วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ
ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 สิงหาคม 2561
Royal Thai Naval Academy
Journal of Science and Technology
Vol.1 Issue 1, August 2018

On The Job Training การออกแบบระบบไฟฟ้า ณ อู่ต่อเรือ Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) สาธารณรัฐเกาหลี

On The Job Training: Electrical system Design At Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) Republic of Korea

น.อ.ดิเรก ขจรรัตน์
หัวหน้าออกแบบไฟฟ้าระบบอาวุธและบังคับเรือ
กองออกแบบไฟฟ้า กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

Received : May 1, 2018
Revised : May 28, 2018
Accepted : June 15, 2018

บทคัดย่อ

ระบบไฟฟ้าเป็นระบบที่มีความสำคัญในเรือรบ เนื่องจากระบบไฟฟ้าจะจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความสำคัญมาก (Vital) และมีความสำคัญน้อย (Non – vital) ทั้งแบบ AC และ DC และระบบไฟฟ้ายังจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ดังนั้นการอกแบบระบบไฟฟ้าที่ดีสำหรับเรือรบเป็นเฟสแรกที่มีความสำคัญมาก เพราะจะนำไปสู่เฟสของการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ฟังก์ชันการใช้งานเกิดประสิทธิผลที่ดี บทความนี้ได้กล่าวถึงประสบการณ์ของผู้เขียนในการเข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการออกแบบ

ระบบไฟฟ้าของเรือฟริเกตของที่ ทร.ที่สร้างที่บริษัท DSME เนื้อหาของบทความนี้จะบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของการออกแบบระบบไฟฟ้าของเรือรบที่สร้าง และกระบวนการงานสำคัญที่จะต้องกระทำ รวมทั้งความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่ได้รับ

:

Abstract

Electrical System is an important system in Navy ship. It supplied not only the electrical power needed by all vital and non-vital equipment, both AC and DC systems, but also the lighting throughout the ship. Therefore, well-designed electrical system for a newly- built Navy ship is the first critical phase that will lead to an efficient production phase and good functionality. This article presents author's experiences on Electrical Design On the Job Training (OJT) for Thai new Frigate Project being built in Daewoo Ship Building and Marine Engineering (DSME), South Korea. The scope of the article gives the overview of Naval Ship electrical design elements. The essential procedures that must be performed, knowledge and experiences gained from this OJT are also described.

Keywords:Electrical System, Ship, Design ELement

1. ความเป็นมา

กองทัพเรือได้ลงนามในสัญญาว่าจ้างให้ บริษัท Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) สาธารณรัฐเกาหลี (เกาหลีใต้) สร้างเรือฟริเกตจำนวน 1 ลำ ตามโครงการจัดหาเรือฟริเกตจำนวน 2 ลำทดแทน ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก และ ร.ล.พุทธเลิศหล้านภาลัย ที่ครบปลดประจำการในปี 2558 และ 2561 ตามลำดับ ส่วนลำที่ 2 จะพิจารณาดำเนินการจัดหาต่อไป โครงการจัดหาลำที่ 1 นี้มีช่วงระยะเวลาประมาณ 5 ปี (2556 – 2561) เป็นเรือฟริเกตที่มีความตลอดลำ 123 เมตร และระวางขับน้ำ 3,700 ตัน โดยประมาณ ถือว่าเป็นเรือฟริเกตที่มีขนาดใหญ่ลำหนึ่งที่กองทัพเรือหวังให้เป็นเขี้ยวเล็บใหม่ที่สูงด้วยคุณค่าทางยุทธการเมื่อขึ้นระวางประจำการ

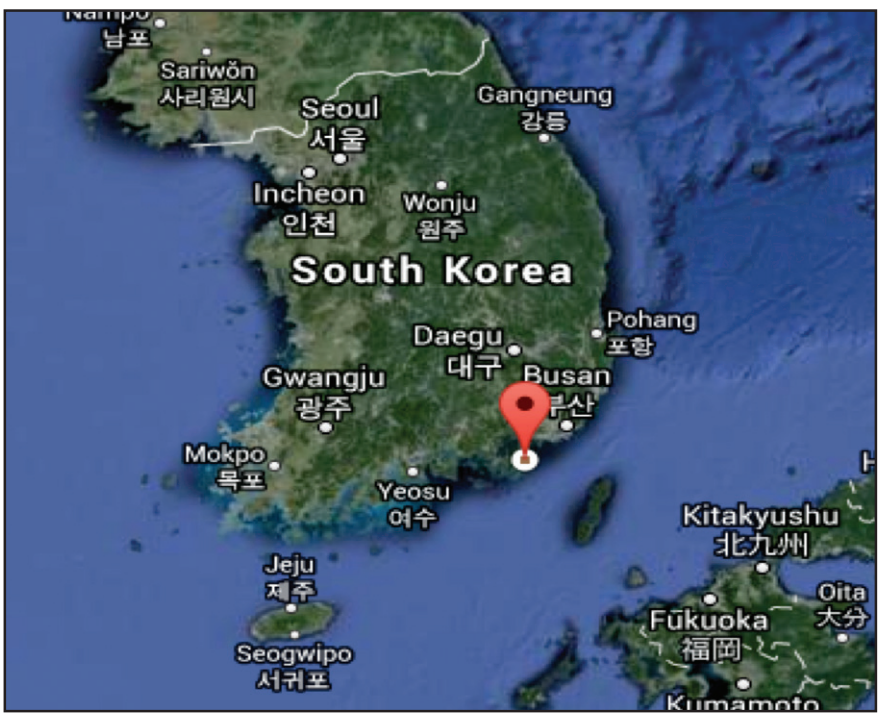
การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Transfer of Technology) ในขั้นตอนการออกแบบสร้างเรือ ในเฟสของ On Job Training (OJT) เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของสัญญาที่ทางบริษัท DSME ต้องดำเนินการจัดการฝึกอบรมกำลังพลของกองทัพเรือในส่วนของการออกแบบสร้างเรือซึ่งมีทั้งหมด 10 หลักสูตรประกอบด้วย

1. หลักสูตร Project Engineering Management
2. หลักสูตร Basic Design

3. หลักสูตร Hull Design
4. หลักสูตร Machinery and Propulsion
5. หลักสูตร HVAC and Auxiliary System
6. หลักสูตร Hull outfitting
7. หลักสูตร Accommodation
8. หลักสูตร Electrical Design
9. หลักสูตร Armament
10. หลักสูตร Electronics and Navigation

โดยการฝึกอบรมนี้จัดขึ้นที่บริษัท DSME สาธารณรัฐเกาหลีในช่วงเดือนกรกฎาคม 2557 แต่ละหลักสูตร ใช้เวลาประมาณ 20-40 วัน มีกำลังพลกองทัพเรือเข้ารับการฝึกอบรมในครั้งนี้ทั้ง 10 หลักสูตร จำนวน 23 นาย ผู้เขียนได้มีโอกาสไปอบรมในหลักสูตรของการออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical Design) และมีความยินดีที่ได้ นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาในการฝึกอบรมครั้งนี้ตลอดจนข้อสังเกต ข้อคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ ไม่เพียงแต่เรื่องราวของการออกแบบที่ผู้เขียนได้สอดแทรกเข้าไปมาเล่าสู่กันฟังในบทความนี้แม้จะเป็นการอบรมใน ช่วงระยะเวลาไม่นานนัก ก่อนที่จะเล่าถึงรายละเอียดในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้า ผู้เขียนจะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของอู่ DSME และข้อมูลทั่วไปของเรือฟริเกตที่กำลังสร้างโดยสังเขป ต่อไป

2. DSME สาธารณรัฐเกาหลี: มาทำความรู้จักกันหน่อย



รูปที่ 1 แสดงที่ตั้งของอู่ DSME

Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) ตั้งอยู่บนเกาะโกเจ (Geoje Island) เมืองออคโป (Okpo) ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐเกาหลี ตามรูปที่ 1 เมืองออคโปอยู่ทางตอนใต้ประมาณ 100 กิโลเมตรของเมืองปูซาน (Busan) เมืองที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของสาธารณรัฐเกาหลีรองจากกรุงโซล ด้วยเนื้อที่เกือบ 5 ล้านตารางเมตร ทำให้ DSME เป็นอู่สร้างเรือที่มีขนาดใหญ่เป็นอัน 2 ของโลกและเป็นอู่สร้างเรือที่มีขนาดใหญ่ 1 ใน 3 ของสาธารณรัฐเกาหลี ภายในอู่ประกอบด้วย DSME มีเจ้าหน้าที่ พนักงาน วิศวกร และ คนงานร่วม 4 หมื่นคน สร้างเรือมาแล้วกว่า 1,200 ลำ มีทั้งเรือรบผิวน้ำ เรือดำน้ำ เรือพาณิชย์ ตลอดจน offshore projects

ในช่วง 2 วันแรก DSME นำเราทั้งหมดรวมทั้งเจ้าหน้าที่ชาวต่างชาติที่มาทำงานในอู่เข้าฟังเรื่อง Safety System DSME ให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก จากนั้นก็พานั่งรถชมพื้นที่ภายในอู่ตามรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ทำให้ได้เห็นโรงประกอบบล็อก เครน และ อู่แห้ง ขนาดใหญ่มหึมา ได้เห็น

รูปที่ 2 แสดงบริเวณพื้นที่อู่ DSME

อู่แห้ง (Dry Dock) ขนาดใหญ่ที่มีความจุสูงสุดถึงกว่า 1 ล้านตันจำนวน 2 อู่ แต่ละอู่แห้งติดตั้งเครนขนาด 900 ตัน อู่ลอย (Floating Dock) จำนวน 4 อู่ มีความจุสูงสุดถึงกว่า 1 แสนตัน โรงประกอบล๊อคขนาดใหญ่ (Block Assembly shop) จำนวน 3 โรง โรงตัดเหล็ก (Cutting Shop) ขนาดใหญ่จำนวน 1 โรง Pre-Outfitting shop อีกจำนวน 2 โรง ปัจจุบันการเคลื่อนบล็อกจากโรงประกอบบล็อก ที่มีขนาดใหญ่หลาย 100 ตันเพื่อไป Erection การจัดวางสิ่งของอุปกรณ์ที่เป็นระเบียบ ตลอดจนความสะอาดภายในอู่ ไม่น่าแปลกใจเลยว่าเขาเป็นอู่เรือที่ติดอันดับโลก

รูปที่ 3 แสดงพื้นที่ภายในอู่ DSME

เรือฟริเกตของกองทัพเรือลำนี้จะเป็นเรือลำแรกที่กองทัพเรือได้ว่าจ้างให้สร้างที่ DSME และเป็นครั้งแรกในสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งเป็นประเทศที่ 3 ในภูมิภาคเอเชีย เพราะที่ผ่านมาเรือที่สร้างจากประเทศในภูมิภาคนี้เป็นเรือที่สร้างจากสาธารณรัฐประชาชนจีนและสิงคโปร์

สิ่งเหล่านี้เป็นความจริงที่สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพทางอุตสาหกรรมการสร้างเรือของ 2 ประเทศในภูมิภาคนี้ ซึ่งประเทศเราต้องนำมาขบคิดเพื่อวันหนึ่งเราต้องก้าวไปสู่จุดนั้นได้เหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพูดถึง องค์ความรู้ในด้านการออกแบบนั้นในความเห็นของผู้เขียนหลังจากที่ได้รับการอบรมแล้วประเทศไทยไม่ได้ด้อยกว่าอย่างที่หลายคนเข้าใจ

3. เรือฟริเกตที่กำลังสร้าง : ข้อมูลโดยทั่วไป

ลักษณะของเรือฟริเกตตามรูปที่ 4 มีระวางขับน้ำกว่า 3,700 ตัน ความยาวตลอดลำ 123 เมตร กินน้ำลึกประมาณ 8 เมตร ความเร็วสูงสุด 30 น็อต รัศมีทำการ 4,000 ไมล์ทะเล ระบบขับเคลื่อนประกอบด้วยเครื่องยนต์แก๊สเทอร์ไบน์ 1 เครื่องและเครื่องยนต์ดีเซล 2 เครื่อง เครื่องกำเนิดกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 4 เครื่อง ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 440 V 3 Phase 60 Hz รายละเอียดตามตารางที่ 1

รูปที่ 4 แสดง Outboard Profile ของเรือฟริเกต

Description		Particulars	Remark
Main Dimension	L.O.A.	Approx. 123 m	-
	L.B.P	Approx. 113.2 m	
	Breadth (mould)	Approx. 14.4 m	
	Depth (main deck)	Approx. 8.0 m	
Displacement		Approx. 3,700 ton	
Propulsion		2 x 5,920 kW (Diesel engine) 1 x 21,600 kW (Gas turbine) 2 x CPP & Shafts	CODAG (Combined Diesel And Gas)
Generator		4 x 830 kW	-
Complement		135 (+1) P	(FSC Officer)
Ship Speed		18 / 30 knots	Cruising/Maximum
Range		4,000 N.M.	At cruising speed

ตารางที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไปของเรือฟริเกต

4. ขั้นการออกแบบมีความสำคัญ : สาธารณรัฐเกาหลีเขาทำกันอย่างไร

สำหรับคนทั่วไปที่ไม่ได้มีความรู้ทางด้านการสร้างเรือรบก็คงไม่ยากที่จะเข้าใจได้ว่าไม่ว่าจะเป็นการสร้างเรือรบหรือสร้างอาคาร ขั้นตอนการออกแบบเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ การออกแบบนั้นไม่จำเป็นต้องมีคำตอบเดียวเสมอไปเพื่อตอบโจทย์เดียวกัน อาจแตกต่างกันได้ตราบใดที่ยังอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางวิศวกรรมแขนงต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตามมาตรฐานที่ยอมรับเป็นสากล อันจะส่งผลให้ขั้นการผลิต (Production) ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปในการสร้างเรือนั้นมีความราบรื่น ไม่ต้องมีการแก้ไขเมื่อดำเนินการผลิตไปแล้ว ซึ่งจะทำให้กระบวนสร้างเป็นไปตามแผน

“การได้ไปฝึกอบรมขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือรบที่บริษัท DSME สาธารณรัฐเกาหลีซึ่งเป็นบริษัทที่มีชื่อติดอันดับโลกในอุตสาหกรรมการสร้างเรือที่มีความน่าเชื่อถือ ในความเห็นของผู้เขียนเป็นโอกาสที่ดี 2 ประการคือ ประการแรกเป็นโอกาสที่เราจะได้ตรวจสอบเปรียบเทียบองค์ความรู้ของเรากับของเขา ในแง่ของแนวคิด กระบวนการ ในขั้นการออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือ การอ้างอิงมาตรฐานว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ประการที่ 2 เราได้มีโอกาสรับเอาสิ่งที่เรายังไม่มีหรือยังไม่ทราบมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของเรา” และหลังจาก 1 เดือนในการฝึกอบรมสิ่งที่ได้รับได้ช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ในกระบวนการออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือ ซึ่งจะได้กล่าวในลำดับต่อไป

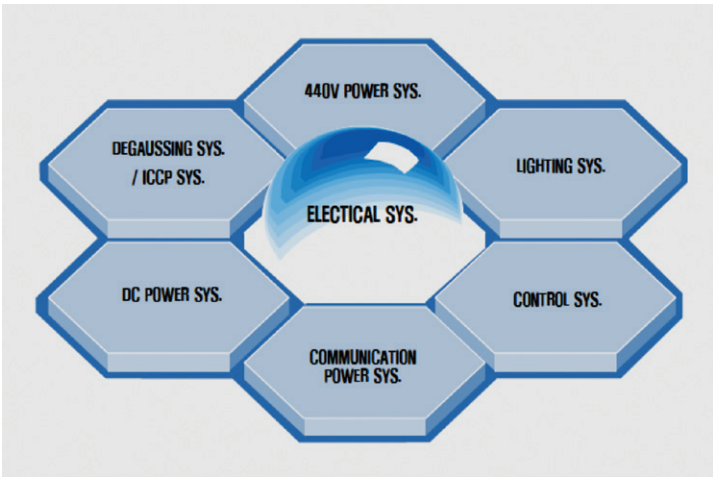
วิธีการการฝึกอบรม: การฝึกอบรมดำเนินการใน 2 ลักษณะด้วยกัน คือ การ Lecture แยกตามหลักสูตรและการพาไปเยี่ยมชม ณ บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จะติดตั้งบนเรือฟริเกตประมาณ 2-3 บริษัทในพื้นที่ใกล้เคียงกับอู่ DSME ซึ่งทำให้เห็นกระบวนการผลิตการทดสอบอุปกรณ์ซึ่งเป็นประโยชน์มาก ส่วนการ Lecture จะเปลี่ยนผู้สอนไปตามระบบงานที่รับผิดชอบซึ่งแสดงให้เห็นการแบ่งสรรงานอย่างมี

ระบบชัดเจน อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่ยังเป็นอุปสรรค ได้แก่เรื่องการสื่อสาร ภาษาอังกฤษในการสอนนั้น ส่วนใหญ่จะค่อนข้างฟังยากพอสมควร อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวมเมื่อผ่านไปประมาณ 1 สัปดาห์ เราก็สามารถปรับหูและสามารถสื่อสารกันได้ดีขึ้น

5. การออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือ : ตามแบบ DSME

มาตรฐานที่อ้างอิง : มาตรฐานที่ DSME ใช้อ้างอิงในการออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือมีทั้งมาตรฐานสากลและมาตรฐานกองทัพเรือสาธารณรัฐเกาหลี (Republic of Korea (ROK) Navy Standard) สำหรับมาตรฐานสากลแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ กลุ่มแรกเป็นความต้องการพื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการดำรงชีวิตในเรือ ได้แก่ สมาคมจัดชั้นเรือ (International Association Classification Society : IACS) หรือบางทีเรียกสั้นๆว่า Class ซึ่งข้อกำหนด (Requirements) ต่างๆ จะอ้างอิงข้อกำหนดหรือข้อบังคับที่บัญญัติไว้ใน SOLAS (Safety Of Live At Sea) และ IMO (International Marine Time Organization) โดยสาธารณรัฐเกาหลีเป็น 1 ใน 13 สมาชิกของ IACS ใช้ชื่อว่า Korean Register (KR) กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ได้แก่ Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) และ International Electrotechnical Commission (IEC) และกลุ่มสุดท้าย เป็นกลุ่มที่เป็นความต้องการทางทหาร ได้แก่ Military Standard (MIL-STD) และมาตรฐานกองทัพเรืออเมริกา (Naval Sea System Command: Navsea)

กระบวนการออกแบบ (Design Process) : การออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือมีงานที่ต้องดำเนินการอยู่ 3 ส่วน ได้แก่งานระบบ (Electrical Systems) งานแบบ (Electrical Drawing) และงานกำหนดแผนงาน (Design Schedule) ซึ่งทั้ง 3 ส่วนจะมีความสัมพันธ์กันและสัมพันธ์กับการออกแบบของระบบอื่นด้วย



รูปที่ 5 แสดงภาพรวมระบบไฟฟ้าต่างๆในเรือ

5.1 งานระบบ (Electrical Systems)

ระบบไฟฟ้าในเรือ (Electrical Systems) ประกอบด้วยระบบไฟฟ้า 2 ระบบได้แก่ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น ระบบไฟฟ้ากำลัง 440 VAC ระบบไฟฟ้ากำลัง(Power system) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting system) ระบบควบคุม (Control system) ระบบสื่อสาร (communication system) ระบบการลบล้างอำนาจสนามแม่เหล็ก (Degaussing system) และ ระบบป้องกันการกัดกร่อนตัวเรือ (ICCP : Impressed Current Cathodic Protection) ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยในแต่ละส่วนมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.1.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง 440 VAC 60 Hz 3 เฟส

- คุณลักษณะของระบบไฟฟ้า (Electrical Characteristics) อ้างอิงมาตรฐาน [1]
- ต้องทำการวิเคราะห์ภาระทางไฟฟ้า (Electrical load analysis) โดยอ้างอิงมาตรฐาน [2] และ ROK [3] เพื่อกำหนดขนาดทางไฟฟ้าและจำนวนของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดพิกัดกระแสของสายไฟบก (สายไฟบก หมายถึง สายไฟที่ต่อจากแผงจ่ายไฟบนท่าเรือผ่านแผงไฟบกบนเรือเพื่อใช้กับโหลดในเรือในขณะที่เรือเทียบท่า)
- ทำการกำหนด key-plan ของระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electrical Distribution System)
- ทำการคำนวณกระแสลัดวงจร (Short Circuit Calculation) โดยอ้างอิงมาตรฐาน [4] เพื่อทำการกำหนดขนาดพิกัดกระแสที่ Bus bar ในแผงจ่ายไฟหลัก (Main switchboard: MSB) และ อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า
- การคำนวณแรงดันตกในสายไฟ (Voltage Drop Calculation) โดยอ้างอิงมาตรฐาน [5] เพื่อนำมาประกอบในการพิจารณากำหนดขนาดพิกัดกระแสของสายไฟ
- กำหนดอุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ในระบบ ได้แก่ MSB Load Center (LC) และ แผงจ่ายไฟย่อยต่างๆ

5.1.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

- ต้องคำนวณความต้องการการส่องสว่าง (Illumination Calculation) ในแต่ละส่วนของเรืออ้างอิงมาตรฐาน [6]
- การกำหนดระบบไฟเรือเดินและไฟสัญญาณ (Navigation & signal light) อ้างอิงมาตรฐาน [6]
- กำหนดระบบไฟรับส่งเฮลิคอปเตอร์ (Heli VLA light)
- กำหนดอุปกรณ์หลัก ได้แก่ รูปแบบไฟแสงสว่าง (Lighting Fixture) ไฟเรือเดินและสัญญาณอ้างอิงมาตรฐาน [6]

5.1.3 ระบบควบคุม (Control System)

- ระบบควบคุมเครื่องจักรใหญ่ และ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- กำหนดระบบป้องกันความเสียหาย (Damage System) และระบบ Fire alarm
- กำหนดอุปกรณ์หลัก ได้แก่ Integrated Platform Management System (IPMS) และ Fire alarm

5.1.4 ระบบไฟกระแสตรง DC Power System

- วิเคราะห์ภาระทางไฟฟ้าระบบไฟกระแสตรง (DC Power Electrical Load Analysis) เพื่อกำหนดขนาดของเครื่องเรียงกระแส (Rectifier) และความจุของแบตเตอรี่
- กำหนดระบบส่งจ่ายไฟกระแสตรง ได้แก่ แผงจ่ายไฟ 24 VDC Rectifier และ แบตเตอรี่

5.1.5 ระบบไฟฟ้าสื่อสาร (Communication power System)

- วิเคราะห์ภาระทางไฟฟ้าระบบสื่อสาร (Communication Load Analysis) เพื่อกำหนดขนาดของเครื่องแปลงความถี่ (Frequency Converter) หม้อแปลง (Communication Transformer) สำหรับระบบไฟฟ้าสื่อสาร
- กำหนดอุปกรณ์หลัก ได้แก่ Frequency Converter แผงจ่ายไฟ Transformer

5.1.6 ระบบ Degaussing System

- Magnetic Signature Modeling
- Degaussing Coil Lay-out Design/ Degaussing Coil Arrangement

5.1.7 ICCP System

- การออกแบบองประกอบระบบกันการกัดกร่อนตัวเรือ (ICCP Equipment Composition Design)

5.2 งานแบบ (Electrical Drawing) งาน Electrical Drawing นั้นประกอบไปด้วย

5.2.1 System Wiring Diagram เป็นการนำงานระบบนั้นมาถ่ายทอดออกมาเป็นแบบ Wiring Diagram ของระบบต่างๆ ดังตัวอย่างแสงในตารางที่ 2 เช่น แบบ wiring diagram ของระบบไฟ 440VAC ระบบไฟ DC และ ระบบไฟแสงสว่าง เป็นต้น

DWGNO	DRAWING TITLE	START	FINISH	CLASS		OWNER	
				SUBMIT	RECEIVE	SUBMIT	RECEIVE
DA310E002	Wiring Diagram of AC 440V Power System						
DA313E001	Wiring Diagram of DC Power System						
DA252E001	Wiring Diagram of IPMS						
DA252E002	Wiring Diagram of EPCC						
DA252E003	Wiring Diagram of DCC						
DA252E004	Wiring Diagram of ACC						
DA330E001	Wiring Diagram of Lighting System						
DA426E001	Wiring Diagram of Elec. Navigation system						
DA422E001	Wiring Diagram of Navigation & Signal Lighting System						
DA588E001	Wiring Diagram of VLA System						
DA436E001	Wiring Diagram of Fire Detection System						
DA475E001	Wiring Diagram of Degaussing System						
DA252E005	Wiring Diagram of Steering Gear & Auto Pilot						
DA314E001	Wiring Diagram of Communication Power System						
DA633E001	Wiring Diagram of ICCP & MGPS System						

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างรายการ Wiring Diagram ของระบบไฟฟ้าต่างๆ

ทางด้านขวาของตารางที่ 2 จะแสดงวันที่เริ่มดำเนินการ (Start) และ วันที่สิ้นสุด (Finish) ของการจัดทำ wiring diagram แต่ละรายการ รวมทั้งวันที่ส่ง (submit) ให้ Class ซึ่งในที่นี้หมายถึง Korean Register (KR) เพื่อทำการรับรอง (Approve) แบบ wiring นั้นและวันที่ได้รับกลับมา ทางด้านขวาสุดแสดงวันที่ส่งให้ owner ซึ่งหมายถึงกองทัพเรือโดยคณะกรรมตรวจการจ้างด้านไฟฟ้า (กตจ.ด้านไฟฟ้า) ของ ทร. ที่ประจำอยู่ที่ DSME ตลอดช่วงเวลาของสัญญาเพื่อทำการรับรองแบบและวันที่รับกลับ

5.2.2 แบบการจัดวางอุปกรณ์ในเรือ (General Arrangement: GA) เป็นแบบ Drawing ที่แสดงตำแหน่งการจัดวางของอุปกรณ์ต่างๆบนพื้นดาดฟ้าเรือและในห้องต่างๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 3 เช่น แบบการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าบนดาดฟ้าหลักของเรือ (Arrangement of Elec. Equipment in Main Deck) ซึ่งทางด้านขวาก็มีลักษณะเดียวกันกับตารางที่ 2

DWGNO	DRAWING TITLE	START	FINISH	CLASS		OWNER	
				SUBMIT	RECEIVE	SUBMIT	RECEIVE
DA310E010	Arrangement of Electric Maintenance Room						
DA313E002	Arrangement of Battery & Battery Charging Room						
DA310E011	Arrangement of Elec. Distribution Center						
DA310E003	Arrangement of Elec. Equipment in G/T & RT Room						
DA310E004	Arrangement of Elec. Equipment in AMR & D/E Room						
DA310E005	Arrangement of Elec. Equipment in 2nd Platform & hold						
DA310E006	Arrangement of Elec. Equipment in 1st Platform						
DA310E007	Arrangement of Elec. Equipment in Main deck						
DA310E008	Arrangement of Elec. Equipment in 01 level						
DA310E009	Arrangement of Elec. Equipment in 02 & Above Level						
DA304E001	Arrangement of Main Cable Way						
DA400E001	Arrangement of Pilot House & Chart Room						
DA426E002	Arrangement of IC & Gyro Room						
DA252E006	Arrangement of Central Control Station						
DA588E003	Arrangement of Helicopter Control Station						
DA422E002	Arrangement of Navigation & Signal Light						
DA330E002	Arrangement of Lighting Fixture						
DA436E003	Arrangement of Fire Detector System						
DA588E002	Arrangement of VLA Light						
DA314E002	Arrangement of Power Converter Room						
DA633E002	Arrangement of ICCP Anode/Ref Cell & Echo Sounder & Speed Log Transducer						
DA330E003	Arrangement of Dressing Light						

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างรายการการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้า (Arrangement) ของระบบไฟฟ้าต่างๆ

5.2.3 แบบการคำนวนและการติดตั้งต่างๆ ดังตัวอย่างในตารางที่ 4 เช่น การวิเคราะห์ภาระทางไฟฟ้า (Electrical Load Analysis: ELA) การคำนวณแรงดันตกในสายไฟ (Voltage Drop Calculation) และการคำนวณกระแสลัดวงจร (Short Circuit Calculation) เป็นต้น ทางด้านขวาของตารางมีลักษณะเดียวกับ ตารางที่ 2

5.3.2 Wiring Diagram ทั้งหมดต้องส่งให้ กตจ.ด้านไฟฟ้า 6 เดือนก่อน S/C
ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างรายการการคำนวณต่างๆ ของระบบไฟฟ้า**5.3.3** DSME ต้องรับรอง Vendor Drawing 5 เดือนครึ่งก่อน S/C

5.3.4 แบบ General Arrangement ทั้งหมดต้องส่งให้ กตจ.ด้านไฟฟ้า 5 เดือนก่อน S/C

DWGNO	DRAWING TITLE	START	FINISH	CLASS		OWNER	
				SUBMIT	RECEIVE	SUBMIT	RECEIVE
DA310E001	Key Plan of Main Electric Power System						
DA436E002	Alarm & Wiring system						
DA304E002	Installation Standard of Cable & Electric Equipment						
DR310E002	Voltage drop Calculation						
DR310E001	Electric Power load Analysis						
DR310E003	Short Circuit Calculation						
DR330E001	Illumination Calculation						
DR252E001	IPMS Measuring Point						
DR314E001	Cable List						
DA323E001	Diagram of Casualty Power System						

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างรายการการคำนวณต่างๆของระบบไฟฟ้า

5.2.4 แบบของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Vendor Drawing) เป็นแบบที่มากับอุปกรณ์ที่ทาง DSME สั่งซื้อมาจากผู้จำหน่าย (Supplier หรือ Vendor)

5.3 งานการกำหนดตารางแผนงาน (Electrical System Design Schedule) ประกอบไปด้วยแผนงานที่ต้องพิจารณาให้สัมพันธ์กับงานส่วนที่ 1 และ 2 เพื่อให้เห็นว่างานใดต้องเริ่มก่อนหลังและเริ่มเมื่อใด

5.3.1 การทำรายงานงานออกแบบใน 2 ส่วนแรกและส่งให้ กตจ.ด้านไฟฟ้า ของ ทร.(Ship Owner) 9 เดือนก่อนวันตัดแผ่นเหล็ก (Steal Cutting: S/C)

5.3.5 มาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและสายไฟ (Installation Standard) ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้น 5 เดือนก่อน S/C

5.3.6 แผนการเดินสายไฟ (Cable Plan) ชุดแรกและชุดที่ 2 ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้น 4 เดือน และ 2 เดือน ก่อน S/C ตามลำดับ

5.3.7 แผนการเจาะช่องต่างๆ (Hole Plan) ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้น 7 สัปดาห์ก่อน S/C เพื่อนำไปใช้ในการผลิต

5.3.8 แบบการติดตั้งอุปกรณ์ (Installation Drawing) ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นก่อนการประกอบ block ประมาณ 7 สัปดาห์

5.3.9 แบบ GA ต้องเสร็จเพื่อนำไปทำงาน 6 สัปดาห์ หลังจาก S/C

5.3.10 Wiring Diagram ต้องเสร็จเพื่อนำไปทำงาน 5 สัปดาห์ หลังจาก S/C

5.3.11 แบบและการติดตั้ง Cable Tray (Main Cable Tray Drawing) ต้องเสร็จเพื่อนำไปทำงาน 23 วันก่อน S/C

6. บทสรุป

ผู้เขียนได้มีโอกาสไปฝึกอบรม (On Job Training: OJT) ในขั้นการออกแบบที่อู่ต่อเรือDaewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) สาธารณรัฐเกาหลีซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสัญญาที่กองทัพเรือว่าจ้างให้ DSME สร้างเรือฟริเกต 1 ลำ โดยเนื้อหาสาระที่ผู้เขียนนำมาบอกเล่านั้นเป็นภาพรวมของกระบวนการออกแบบระบบไฟฟ้าในเรือฟริเกตลำนี้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและสิ่งที่ต้องดำเนินการหลายประการด้วยกัน ถึงแม้ว่ามีหลายส่วนขององค์ความรู้ในขั้นการออกแบบที่มีความคล้ายคลึงกับความรู้ความเข้าใจที่ผู้เขียนมีอยู่ก่อนการได้เข้ารับการอบรมทำให้ได้รับองค์ความรู้ใหม่ วิธีการ และเทคนิคใหม่ๆ นอกจากนี้การได้เยี่ยมชมบริเวณอู่เรือ DSME ทำให้ได้เห็นการจัดการที่ดีทั้งด้านความปลอดภัยและการผลิตตอลดจนสิ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างเรือที่ครบครันและก็ทันสมัย อีกทั้งได้ไปเยี่ยมชมบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะติดตั้งในเรือฟริเกตลำนี้ซึ่งทำให้เห็นภาพการผลิตและการทดสอบ สิ่งทั้งหลายทั้งปวงเหล่านี้ได้เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจของผู้เขียนในกระบวนการออกแบบไฟฟ้าในเรือให้ครบถ้วนและรอบด้านมากขึ้นและหวังว่าผู้อ่านจะได้รับประโยชน์เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] MIL-STD-1399 SECTION 300B “DEPARTMENT OF DEFENSE INTERFACE STANDARD SECTION 300B ELECTRIC POWER, ALTERNATING CURRENT”.

[2] NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND “DDS 310-1 REV 1 ELECTRICAL POWER LOAD ANALYSIS (EPLA) FOR SURFACE SHIPS”.

[3] REPUBLIC OK KOREA (ROK) NAVY STANDARD.

[4] IEC 61363-1 PART 1 “PROCEDURES FOR CALCULATING SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN THREE-PHASE A.C.

[5] MIL–HDBK–299(SH) “CABLE COMPARISON HANDBOOK DATA PERTAINING TO ELECTRIC SHIPBOARD CABLE”.

[6] MIL–HDBK–289(SH) “LIGHTING ON NAVAL SHIPS (METRIC)”.