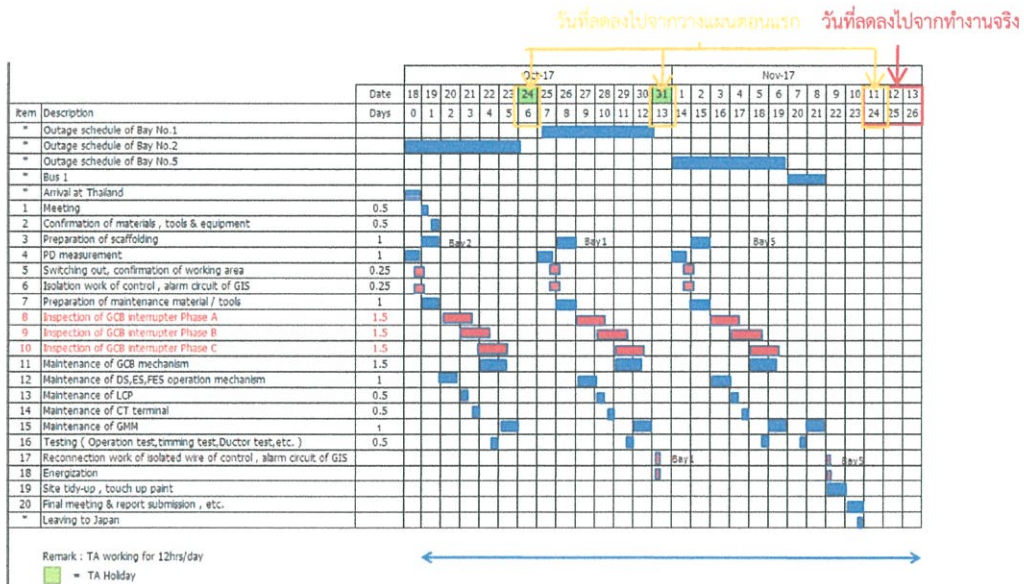
- ตรวจสอบ Partial discharge ทั้งก่อนและหลัง ตรวจสอบแต่ละครั้งใช้เวลาราวๆ 1 วัน
- การจัดเตรียมอุปกรณ์ในแต่ละ Bay รวมไปถึง Spare parts เป็นเวลา 1 วัน
- การตรวจสอบ GCB Interrupter ในแต่ละเฟสใช้เวลา 1½ วัน (3 เฟส = 4½ วัน)
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GCB Mechanism (ทำควบคู่ไปกับตรวจสอบ GCB Interrupter) เป็นเวลา 1½ วัน (ลดลงจากเดิม จากเดิมที่ใช้เวลา 2 วัน)
- การซ่อมบำรุงการทำงานของอุปกรณ์ DS/ES/FES Mechanism (ทำควบคู่ไปกับตรวจสอบ GCB Interrupter) เป็นเวลา 1 วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ของ LCP , CT Terminal อย่างละ ½ วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GMM เป็นเวลา ½ วัน (ลดลงจากเดิม จากเดิมที่ใช้เวลา 1 วัน)
- การทดสอบต่างๆ เป็นเวลา 1 วัน
- ทำการเชื่อมโยงสายที่ทำการปลดออกในช่วงก่อนหน้า และ เช็จุดต่างๆ 1 วัน

การตรวจสอบ Bus ในเวลา 2 วัน (ลดลงจากเดิม จากเดิมที่ใช้เวลา 3 วัน)

- การซ่อมบำรุงการทำงานของอุปกรณ์ DS/ES/FES Mechanism เป็นเวลา 1 วัน
- การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ GMM เป็นเวลา ½ วัน (ลดลงจากเดิม จากเดิมที่ใช้เวลา 1 วัน)
- การทดสอบต่างๆ เป็นเวลา 1 วัน

จากการทำงานจริงทำให้รู้ว่างานบางส่วนนั้นสามารถแบ่งคนไปทำในบางส่วนพร้อมกันได้ ยกตัวอย่างเช่น การซ่อมบำรุง GCB Mechanism นั้นหลังจากที่การเปลี่ยนและเติมก๊าซเสร็จแล้วนั้น ก็ทำการตรวจเช็คของเฟส A และ เฟส B ไปก่อนหน้าได้ จึงสามารถย่อระยะเวลาลงได้ และ ในส่วนของ GMM นั้นได้ลดระยะเวลาการทำงานลงมานั้น เนื่องจากสังเกตเห็นว่า สามารถแบ่งผู้ทำงานไปทำงานพร้อมกันได้ เพราะแต่ละส่วนใช้ผู้ทำงานราวๆ 1-3 คน เป็นต้น

ซึ่งจากทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถดูได้ตามแผนตารางดังรูปที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ภาพแสดงตารางงานที่ได้ทำการวางแผนเอาไว้

จากภาพ 5.3 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่ได้วางแผนในตอนแรก ตามภาพ 5.1 แล้วนั้นจะเห็นได้ว่าระยะเวลาจะต่างจากเดิม โดยที่ระยะเวลาในการทำแต่ละ Bay จะเหลือเพียง 6 วัน จาก 7 วัน ซึ่งทำให้สามารถย่นระยะเวลาทำให้เร็วกว่าเดิมได้ 1 วัน ทั้งนี้ยังสามารถมีเวลาพัก เพื่อไม่ให้เกิดความเหนื่อยจนเกินไปของทั้งคนร่วมงานและเจ้าหน้าที่จากญี่ปุ่น ซึ่งถ้าไม่รวมถึงวันเวลาที่หยุดพัก จะสามารถทำให้ต่างจากที่วางแผนเอาไว้ 3 วัน ซึ่งเมื่อคิดถึงรายได้ที่โรงไฟฟ้าขายให้ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแล้วช่วยประหยัดเวลาและนำไปสู่การลดต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษา คิดเป็นวันละ หลายล้านบาทต่อหนึ่งหน่วยการผลิต(เป็นค่าประมาณ ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย) ทั้งนี้ทางโรงไฟฟ้าควรต้องเตรียมพร้อมในด้านอุปกรณ์และจำนวนคนให้พร้อมกับการซ่อมบำรุงรักษาครั้งใหญ่ในครั้งต่อไป










แหล่งอ้างอิง

- [1]. กองความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2560]มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานพื้นที่อับอากาศ พ.ศ.2547 : http://www.oshthai.org/index.php?option=com_content&view=article&id=295%3A-m-m-s&catid=1%3Anews-thai
- [2]. นายทวีโชค เพชรเกษม. [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2560] Substation Equipment and Protective Relaying : <http://www.aida-engineering.co.th/index.php?subpage=1&contentid=29>
- [3]. ศิริพร วันพันธ์. [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2560] การบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน (ตอนที่ 1) : http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=16288
- [4]. BLCP POWER LIMITED. [ออนไลน์] [สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2560] ข้อมูลด้านเทคนิคเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดที่โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี นำมาใช้ : <http://www.blcp.co.th/th/technical/>
- [5]. MITSUBISHI ELECTRIC CO. *COURSE H 500 kV GIS INSTRUCTOR GUIDE : MITSUBISHI ELECTRIC CO., 2549.*
- [6]. MITSUBISHI ELECTRIC CO. *500KV Gas Insulated Switchgear Maintenance Manual : MITSUBISHI ELECTRIC CO., 2549.*
- [7]. MITSUBISHI ELECTRIC CO. *Capacitor Voltage Transformer Maintenance Manual : MITSUBISHI ELECTRIC CO., 2549.*
- [8]. MITSUBISHI ELECTRIC CO. *Procedure_Map Ta Phut 500kV GIS maintenance : MITSUBISHI ELECTRIC CO., 2560.*
- [9]. MITSUBISHI ELECTRIC CO. *QC RECORE SHEET OF 500kV GIS MAINTENANCE : MITSUBISHI ELECTRIC CO., 2560.*







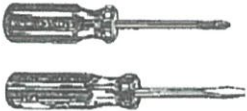

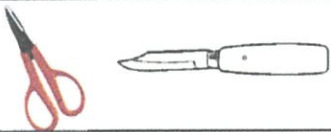





ภาคผนวก ก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการ Overhaul

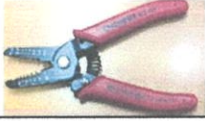



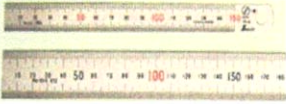



อุปกรณ์ที่จัดเตรียมเองจากสถานประกอบการ (โดยมีลิสรายการมาจากทาง Mitsubishi Corporation)

Name/Identification (The device in the photo is one such example)		Quantity	
1	Vacuum Cleaner (shop type) 	1	
2	Ladder & Steps  SCAFFOLDING STEP LADDER LADDER	1 each	
3	Electric Drum Cord & Extension cord 	3 sets	
4	Box Ratchet Wrench 	2 sets	
5	Extension bar 	L:200mm	2
		L:400mm	2
		L:600mm	2
6	Metallic socket 	M6(10mm)	2
		M8(13mm)	2
		M10(17mm)	2
		M12(19mm)	2
7	Metallic hex socket 	M10(8mm)	2
		M12(10mm)	2
8	Allen wrench sets (Used for socket head bolt) 	2 sets	
9	Torque-wrench 	M6(10mm) 60kg-cm(5.9N-m)	2
		M8(13mm) 140kg-cm(13.7N-m)	2
		M10(17mm) 280kg-cm(27.5N-m)	2
		M12(19mm) 480kg-cm(47.1N-m)	2

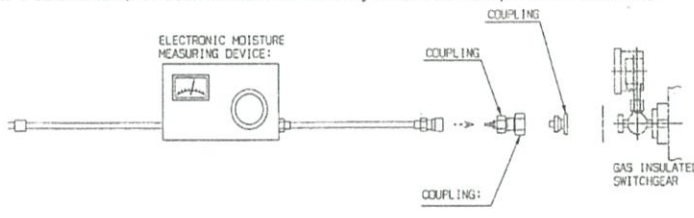
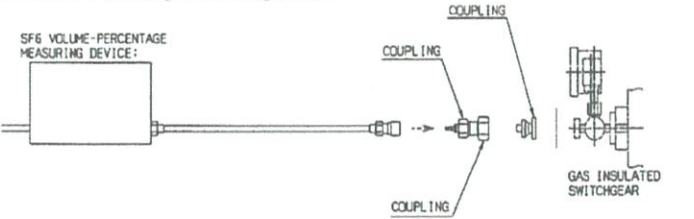
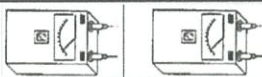

ภาพที่ ก.1(a) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ

Name/Identification (The device in the photo is one such example)			Quantity
10	Socket type adjustable torque wrench 	M6 - 8 60 - 140kg-cm (5.9 - 13.7N-m)	2
		M10 - 12 200 - 480kg-cm (19.6 - 47.1N-m)	2
11	Adjustable wren 	Maximum Adjust size to M16(24mm)	2
12	Snapping pliers	Straight tip type (Large / Small) 	1 each
		Bend tip type (Large / Small) 	1 each
13	Radio pliers		2
14	Cutting pliers		2
15	Screw Driver (cross & through head)		2 each
16	File Sets (plain & round surface)		1set each
17	Electricians knife & Scissors		2sets
18	Vernier Caliper		1
19	Screw tap set (M6 through M16)		1set
20	Thickness Gauge		2
21	Light (AC source & Dry Cell type)	Flashlight 	2sets each
		Worklight 	

ภาพที่ ก.1(b) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ

Name/Identification (The device in the photo is one such example)		Quantity
22	Crimping tool (Cabling and Termination tools) Applicable wire size : 2sqmm / 3.5sqmm JST YHT-2210 for terminal without insulating tube (or equivalent) JST YNT-1614 for terminal with insulating tube (or equivalent)	1set
23	Wire stripper 	1
24	Box driver 	M5(8mm) M6(10mm) M8(13mm) 2 each
25	Hammer (steel & plastic head) 	1 each
26	Tape Measure (2m & 5m) (Steel type) 	1 each
27	Steel Rule (300mm & 1000mm long) 	1 each
28	Color Felt Marker (Black white & red) 	3 each
29	Plastic scraper (Brass & wire type) 	5
30	Solvent Pitcher (For alcohol & thinner)	5
31	Tool box 	1
32	Helmet	Number of workers

ภาพที่ ก.1(ค) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมโดยสถานประกอบการ

Name/Identification (The device in the photo is one such example)		Quantity
1	Graphical Timing Measurement Device (Electromagnetic oscillograph) (Available for CB timing test)	1
2	Dew-Point meter (For determination of humidity in SF6 its dew point is measured.) 	1
3	SF6-Volume-Percentage measuring device 	1
4	Ductor Tester (Milli-volts drop test device) Current capability:Max.100 Amp	1
5	Megger (500V/1000V Multi-range) 	1 each
6	Digital multimeter	1
7	Bell or Buzzer (For Current flow tester)	2
8	Condenser 0.2 μ F, 1000V (Voltage filter)	3
9	Inspection Mirror (To be used for internal inspection at invisible area) 	1

ภาพที่ ก.2 ภาพแสดงตารางอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบใน Overhaul เตรียมจากสถานประกอบการ

Item 1 "GIS Maintenance Parts"

No.	Description	Q'ty
Parts for Bay 1		
1	Maintenance parts for CB Operating Mechanism Houshing	1 Set
2	Maintenance parts for CB Hydraulic Operating Mechanism	1 Set
3	Maintenance parts for CB Interrupter	1 Set
4	Maintenance Parts for Bus DS/FES Operating Mechanism(MBE-05M)	5 Set
5	Maintenance Parts for DS Operating Mechanism(MDC)	1 Set
6	Maintenance Parts for ES Operating Mechanism(TDC)	2 Set
7	Maintenance Parts for Gas Systems (GIS Gas Compartment)	9 Set
8	Maintenance Parts for Gas Systems (CB Gas Compartment)	3 Set
9	Maintenance Parts for Gas Systems (LA Gas Compartment)	-
10	Maintenance Parts for Gas Systems (VT Gas Compartment)	-
11	Replace of CB Oil Pressure switches & Gauge	1 Set
12	Maintenance Parts for CT Terminal Box	1 Set
13	Maintenance Parts for VT Connection Box	-
14	Maintenance Parts for Local Control Panel	1 Set

ภาพที่ ก.3(a) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)*

*รายละเอียดของแต่ละชุดจะพุดตั้งแต่ภาพที่ ก.3(d) เป็นต้นไป

No.	Description	Q'ty
Parts for Bay 2		
1	Maintenance parts for CB Operating Mechanism Houshing	1 Set
2	Maintenance parts for CB Hydraulic Operating Mechanism	1 Set
3	Maintenance parts for CB Interrupter	1 Set
4	Maintenance Parts for Bus DS/FES Operating Mechanism(MBE-05M)	2 Set
5	Maintenance Parts for DS Operating Mechanism(MDC)	-
6	Maintenance Parts for ES Operating Mechanism(TDC)	2 Set
7	Maintenance Parts for Gas Systems (GIS Gas Compartment)	12 Set
8	Maintenance Parts for Gas Systems (CB Gas Compartment)	3 Set
9	Maintenance Parts for Gas Systems (LA Gas Compartment)	3 Set
10	Maintenance Parts for Gas Systems (VT Gas Compartment)	4 Set
11	Replace of CB Oil Pressure switches & Gauge	1 Set
12	Maintenance Parts for CT Terminal Box	1 Set
13	Maintenance Parts for VT Connection Box	1 Set
14	Maintenance Parts for Local Control Panel	1 Set

ภาพที่ ก.3(b) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)*

*รายละเอียดของแต่ละชุดจะพุดตั้งแต่ภาพที่ ก.3(d) เป็นต้นไป

No.	Description	Q'ty
Parts for Bay 5		
1	Maintenance parts for CB Operating Mechanism Houshing	1 Set
2	Maintenance parts for CB Hydraulic Operating Mechanism	1 Set
3	Maintenance parts for CB Interrupter	1 Set
4	Maintenance Parts for Bus DS/FES Operating Mechanism(MBE-05M)	2 Set
5	Maintenance Parts for DS Operating Mechanism(MDC)	-
6	Maintenance Parts for ES Operating Mechanism(TDC)	4 Set
7	Maintenance Parts for Gas Systems (GIS Gas Compartment)	6 Set
8	Maintenance Parts for Gas Systems (CB Gas Compartment)	3 Set
9	Maintenance Parts for Gas Systems (LA Gas Compartment)	-
10	Maintenance Parts for Gas Systems (VT Gas Compartment)	-
11	Replace of CB Oil Pressure switches & Gauge	1 Set
12	Maintenance Parts for CT Terminal Box	1 Set
13	Maintenance Parts for VT Connection Box	-
14	Maintenance Parts for Local Control Panel	1 Set
No.	Description	Q'ty
Common Parts		
15	Consumable Materials	1 Set
16	Working tool and working clothes	1 Set
17	Spare Parts for Maintenance	1 Set

ภาพที่ ก.3(c) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)*

*รายละเอียดของแต่ละชุดจะพูดตั้งแต่ภาพที่ ก.3(d) เป็นต้นไป

The Details of GIS Maintenance Parts List

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
1. Maintenance parts for CB Operating Mechanism Houshing				
1	Door Packing(4m)	H387082-001	3 Pcs	Front Cover
2	Zn Bolt	M12 x20	21 Pcs	
3	Seal Washer	MI-12WB	21 Pcs	
4	Zn Bolt	M10 x 20	27 Pcs	Connector Cover
5	Zn Washer	M10	27 Pcs	
6	Zn Bolt	M12 x20	39 Pcs	Side Cover
7	Washer	M12 x20	39 Pcs	
8	Zn Bolt	M10 x 25	54 Pcs	
9	Seal Washer	MI-10B	54 Pcs	
10	Packing	H8R2962-001	6 Pcs	
11	Packing	H8R2298-002	6 Pcs	
12	Packing	H8T0458-001	3 Pcs	Inspection Cover(Rear)
13	Zn Bolt	M10 x 25	24 Pcs	
14	Seal Washer	MI-10B	24 Pcs	
15	Zn Bolt	M12 x 40	9 Pcs	Accumulator Cover
16	Zn Washer	2.3 - 14 x 32	9 Pcs	
17	Zn Nut	M12	3 Pcs	
18	Zn Washer	3.2 - 14 x 36	3 Pcs	
19	Zn Bolt	M10 x 25	12 Pcs	
20	Zn Nut	M10	24 Pcs	
21	Zn Washer	M10	24 Pcs	
22	Zn Bolt	M12 x 35	12 Pcs	
23	Zn Nut	M12	12 Pcs	
24	Zn Washer	M12	24 Pcs	

ภาพที่ ก.3(d) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
2. Maintenance parts for CB Hydraulic Operating Mechanism				
1	Sus Bolt	M8 x 25	18 Pcs	Manual Operation Box Cover
2	Seal Washer	MI-8B	18 Pcs	
3	Packing	H8T2894-001	6 Pcs	
4	Packing	H8T2894-002	6 Pcs	
5	Packing(1m)	10 x 15	3 Pcs	
6	Bonded-seal	KP-C-05	3 Pcs	Oil Inlet
7	Shock proof gum	U1225	12 Pcs	Electrical Device Mounting Panel
8	Nut	M8	24 Pcs	
9	Lock nut	M8	24 Pcs	

ภาพที่ ก.3(e) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
3. Maintenance parts for CB Interrupter				
1	O-Ring	V430(ISAK-0160)	3 Pcs	Linkage Inspection Hohl
2	Zn Bolt	M16 x 30	6 Pcs	
3	Zn Bolt	M16 x 90	48 Pcs	
4	Seal Washer	MI-16B	102 Pcs	
5	Zn Nut	M16	48 Pcs	
6	O-Ring	V430(ISAK-0160)	3 Pcs	Contact Inspection Hole
7	Zn Bolt	M16 x 30	6 Pcs	
8	Zn Bolt	M16 x 100	48 Pcs	
9	Seal Washer	MI-16B	102 Pcs	
10	Zn Nut	M16	48 Pcs	
11	Sus Bolt	M8 x 35	18 Pcs	Desiccant Case
12	Sus washer	1.5 - 8.4 x 15.5	18 Pcs	

ภาพที่ ก.3(f) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
4. Maintenance Parts for Bus DS/FES Operating Mechanism(MBE-05M)				
1	Packing	HY34524-002	1 Pcs	Side
2	Packing	HY34525-002	1 Pcs	Front
3	Packing	HY18337-001	1 Pcs	Top
4	Packing(1m)	8 x 12	1 Pcs	Door
5	Zn Bolt	M10 x 20	2 Pcs	
6	Seal Washer	MI-10B	2 Pcs	
7	Sus Bolt	M8 x 20	45 Pcs	
8	Seal Washer	MI-8B	45 Pcs	
9	Packing	H8Y0184-001	1 Pcs	Terminal Box
10	Sus Bolt	M6 x 16	20 Pcs	
11	Sus Washer	M6	20 Pcs	

ภาพที่ ก.3(g) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
5. Maintenance Parts for DS Operating Mechanism(MDC)				
1	Packing	15 x 15 - 1m	1 Pcs	Rear Cover
2	Soft Tape	5 x 25 - 1m	1 Pcs	Door
3	Packing	HY34728-001	2 Pcs	Top Cover
4	Packing	HY34623-021	1 Pcs	Front Cover
5	Packing	HY34624-001	2 Pcs	Rear Cover
6	Packing	HY34818-002	2 Pcs	Side Cover
7	Packing	HY34729-002	2 Pcs	Side Cover
8	Packing(1m)	8 x 12	1 Pcs	Door
9	Sus Bolt	M8 x 20	12 Pcs	
10	Seal Washer	MI-8B	12 Pcs	
11	Sus Bolt	M8 x 25	15 Pcs	
12	Seal Washer	MI-8B	15 Pcs	
13	Packing	HY34728-001	1 Pcs	Terminal Box
14	Sus Bolt	M6 x 16	20 Pcs	
15	Sus Washer	M6	20 Pcs	

ภาพที่ ก.3(h) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
6. Maintenance Parts for ES Operating Mechanism(TDC)				
1	Packing	15 x 15 - 1m	1 Pcs	Rear Cover
2	Soft Tape	5 x 25 - 1m	1 Pcs	Door
3	Packing	HY34728-001	2 Pcs	Top Cover
4	Packing	HY34623-021	1 Pcs	Front Cover
5	Packing	HY34624-001	2 Pcs	Rear Cover
6	Packing	HY34818-002	2 Pcs	Side Cover
7	Packing	HY34729-002	2 Pcs	Side Cover
8	Packing(1m)	8 x 12	1 Pcs	Door
9	Sus Bolt	M8 x 20	12 Pcs	
10	Seal Washer	MI-8B	12 Pcs	
11	Sus Bolt	M8 x 25	15 Pcs	
12	Seal Washer	MI-8B	15 Pcs	
13	Packing	HY34726-001	1 Pcs	Terminal Box
14	Sus Bolt	M8 x 16	20 Pcs	
15	Sus Washer	M8	20 Pcs	

ภาพที่ ก.3(i) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
7. Maintenance Parts for Gas Systems (GIS)				
1	Sus Bolt	M8 x 16	4 Pcs	
2	Sus Washer	M8	8 Pcs	
3	Sus Nut	M8	4 Pcs	
4	Sus Bolt	M8 x 20	2 Pcs	
5	Sus Washer	M8	2 Pcs	
6	GIS Gas Pressure gauge	AT 1/2X100	1 Pcs	H2V2178-65
7	O-Ring	P11(ISAK-0160)	1 Pcs	
8	O-Ring	P29(ISAK-0160)	3 Pcs	
9	Zn Bolt	M10 x 30	2 Pcs	
10	Seal Washer	MI-10B	2 Pcs	

ภาพที่ ก.3(j) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
8. Maintenance Parts for Gas Systems (CB Gas Compartment)				
1	Sus Bolt	M8 x 16	4 Pcs	
2	Sus Washer	M8	8 Pcs	
3	Sus Nut	M8	4 Pcs	
4	Sus Bolt	M8 x 20	2 Pcs	
5	Sus Washer	M8	2 Pcs	
6	GIS Gas Pressure gauge	AT 1/2X100	1 Pcs	H2V2178-64
7	O-Ring	P11(ISAK-0160)	1 Pcs	
8	O-Ring	P29(ISAK-0160)	3 Pcs	
9	Zn Bolt	M10 x 30	2 Pcs	
10	Seal Washer	MI-10B	2 Pcs	

ภาพที่ ก.3 (k) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
9. Maintenance Parts for Gas Systems (LA Gas Compartment)				
1	Sus Bolt	M8 x 16	4 Pcs	
2	Sus Washer	M8	8 Pcs	
3	Sus Nut	M8	4 Pcs	
4	Sus Bolt	M8 x 20	2 Pcs	
5	Sus Washer	M8	2 Pcs	
6	GIS Gas Pressure gauge	AT 1/2X100	1 Pcs	H2V2178-65
7	O-Ring	P11(ISAK-0160)	1 Pcs	
8	O-Ring	P29(ISAK-0160)	3 Pcs	
9	Zn Bolt	M10 x 30	2 Pcs	
10	Seal Washer	MI-10B	2 Pcs	

ภาพที่ ก.3(l) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
10. Maintenance Parts for Gas Systems (VT Gas Compartment)				
1	Sus Bolt	M8 x 16	4 Pcs	
2	Sus Washer	M8	8 Pcs	
3	Sus Nut	M8	4 Pcs	
4	Sus Bolt	M8 x 20	2 Pcs	
5	Sus Washer	M8	2 Pcs	
6	GIS Gas Pressure gauge	AT 1/2X100	1 Pcs	H2V2178-60
7	O-Ring	P11(ISAK-0160)	1 Pcs	
8	O-Ring	P29(ISAK-0160)	3 Pcs	
9	Zn Bolt	M10 x 30	2 Pcs	
10	Seal Washer	MI-10B	2 Pcs	

ภาพที่ ก.3(m) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
11. Replace of CB Oil Pressure switches & Gauge				
1	CB Oil Pressure Switch	4M-N001M2	3 Pcs	83QC/63QR/63QC/63QT
2	Bolt	M8 x 60	6 Pcs	HL80791-110
3	O-Ring	P8(ISAK-0166)	6 Pcs	
4	CB Oil Pressure Gauge	BVS1/2 x 100 x 50MPa	3 Pcs	GIKO-43942-4
5	O-Ring	DS-1H-12	3 Pcs	
6	Pan ScREW	M5 x 0.8 x10	9 Pcs	

ภาพที่ ก.3(n) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
12. Maintenance Parts for CT Terminal Box				
1	Packing	H8U9891-001	6 Pcs	
2	Sus Bolt	M8 x 25	72 Pcs	
3	Seal Washer	MI-8B	72 Pcs	

ภาพที่ ก.3(อ) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
13. Maintenance Parts for VT Connection Box				
1	Packing(2m)	H853262-001	1 Pcs	

ภาพที่ ก.3(ป) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
14. Maintenance Parts for Local Control Panel				
1	Door Packing(15m)	5 x 25	1 Pcs	
2	Door Packing(15m)	H387082-001	1 Pcs	

ภาพที่ ก.3(ค) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
15. Consumable material for Maintenance				
1	Touch up paint for GIS (1 liter)	RAL-7036	5 Pcs	Prepared by customer
2	Touch up paint for Gas Pipe(1 liter)	RAL-71023	2 Pcs	
2	Touch up paint for Gas Spacer(1 liter)	RAL-2009	1 Pcs	
3	Touch up paint (1 liter)	Rust prevention	3 Pcs	
4	Thinner for paint	-	8 Pcs	
5	Thinner for paint	Rust prevention	3 Pcs	
5	Brush for paint	15mm	10 Pcs	
6	An empty can (1Litter)		10 Pcs	
7	Absorbent	16kg/tin	3 Pcs	
8	SF6 Gas	48kg	0 Pcs	
9	Gas sealant KE-45RTV	100g	15 Pcs	
10	Gas sealant KE-44RTV(W)	100g	5 Pcs	
11	Gas sealant KE-45RTV(W)	100g	5 Pcs	
12	Washing bottle		10 Pcs	
13	Low temperature grease	50g	6 Pcs	
14	Darina grease	50g	10 Pcs	
15	Abrasive paper	No.100	15 Pcs	Prepared by customer
16	Abrasive paper	No.280	15 Pcs	
17	Abrasive paper	No.400	15 Pcs	
18	Scrub cloth	150mm x 1m	10 Pcs	
19	Gum tape	38mm-25m	3 Pcs	Prepared by customer
20	Vinyl Tape (Black)	0.2x19-20m	3 Pcs	
21	Vinyl sheet	850 x 200M	1 Pcs	
22	Ethyl alcohol (16Litter)		1 Pcs	Prepared by customer
23	Thinner for cleaning (18Litter)		1 Pcs	
24	Waste cloth	20kg	1 Pcs	
25	Cleaning spatula	HIN1107-1	10 Pcs	
26	Cleaning spatula	HIN1107-2	10 Pcs	
27	SUS C-Ring	13	10 Pcs	
28	SUS C-Ring	16	10 Pcs	
29	Shaft C Ring	19	4 Pcs	
30	Lock tight (Red)	50cc	3 Pcs	
31	Lock tight (purple)	50cc	3 Pcs	
32	Adhesive #575	180g	15 Pcs	Dangerous materials
33	Soap spray		3 Pcs	Dangerous materials
34	JK Wiper	150-S	36 Pcs	
35	Jointal Z	50g	1 Pcs	For Earth bar
37	Contact grease	NOXLUB KF 0620	3 Pcs	For CB
38	Operating Flude(1 Gallon)	MIL-H-5606	1 Pcs	For CB
39	O-Ring	P18(ISAK-0166)	3 Pcs	
40	O-ring	P29(ISAK-0160)	3 Pcs	

ภาพที่ ก.3(r) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
16. Working tool and working clothes				
1	Gas filter	-	1 Set	
2	Working clothes	-	5 Set	

ภาพที่ ก.3(s) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

Item	Description	Type	Q'ty	Remarks
17. Spare Parts for Maintenance				
1	Moving Arc Contact	CC52098-L08	9 Pcs	Emergency Spare for 1CB
2	Nozzle	H6V0482-1	9 Pcs	
3	Fixed Arc Contact Assembly	-	9 Pcs	
4	Socket Bolt with Washer	M12 x 50	12 Pcs	
5	Blind Nut	BNF-8M-25S	10 Pcs	DS/ES/FES Operating Mechanism
6	O-Ring for Drain Port	DS-1H-16	3 Pcs	CB Oil Drain port
7	CB Trip Coil(5.7Ω)	SA	6 Pcs	GCB Coil
8	CB Close Coil(60Ω)	SA	3 Pcs	(GIKO-42093)
9	Socket Bolt	M6 x 30	36 Pcs	
10	Socket Bolt	M6 x 12	36 Pcs	
11	TX/CX Relay for Operating Mechanism	MSOD-N21	3 Pcs	DS/ES/FES Operating Mechanism
12	TX/CX Relay for Operating Mechanism	SD-N21	5 Pcs	
13	Thermal	TH-N20	3 Pcs	
14	Pen Srew	M4 x 0.7 x 16	12 Pcs	
15	Washer	M4	12 Pcs	
16	Minor Materials	-	1 Set	Wiring, mounting materials

ภาพที่ ก.3(t) ภาพแสดงตารางรายการอุปกรณ์ที่ใช้ใน Overhaul จัดเตรียมจากทางญี่ปุ่น(MELCO)

ภาคผนวก ข

ภาคผนวกนี้แสดงถึงลิสรายการที่ทำการซ่อมบำรุงปกติ(Routine maintenance)

TABLE 3-1 ROUTINE MAINTENANCE CHECKLIST FOR 500 KV GIS							
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable limit)	Remarks	Recommended Maintenance Frequency
1	Circuit Breaker (exterior part)	Abnormal noise	Audible	No abnormal noise	Find out the cause and rectify		Monthly
		Rust or damage of components	Visual	No rust or damage	Clean rust and rectify of the damaged part		Monthly
2	Gas System	Gas Pressure	Monitoring the gas pressure gauge	Rated gas pressure at 20 deg C is : 0.6MPa: CB, 0.5MPa: Other gas compartments	Investigate the reason for pressure loss. If leakage detected, repair leak.	If pressure is low and leakage rate is within the specified limit (less than 1% annual), gas refilling can be done with the system live.	Monthly
		Check open-close position of gas service and test valves	Visual	During normal operation: Service valve will be closed. Test valve will be opened.	Restore the correct position of the valve		Monthly
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable limit)	Remarks	Recommended Maintenance Frequency
3	CB Operating Mechanism Housing	Position Indicator	Visual	Mechanical Indicator shows correct position with respect to actual CB open or close position	Investigate and rectify		Monthly
		Operation Counter	Recording	Earlier recorded value and the allowable number of breaker operations	Breaker may need to be replaced after expiry of the permissible number of operations (10,000 times)		Monthly
		Condensation and rust outside housing and water leak into housing	Visual	No rust and condensation	Clean and remove water		Monthly
		Oil leakage	Visual	No oil leakage	Shut down the breaker and rectify the oil leaking points. Measure oil level in the oil tank. Oil refilling may be necessary (Refer section 3.2.2)		Monthly

ภาพที่ ข.1(a) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Routine maintenance

No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (if beyond acceptable limit)	Remarks	Recommended Maintenance Frequency
4	Operating mechanism of Disconnecting switch / grounding switch	Presence of rust outside the mechanism box	Visual	No rust	Clean		Monthly
		Condition of position indicator	Visual	All mechanical indicators show correct position with respect to actual disconnect switch / grounding switch (open or close) positions	Investigate and rectify		Monthly
5	Ammeters and voltmeters (mounted on remote control panel inside the GIS control building)	Current and voltage	Visual	Readings should be consistent with the circuit loading conditions	Investigate the cause		Daily

No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (if beyond acceptable limit)	Remarks	Recommended Maintenance Frequency
6	GIS local control panels	Indication, alarm	Visual	Indicating lamps, alarm circuits are healthy. Meters not broken or damaged	Investigate the cause and rectify		Monthly
		Relays, timers, contactors	Visual	No abnormal operation of any relay, timer or contactor	Investigate the cause and rectify		Monthly
		Local and Remote switch selection	Visual	Check that the Local and Remote indications appear properly	Investigate the cause for abnormal indication and rectify		Monthly
		Mimic	Visual	Not damaged and properly fixed with adhesive	Plan repair / replacement		Monthly
		Number of pump operation counters	Visual	Average number of pump operations per day should not exceed 40.	Investigate the cause and rectify		Monthly

ภาพที่ ข.1(b) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Routine maintenance

ภาคผนวกที่ ค

ภาคผนวกนี้จะแสดงค่าในการติดตั้งของวาล์วความดันน้ำมัน ที่เอาไว้ตรวจเช็คเวลาทำการซ่อมบำรุง

TABLE 3-2: SETTING OF OIL PRESSURE SWITCHES		
Pressure Switch type	Operating pressure (MPa)	Resetting pressure (MPa)
Oil pump control (63QG)	$P2 = 31.5 \pm 1.0$	$P1 = 32.5 \pm 1.0$
Low oil pressure lockout for reclosing (63QR)	30.0 ± 1.0	Operating pressure + 0.5 ~ 1.5 MPa
Low oil pressure lockout for closing (63QC)	$P3 = 27.0 \pm 1.0$	Operating pressure + 0.5 ~ 1.5 MPa
Low oil pressure lockout for tripping (63QT)	$P4 = 25.5 \pm 1.0$	Operating pressure + 0.5 ~ 1.5 MPa
Note: 1. $P1 - P2 = 1\text{MPa}$, 2. $P2 - P3 = 4.5 \pm 1.0\text{ MPa}$, 3. $P3 - P4 = 1.5 \pm 0.5\text{ MPa}$		

ภาพที่ ค.1 เกณฑ์การตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์ความดันน้ำมัน

ภาคผนวกที่ ง

ภาคผนวกนี้แสดงถึงลิสตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance[8]

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
1	Circuit Breaker enclosure (Exterior)	Tightness of ground terminal and other fasteners	Visual	Properly connected and not loose	Retighten	Inspection to be carried out every 6 years
		Rust and damage of components	Visual	No rust and damage noticed in any component	Clean and rectify	
		Gas leakage checking after reassembly	By gas leakage detector	No leakage	Open and apply gas sealant properly. Repeat check.	
2	Circuit Breaker enclosure (Interior)	Inside enclosure	Visual	No contamination and dust	Wipe away contamination and dust with vacuum cleaner	Periodic inspection to be carried out every 12 years
		Renewal of absorbent	—	—	—	To be carried out every 12 years. Requires SF6 gas evacuation.
3	Circuit Breaker (Gas system)	Check the blind cover for gas feeding inlet in operating mechanism housing	Visual	Properly connected and not loose or damaged	Take necessary action for proper tightness and proper installation	Ordinary inspection to be carried out every 6 years
		Setting of gas pressure switches	Measurement	63GA (on) P1=0.55±0.03M Pa	Calibrate and adjust setting. Replace defective switch	
				63GL (on) P2=0.50±0.03M Pa		
Moisture content in gas	Measurement	Less than 150PPM	Dry gas			

ภาพที่ ง.1(a) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
4	Circuit Breaker (Operating Mechanism Housing)	Lubrication of mechanism	Visual	No dust	Relubricate after removing dust, oil, water and old grease	Inspection to be carried out every 6 years
		Looseness of snap ring and nuts		Snap ring is properly seated and nuts are tight	Replace snap ring if damaged	
		Auxiliary switch contacts	Visual and functional check	No wear of contacts. Correct operation.	Replace	Inspection to be carried out every 12 years
		Connection of space heaters		No defective connection Space heater functioning properly and circuit is ok	Make proper connection. If defect found in space heater, replace it	Inspection to be carried out every 6 years
		Breaker CLOSE/OPEN indicators		Functions properly	Rectify or replace	
		Registered number of operation counter	Reading	Earlier recorded figure and maximum permissible number of breaker operations	Breaker need to be replaced after expiry of the number of operations limit	
		Condensation and rust inside housing and water leak into housing	Visual	No condensation, rust and water leak into the housing	Clean and wipe out	
		Door packing	Visual	No aging	Replace if aged	
		Tightness of bolts in housing	Visual	Bolts are tight	Retighten	
		Metallic powder due to abrasion	Visual	No deposit of powder	Clean with a lint free cloth	
Lubrication on lever system	Visual	No dust	Relubricate after removing dust, oil, water and old grease	Inspection to be carried out every 12 years		

ภาพที่ ง.1(b) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
5	Circuit Breaker Operation Test (Functional check)	Measurement of oil pressure consumption	As per procedure mentioned in 3.3.2a	Hydraulic oil pressure drops less than: Closing: 1MPa Opening: 2MPa Oil pump running time after each operation: Less than 1 min	Investigate cause and rectify	Inspection to be carried out every 6 years
		Closing time (T1 ≤100ms)	Measurement	First phase contact close within 100 ms from initiation of close signal	Investigate cause for excessive operating time	
		Opening time (T2)	Measurement	All contacts open ≤ 4ms from initiation of open signal	Investigate cause for excessive operating time	
		Contact synchronization time (T3, T4)	Measurement	T3 ≤ 18 ms, T4 ≤ 4 ms	Investigate cause for excessive operating time	
6	Circuit Breaker (Closing and trip coil)	Closing coil resistance	Measurement	60 ± 3 ohm	Investigate cause and replace, if required	Periodic inspection to be carried out every 12 years
		Trip coil resistance	Measurement	5.7 ± 0.3 ohm	Investigate cause and replace, if required	
7	Circuit Breaker (Main circuit)	Contact resistance	Measurement	Less than 115μΩ	Inspect and clean the contact surface. Check with the service limit condition as shown in Table 3-3	Periodic inspection to be carried out every 12 years
		Insulation resistance	Measurement	IR value exceeds 1000 Mega ohm	Clean properly and repeat measurement	

ภาพที่ ง.1(c) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
8	Circuit Breaker (Interrupter assembly)	Fixed and moving contacts	Visual and measurement	No damage to contacts Contact wear less than 2mm	Replace if contact wear is greater than 2 mm or the contact has chipped significantly	This inspection to be performed only when abnormalities are detected during breaker operation or contact resistance measurement or if the service Limit Condition as indicated in Table 3.4 expires.
		Stationary arc contact or moving arc contact	Visual and measurement	No damage to contacts Contact wear less than 2mm	Replace if contact wear is greater than 2 mm or the contact has chipped significantly	
		Nozzle	Visual and measurement	No damage to nozzle nozzle throat enlargement less than 2mm	Replace if nozzle throat enlarged more than 2 mm or significantly flaked	
9	Circuit breaker (Oil circuit)	Tank oil level	Oil level meter	Oil level within the upper and lower line marked on the meter	Refill of drain oil whatever is necessary	Inspection to be carried out every 6 years
		Accumulator gas (N ₂) pressure	Operation and measurement	Pressure should exceed 17.5 MPa	Investigate the cause and rectify	Inspection to be carried out every 6 years
		Accumulator capacity	Operation and measurement	Pressure should exceed 17.5 MPa	Investigate the cause and rectify	Periodic inspection to be carried out every 12 years
		Oil pressure switch settings	Operation and measurement	Settings should be within limit values given in Table 3-1	Calibrate and adjust the faulty pressure switches	Periodic inspection to be carried out every 6 years
		Oil leakage rate	Measurement of pressure drop over a certain time interval	Leakage rate should be lower than 0.5 MPa per hour	Investigate the cause and rectify	Periodic inspection to be carried out every 6 years
10	Circuit breaker (Mechanical linkage assembly)	Smooth operation of the linkage assembly	Manual Operation of Circuit breaker with a manual tool	Smooth movement	Investigate the cause and rectify	Periodic inspection to be carried out every 12 years

ภาพที่ ง.1(d) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
11	Disconnecting Switch and fault making type grounding switch	Presence of rust outside the mechanism box	Visual	No rust	Clean and wipe out rust	Periodic inspection to be carried out every 3 years
		Presence of dew condensation and rust within mechanism box	Visual	No dew, condensation or rust	Clean and wipe out rust	
		Movement of the mechanism	Visual	Satisfactory opening and closing operation	Investigate the cause and rectify	
		Condition of position indicator	Visual	Functions properly	Rectify or replace	
		Wiring terminal Tightening condition	Visual	Properly connected and not loose	Retighten	
		Fasteners tightness	Visual	Bolts are tight	Retighten	
		Space heater	Visual and functional check	No defective connection Space heater functioning properly and circuit is ok	Rectify defect. Replace if it is defective	
		Insulation resistance of the control circuit	Measurement	IR value should exceed 2 Mega Ohm	Clean and repeat measurements. Rewiring may be necessary	
		Operating lever stopper gap	Measurement	Gap should be: 2-16mm: OPEN; 2-18mm: CLOSE	Adjust linkage bar length	

ภาพที่ ง.1(e) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
11	Disconnecting Switch and fault making type grounding switch (Cont...)	Inspect fixed and moving contacts.	Visual	No damage to contacts	Replace damaged contacts	Inspection to be carried out every 3 years
		Lubricate linkages	Visual	No dust	Lubricate after removing dust, oil, water and old grease	
		Resistance of Electro magnetic relay for closing	Measurement	1371 ± 10% ohm at 20 deg C (see note below)	Replace the relay	
		Resistance of Electro magnetic relay for opening	Measurement	1371 ± 10% ohm at 20 deg C (see note below)	Replace the relay	
		Resistance of Inter-locking coil of manual operation	Measurement	350 ± 10% ohm at 20 deg C	Replace the coil	
		Operation closing time	Measurement	Less than 8 sec	Investigate	
		Operation opening time	Measurement	Less than 8 sec	Investigate	
12	Maintenance grounding switch	Presence of rust outside the mechanism box	Visual	No rust	Clean and wipe out rust	Inspection to be carried out every 3 years
		Presence of dew condensation and rust within mechanism box	Visual	No dew, condensation or rust	Clean and wipe out rust	
		Movement of the mechanism	Visual	Satisfactory operation for opening and closing	Investigate the reason and rectify	
		Condition of position indicator	Visual	Functions properly	Rectify or replace	
		Wiring terminal tightness	Visual	Properly connected and not loose	Retighten	
<p>Note: Apply the following formula when resistance (R_t) is measured at a temperature "t" deg C (i.e. other than 20 deg C):</p> $R_t = R_{(at\ 20\ deg\ C)} \times \left[\frac{(234.5 + t)}{(234.5 + 20)} \right]$						

ภาพที่ ง.1(f) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
12	Maintenance grounding switch (Cont...)	Tightness of parts	Visual	Bolts are tight	Retighten	Inspection to be carried out every 3 years
		Space heater	Visual and functional check	No defective connection Space heater functioning properly and circuit is ok	Rectify defect. Replace space heater, if defective	
		Fixed and moving contacts.	Visual	No damage to contacts	Replace damaged contacts	
		Linkage lubrication	Visual	No dust	Lubricate after removing dust, oil, water and former grease	
		Resistance of Inter-locking coil of manual operation	Measurement	350 ± 10% ohm at 20 deg C	Replace the coil	
		Insulation resistance of the control circuit	Measurement	IR value should exceed 2 Mega Ohm	Clean and repeat measurements. Rewiring may be necessary	
		Operating lever stopper gap	Measurement	Gap should be: 2-16mm: OPEN; 2-18mm: CLOSE	Adjust linkage bar length	
13	Other GIS sections	Check of setting of gas pressure switches	Measurement	63G (on): 0.4 MPa	Calibrate and adjust setting. Replace defective switch	Inspection to be carried out every 6 years
				63GV (on): 0.45 MPa		
				63G (Reset): 0.5 MPa		
				63GV (Reset): 0.5 MPa		
14	Air bushing	Accumulation of dust or carbon particles	Visual	No accumulation of dust and no cracks or damages	Clean	Inspection to be carried out every 6 years
		Overhead conductor connections	By tool	Not loose	Clean and retighten	

ภาพที่ ง.1(ง) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS							
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks	
15	Local control panel	Physical damage /defects	Visual	No damage or defect	Rectify	Inspection to be carried out every year	
		Alarms - functional tests	Visual	When an alarm is initiated, it is displayed on the alarm panel	If an alarm is not working, investigate the cause and rectify		
		Power supply lead in terminals and cable supports	Visual	Lug or screw is not loosen	Retighten		
		Relays, contactors, timers, counters					
		Loose terminal screws, cable connection, mounting	Visual and by touch	Not loose	Retighten		
		Check for dust, dirt and other foreign matter	Visual	No dust	Gently wipe off using a clean lint free cloth		
		Check for operation (ON/OFF)	Test	Smooth operation	Repair or replace		Inspection to be carried out every year
		Control circuit terminal – loose screw	Visual	Not loosen	Retighten		Inspection to be carried out every year
		Wiring	Visual	No defects or loose connection	If wiring is disordered, rearrange it		
		Insulation resistance measurement of control circuit	Measurement with 500V megger	IR value should be 2M-ohm minimum	Locate the cause of low insulation. Rewire if necessary		Inspection to be carried out every 3 years
		Other functional tests as per following:					
		Phase discrepancy protection relay for circuit breaker	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause	Inspection to be carried out every 6 years	
		Local-remote control operation for CB, DS and FES	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause		
		Position indicator for CB, DS and ES	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause		

ภาพที่ ง.1(h) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

TABLE 3-3 ANNUAL OUTAGE MAINTENANCE CHECKLIST - 500 KV GIS						
No.	Description	Major Check Item	Check Method	Check Reference	Action to be Taken (If beyond acceptable Limit)	Remarks
15	Local control panel (Cont...)	When closing/opening block gas pressure switch 63GL of CB is operated, electrical closing/opening operation is impossible	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause	Inspection to be carried out every 6 years
		When closing block oil pressure switch 63QC of CB is operated, electrical closing operation is impossible	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause*	
		When opening block oil pressure switch 63QT of CB is operated, electrical opening operation is impossible	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause*	
		When re-closing block oil pressure switch 63QR of CB is operated, electrical re-closing operation is impossible	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause*	
		When the shutter of DS and fault making ground switch is opened, electrical operation is impossible	Functional test	Satisfactory operation	Investigate the cause	

ภาพที่ ง.1(i) ภาพแสดงตารางการตรวจสอบอุปกรณ์แบบ Outage maintenance

*ดูภาคผนวกที่ ค

ภาคผนวก จ

ภาคผนวกนี้จะบอกถึงเกณฑ์การใช้งานของอุปกรณ์ของตัวตัดจังหวะภายในถังของ GCB

Name of Part	Wear Limit	Operation Limit of Circuit Breaker		
		Rated Interrupting Current	Rated Normal Current	Small current (about several hundreds amperes)
Stationary Arc Contact	The tip of stationary arc contact wears more than 2 mm or is chipped significantly	Approx. 20 times	Approx. 2000 times	Approx. 5000 times
Moving Arc Contact	The tip of moving arc contact wears more than 2 mm or is chipped significantly			
Nozzle	The diameter of the nozzle throat is enlarged to more than 2 mm or the nozzle is significantly flaked.			

Note: When the breaker has completed the number of operation indicated in Table 3-4, the arc contacts and nozzles should be renewed irrespective of wear or erosion.

ภาพที่ จ.1 ภาพของตารางเกณฑ์การใช้งานของอุปกรณ์ของตัวตัดจังหวะภายในถังของ GCB

ภาคผนวกที่ ฉ

ภาคผนวกนี้จะบอกถึงการบันทึกผล ของแต่ละเฟส ในส่วนของข้อมูลเท่าไป

Bay 1

Device ID		Type	Year of mfg.	Serial No.		Operating mechanism	
				Main body	Mech. Box		
CB	90112	500-SFMT-50F	2005	G020070		OM-3	
M-DS	90115	500-GR	2005	G009364	G009330	MBE-05M	
R-DS	90125	500-GR	2005	G009365	G009331		
L-DS	90111	500-GR	2005	G009362	G009328	MDC	
ES	90115G	500-GRE	2005	G009376	G009342	TDC	
ES	90112G	500-GRE	2005	G009377	G009343		
FES	A	90111G	500-GRE-A	2005	G009390	G009356	MBE-05M
	B					G009357	
	C					G009358	

ภาพที่ ฉ.1 ภาพแสดงตารางบันทึกบันทึกค่า serial number ต่างๆ

Device ID			Operating counters [times]		Remarks
			Before Maintenance	After Maintenance	
CB	90112	A	293	317	
		B	292	316	
		C	285	310	
M-DS	90115		146		
R-DS	90125		107		
L-DS	90111		95	104	
FES	90111G	A	66	69	
		B	66	69	
		C	66	69	
Date recorded			28/Oct./17	2/Nov./17	

Note : Maintenance of DS 90125 and 90115 cannot be conducted because the busbar 2 and line is alive.

ภาพที่ ฉ.2 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าตัวนับการทำงานของอุปกรณ์ CB,DS และ FES

Device ID			Operating counters [times]		Remarks
			Before Maintenance	After Maintenance	
CB	90112	A	1416	1460	
		B	688	731	
		C	964	1001	
Date recorded			28/Oct./17	2/Nov./17	

ภาพที่ ฉ.3 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าตัวนับการทำงานของอุปกรณ์ CB oil pump

Device ID			Oil pressure value [bar·g]		Remarks
			Before Maintenance	After Maintenance	
CB	90112	A	321	320	
		B	313	322	
		C	323	317	
Ambient temp. [°C]			30	33	
Date recorded			28/Oct./17	2/Nov./17	

ภาพที่ ฉ.4 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าของวาล์วความดันน้ำมัน

GMM No.	Gas section	Devices	Before maintenance [bar·g]	After maintenance [bar·g]	Remarks	
11-1	M-DS, Bus1	90115	A	5.1	5.1	Date: 10/Nov./17
			B	5.2	5.1	
			C	5.1	5.1	
11-2	R-DS, Bus2	90125	A	5.2		
			B	5.2		
			C	5.1		
11-3	CB	90112	A	6.3	6.0	
			B	6.2	6.1	
			C	6.2	6.1	
11-4	L-DS, CSE	90111	A	5.3	5.0	
			B	5.2	5.0	
			C	5.2	5.0	
Ambient temp. [°C]			30	33		
Date recorded			28/Oct./17	2/Nov./17		

ภาพที่ ฉ.5 ภาพแสดงตารางบันทึกค่าที่ได้จากอ่านหน้าปัดวัดความดัน

ภาคผนวกที่ ข

การทดสอบโดยรวม

การทดสอบ DS

Items			Results		Remarks
			90215	90225	
1	Manual operation	Close	Good	/	Several times
		Open	Good		
2	Electrical operation	Close	Good	/	Several times
		Open	Good		

Note : DS 90225 cannot be operated because the busbar 2 is alive at this working stage.

ภาพที่ ข.1(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบทั่วไปของ DS

No	Items		Results		Remarks
			90215	90225	
1	Confirm DS can be operated from LCP properly.	Close	Good	/	According with schematic diagram
2		Open	Good		
3	Check position indicators meets with actual close/open status of DS		Good	/	
4	DS cannot be operated by electric when shutter is open	89Sb	Good	/	
5	DS cannot be operated when locked by mechanical	89Lb	Good	/	
6	DS cannot be operated when Thermal relay 49M is operated	49M	Good	/	
7	DS cannot be operated when MCCB 8D32 is off position	27DC32	Good	/	

Note : DS 90225 cannot operate because the busbar 2 is not switched out in this maintenance stage.

ภาพที่ ข.1(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบทั่วไปของ DS

การทดสอบ ES

Items			Results		Remarks
			90212G	90215G	
1	Manual operation	Close	<i>Good</i>	<i>Good</i>	Several times
		Open	<i>Good</i>	<i>Good</i>	

ภาพที่ ข.2(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ ES

No	Items		Results		Remarks
			90212G	90215G	
1	Confirm function of shutter for manual handle operation	57Sa1	<i>Good</i>	<i>Good</i>	
2	Check position indicators meets with actual close/open status of ES		<i>Good</i>	<i>Good</i>	

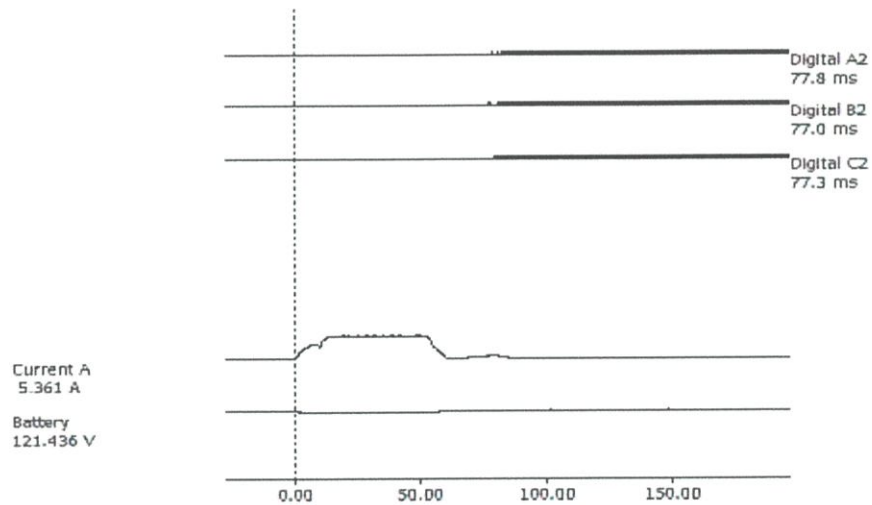
ภาพที่ ข.2(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ ES

ภาคผนวกที่ ซ

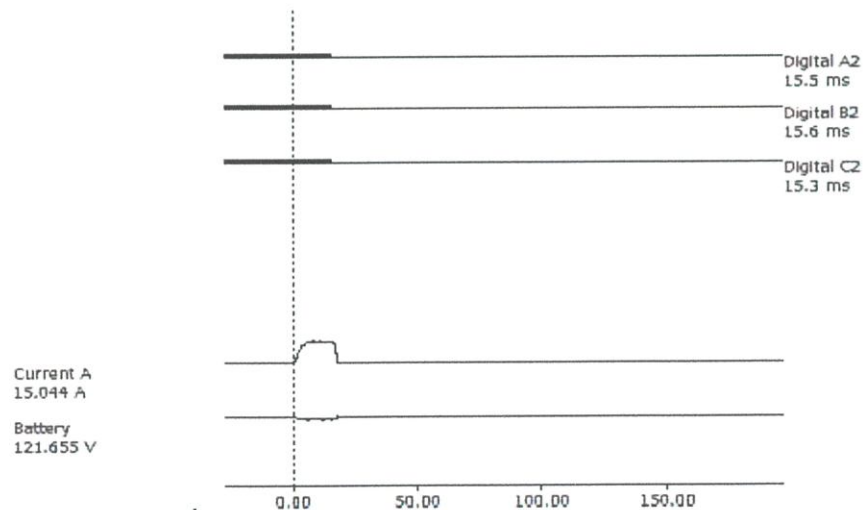
ผลการทดสอบ CB Timing Operation

Timing test [ms] Oil press : <u>315</u> bar·g Control voltage : DC <u>110</u> V	Close	52C	77.8	77.0	77.3	<ul style="list-style-type: none"> • 52C : 100ms or less • 52T1/T2 : 18ms or less • Phase discrepancy : Within 4ms
	Open	52T1	15.5	15.6	15.3	
		52T2	15.2	15.2	15.0	

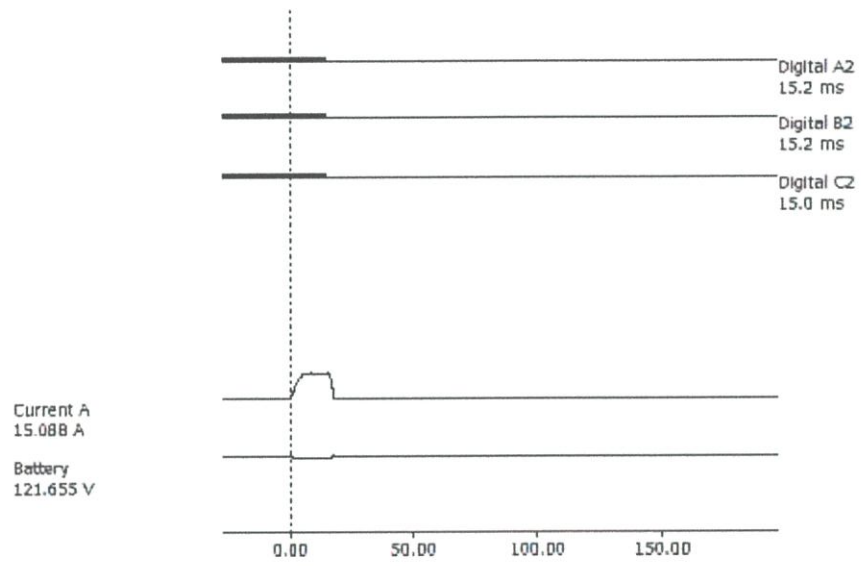
ภาพที่ ซ.1 แสดงผลการทดสอบของ CB Timing Operation (ผลจาก Bay 2)



ภาพที่ ซ.2 ช่วงเวลาในการ Close ของ CB (ผลจาก Bay 2)



ภาพที่ ซ.3 ช่วงเวลาในการ Trip 1 ของ CB (ผลจาก Bay 2)



ภาพที่ ข.4 ช่วงเวลาในการ Trip 2 ของ CB (ผลจาก Bay 2)

ภาคผนวกที่ ฅ

การทดสอบระบบก๊าซของ SF₆ (ผลจาก Bay 1)

Check items	Gas compartment			Results		Remarks
	GMM No.	Gas section		Before Degassing	After Gassing	
1 Moisture content (ppm)	11-3	CB 90112	A	130	108	Below 150ppm
			B	67	126	
			C	133	134	
	11-1	M-DS 90115	A	41		Below 500ppm
			B	10		
			C	79		
	11-2	R-DS 90125	A	N/A	N/A	
			B	N/A	N/A	
			C	N/A	N/A	
	11-4	L-DS 90111	A	97		
			B	102		
			C	66		
2 Purity (%)	11-3	CB 90112	A	99.9	99.9	Above 97%
			B	99.9	99.9	
			C	99.9	99.9	
	11-1	M-DS 90115	A	99.9		
			B	99.9		
			C	99.5		
	11-2	R-DS 90125	A	N/A	N/A	
			B	N/A	N/A	
			C	N/A	N/A	
	11-4	L-DS 90111	A	99.9		
			B	99.3		
			C	99.4		

Note : Maintenance of GM 11-2 cannot be conducted because the busbar 2 is alive at this working stage.

ภาพที่ ฅ.1 ภาพแสดงตารางที่ได้จากการตรวจวัดความชื้น(moisture) และ ความบริสุทธิ์(purity)

No	Measured points	Results			Criteria
		A	B	C	
1	Top cover plate	Good	Good	Good	Less than 1%/Year
2	Bottom cover plate	Good	Good	Good	

ภาพที่ ฅ.2(a) ภาพแสดงตารางการทดสอบหาก๊าซรั่วไหล

Results						Criteria
GM12-1			GM12-2			
DS 90215, Bus1			DS 90225, Bus2			
A	B	C	A	B	C	
Good	Good	Good	N/A	N/A	N/A	Less than 1%/Year

ภาพที่ ฌ.2(b) ภาพแสดงตารางการทดสอบหาก๊าซรั่วไหล

Results						Criteria
GM12-3			GM12-4			
CB 90212			CSE (GIS area)			
A	B	C	A	B	C	
Good	Good	Good	Good	Good	Good	Less than 1%/Year

Note : Maintenance of GM12-2 for gas zone of busbar 2 side cannot be conduct because the busbar 2 is alive at this working stage.

ภาพที่ ฌ.2(c) ภาพแสดงตารางการทดสอบหาก๊าซรั่วไหล

Results						Criteria
GM12-5			GM12-6			
VT VU2A			VT VU21A			
A	B	C	A	B	C	
/	Good	/	Good	Good	Good	Less than 1%/Year

ภาพที่ ฌ.2(d) ภาพแสดงตารางการทดสอบหาก๊าซรั่วไหล(4)

Results						Criteria
GM21-1			GM21-2			
CSE (Tr. area)			SA SS2A			
A	B	C	A	B	C	
Good	Good	Good	Good	Good	Good	Less than 1%/Year

ภาพที่ ฌ.2(e) ภาพแสดงตารางการทดสอบหาก๊าซรั่วไหล(5)

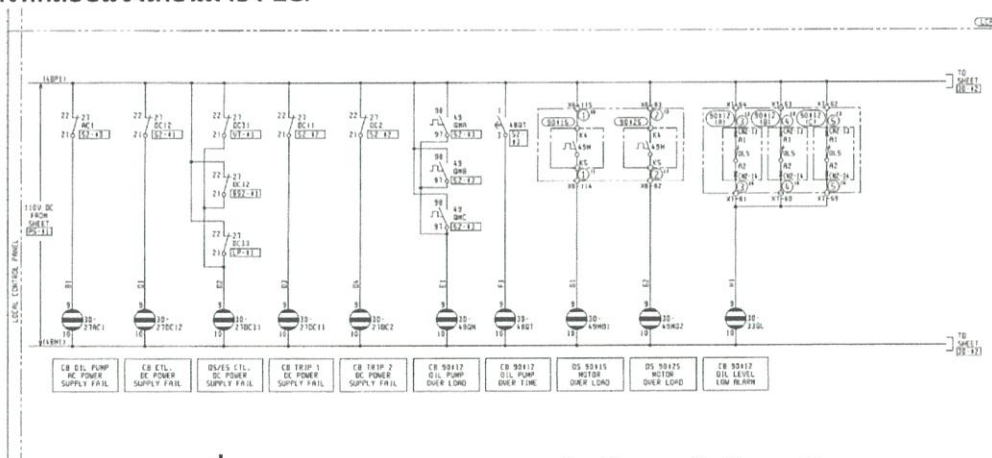
ภาคผนวกที่ ๑

การทดสอบลำดับการทำงานของ CB

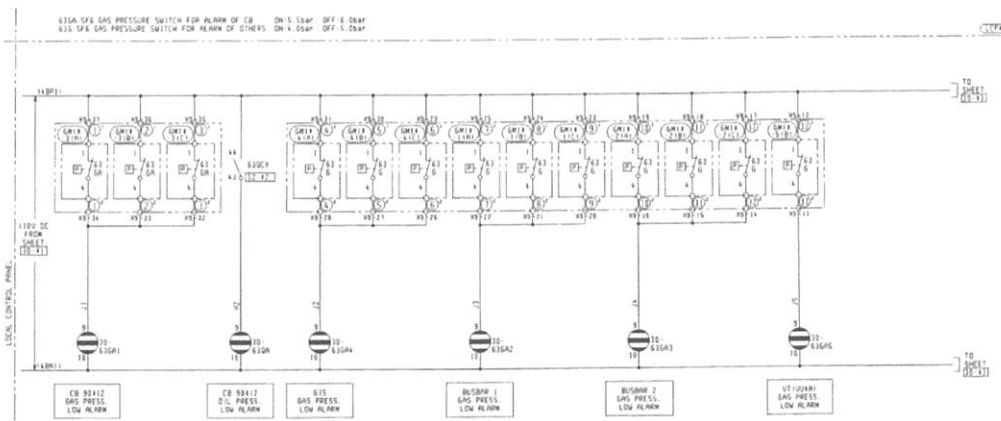
No	Items	Results		Criteria
		90212		
1	Confirm GCB can be operated from LCP properly.	Close	Good	According with schematic diagram
2		Open	Good	
3	Check position indicators meets with actual close/open status of GCB		Good	
4	CB cannot be closed when oil pressure low-lock is occurred	63QC-A,B,C	Good	
5	CB cannot be closed when gas pressure low-lock is occurred	63GL-A,B,C	Good	
6	CB cannot be open when oil pressure low-lock is occurred	63QT1-A,B,C	Good	
7	CB cannot be open when gas pressure low-lock is occurred	63GL-A,B,C	Good	
8	CB cannot be open when oil pressure low-lock is occurred	63QT2-A,B,C	Good	
9	CB cannot be open when gas pressure low-lock is occurred	63GL-A,B,C	Good	
10	CB can be tripped when phase discrepancy is occurred	47T1	Good	
11		47T2	Good	

ภาพที่ ๑.1 ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบโดยทั่วไปของ CB

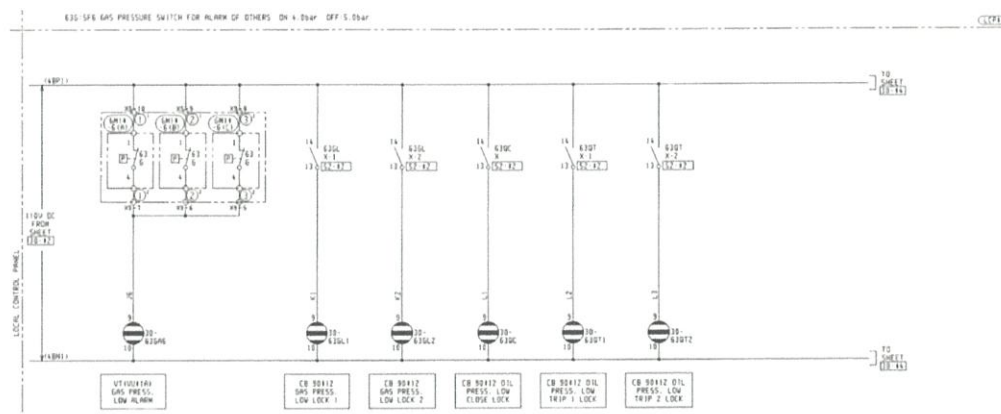
การทดสอบแจ้งเตือนมายัง LCP



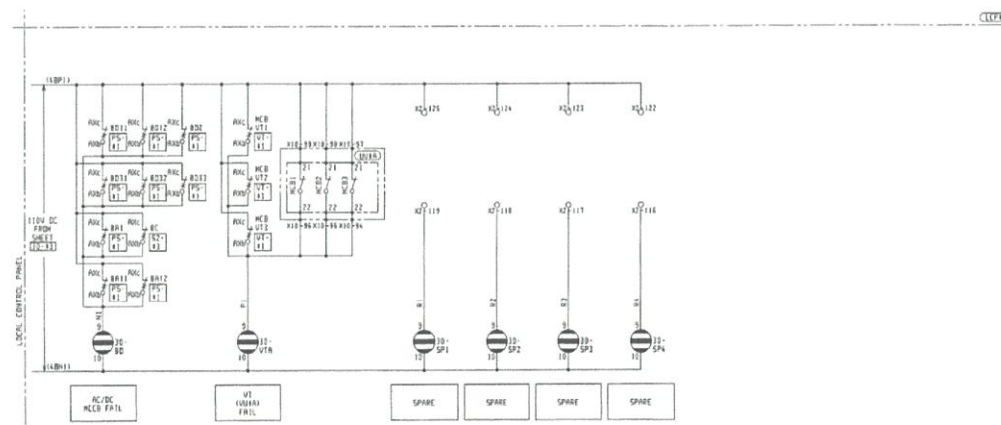
ภาพที่ ๑.2(a) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP



ภาพที่ ญ.2(b) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP



ภาพที่ ญ.2(c) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP



ภาพที่ ญ.2(d) schematic diagram สำหรับการแจ้งเตือนมายัง LCP

No	Alarm circuit descriptions		Device	Results	Remarks
1	CB oil pump AC power supply fail	30-27AC1	27AC1	Good	
2	CB control DC power supply fail	30-27DC12	27DC12	Good	
3	DS/ES/FES control DC power supply fail	30-27DC31	27DC31	Good	
4			27DC32	Good	
5			27DC33	Good	
6	CB trip 1 DC power supply fail	30-27DC11	27DC11	Good	
7	CB trip 2 DC power supply fail	30-27DC2	27DC2	Good	
8	CB 90212 oil pump over load	30-49M	49QM A	Good	
9			49QM B	Good	
10			49QM C	Good	
11	CB 90212 oil pump over time	30-48QT	88QM A	Good	
12			88QM B	Good	
15			88QM C	Good	
16	DS 90215 motor over load	30-49MD1	49M	Good	
17	DS 90225 motor over load	30-49MD2	49M	N/A	
18	CB 90212 oil level low alarm	30-33QL	OLS A	Good	Use short-circuited jumper
19			OLS B	Good	
20			OLS C	Good	
21	CB 90212 gas press low alarm	30-63GA1	63GA A	Good	
22			63GA B	Good	
23			63GA C	Good	
24	CB 90212 oil level low alarm	30-63QA	63QC A	Good	
25			63QC B	Good	
26			63QC C	Good	
27	GIS gas press low alarm	30-63GA4	GM12-4 63G A	Good	
28			GM12-4 63G B	Good	
29			GM12-4 63G C	Good	
30	Busbar 1 gas press low alarm	30-63GA2	GM12-1 63G A	Good	
31			GM12-1 63G B	Good	
32			GM12-1 63G C	Good	
33	Busbar 2 gas press low alarm	30-63GA3	GM12-2 63G A	N/A	
34			GM12-2 63G B	N/A	
35			GM12-2 63G C	N/A	

ภาพที่ ๓.๓(a) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบแจ้งเตือนมายัง LCP

No	Alarm circuit descriptions	Device	Results	Remarks
36	VT VU2A gas press low alarm	30-GA5	GM12-5 63G	Good
37			GM12-6 63G A	Good
38	VT VU21A gas press low alarm	30-GA6	GM12-6 63G B	Good
39			GM12-6 63G C	Good
40			63GL A	Good
41	CB 90212 gas press low lock 1	30-63GL1	63GL B	Good
42			63GL B	Good
43			63GL A	Good
44	CB 90212 gas press low lock 1	30-63GL2	63GL B	Good
45			63GL B	Good
46			63QC A	Good
47	CB 90212 oil press low close lock	30-63QC	63QC B	Good
48			63QC C	Good
49			63QT1 A	Good
50	CB 90212 oil press low trip 1 lock	30-63QT1	63QT1 B	Good
51			63QT1 C	Good
52			63QT2 A	Good
53	CB 90212 oil press low trip 2 lock	30-63QT2	63QT2 B	Good
54			63QT2 C	Good
55			MCCB 8D11	Good
56			MCCB 8D12	Good
57			MCCB 8D2	Good
58			MCCB 8D31	Good
59	AC/DC MCCB fail	30-8D	MCCB 8D32	Good
60			MCCB 8D33	Good
61			MCCB 8A1	Good
62			MCCB 8C	Good
63			MCCB 8A11	Good
64			MCCB 8A12	Good
65	VT VU2A fail	30-VTA	MCB VT1,2,3	Good
66			MCB1,2,3	Good

Note : Gas alarm circuit test of busbar 2 side (GM12-2) cannot be conducted because busbar 2 is alive at this working stage.

ภาพที่ ญ.3(b) ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบแจ้งเตือนมายัง LCP

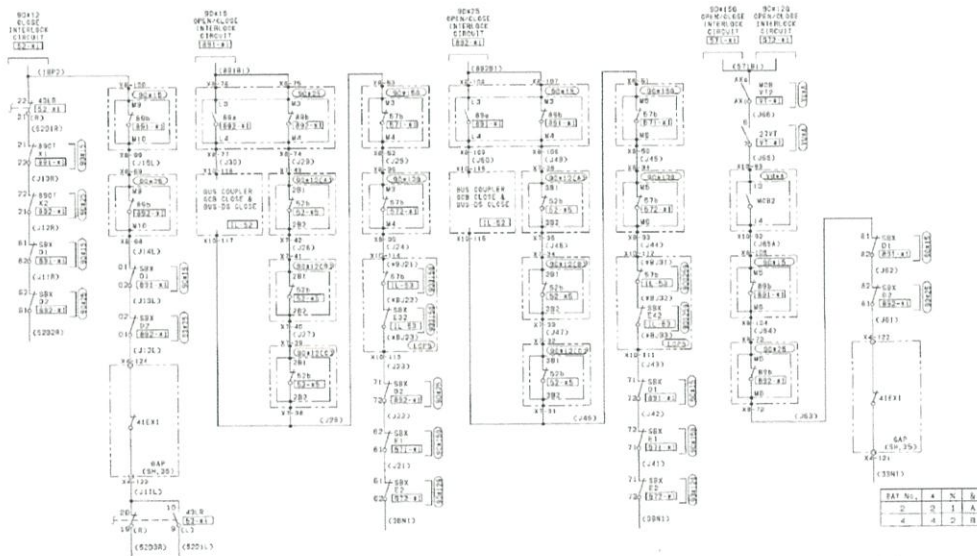
การทดสอบหน้าสัมผัสของตัวแจ้งเตือน(Alarm circuit)

No	Alarm circuit descriptions	Terminal No.	Results	Remarks
1	GIS gas press low	GM21-1 63G A	X1-1 — X1-4	Good
2		GM21-1 63G B	X1-2 — X1-5	Good
3		GM21-1 63G C	X1-3 — X1-6	Good
4	SA SS2A gas press low	GM21-2 63G A	X2-1 — X2-5	Good
5		GM21-2 63G B	X2-2 — X2-6	Good
6		GM21-2 63G C	X2-3 — X2-7	Good

Note : These alarm contact will be confirmed at Gas Monitoring Terminal Box which is located at power station area.

ภาพที่ ๓.๔ ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบหน้าสัมผัสของตัวแจ้งเตือน

การทดสอบหน้าสัมผัสของตัวป้องกันการทำงานพร้อมกัน(inter-lock circuit)



ภาพที่ ๓.๕ schematic diagram ของการป้องกันการทำงานพร้อมกัน สำหรับใช้ได้ทุก Bay

No	Inter-lock circuit			Results	Remarks
1	CB	90212	Inter-lock circuit for "Local" side	Good	According with schematic diagrams
2	CB	90212	Inter-lock circuit for "Remote" side	Good	
3	DS	90215	Inter-lock circuit	Good	
4	DS	90225	Inter-lock circuit	N/A	
7	ES	90212G	Inter-lock circuit	Good	
8	ES	90215G	Inter-lock circuit	Good	

Note 1 : External conditions of inter-lock circuit will be short-circuited by using temporary jumper wires.
 Note 2 : Those jumper wires will be removed on completion of inter-lock circuit test.
 Note 3 : DS 90225 cannot be operated because the busbar 2 is alive at this working stage.

ภาพที่ ๓.๖ ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบหน้าสัมผัสของตัวป้องกันการทำงานพร้อมกัน

การทดสอบวงจรฮีตเตอร์(Heater circuit)

Heater circuit					
No	Item	LCP	CB 90212		
			A	B	C
1	Check heater circuit	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>

No	Item	DS 90215	DS 90225	ES 90112G	ES 90125G
2	Check heater circuit	<i>Good</i>	<i>N/A</i>	<i>Good</i>	<i>Good</i>

ภาพที่ ๗.7 ภาพแสดงตารางบันทึกการทดสอบวงจรฮีตเตอร์

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ – นามสกุล : นายธนัทชัย แสงสุระธรรม
- วัน เดือน ปีเกิด : 15 ตุลาคม พ.ศ. 2538
- ภูมิลำเนา : 71/191 หมู่บ้านถาวรรินทร์ ถนนหทัยราษฎร์ เขต มีนบุรี จังหวัด
กรุงเทพมหานคร 10510
- อีเมลล์ : 555104thanutchai@gmail.com
- ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
: ระดับปริญญาตรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประวัติการทำงาน : 3 มิถุนายน – 27 กรกฎาคม พ.ศ.2560
นักศึกษาฝึกงาน แผนก Electrical
NHK SPRING (THAILAND) CO., LTD
7 สิงหาคม – 24 พฤศจิกายน พ.ศ.2560
นักศึกษาสหกิจ แผนก Electrical Control and Instrument
บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด