บันทึกข้อความ

กรมอุทกศาสตร์
เลขรับ ๑๒๓๗๕
วันที่ ๓๑ ธ.ค. ๓๙
เวลา ๑๒๖๐

ส่วนราชการ กงน.ฐท.พง.(โทร.๘๔-๑๒๖๓)

ที่ _____ วันที่ ๒๙ ธ.ค.๓๙

เรื่อง ขอมอบหนังสือตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ใช้ในราชการ

สถาบันวิทยบริการ
เลขรับ ๓๗๐๖
วันที่ ๒๘ ธ.ค. ๓๙
เวลา ๑๔๕๐

เสนอ อศ.

กระผม น.ท.สายันต์ เจริญผล รอง หก.กงน.ฐท.พง. ได้รวบรวมตำราตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมาสำหรับใช้ในการศึกษา ค้นคว้า ในหลักสูตรต่าง ๆ ของ รร.อศ. และเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจหรือเกี่ยวข้องในกิจการเครื่องหมายช่วยการเดินเรือ จึงขอมอบหนังสือดังกล่าวให้กรมอุทกศาสตร์ไว้ใช้ในราชการ และหากเห็นเป็นการสมควรกรุณาจัดพิมพ์เป็นตำราเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

น.ท. _____
รอง หก.กงน.ฐท.พง.

ส่ง กวก.อศ.
พิจารณา
พล.ร.ต. _____
รอง จก.อศ.ทำการแทน
จก.อศ.
๒๙ ธ.ค.๓๙

(โปรดพิจ

เลขาธิการ

๑. หนังสือที่เกี่ยวข้องและเอกสารประกอบการพิจารณา

๑.๑ ร่างประกาศคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการสอบแข่งขันเพื่อบรรจุบุคคลเข้ารับราชการ

๑.๒ ร่างประกาศคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการสอบคัดเลือกเพื่อบรรจุบุคคลเข้ารับราชการ

๑.๓ ร่างประกาศคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการสอบคัดเลือกเพื่อบรรจุบุคคลเข้ารับราชการ

๑.๔ ร่างประกาศคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการสอบแข่งขันเพื่อบรรจุบุคคลเข้ารับราชการ

๑.๕ ร่างประกาศคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการสอบคัดเลือกเพื่อบรรจุบุคคลเข้ารับราชการ

๒. ก.พ. ได้ประชุมพิจารณาเรื่องนี้แล้ว เห็นควรดำเนินการตามข้อ ๑

๓. ร่างประกาศตามข้อ ๑ จำนวน ๕ ฉบับ

๓.๑ น.อ. หญิง ทนงศ์

๓.๒ น.ท. ณัย มณีพจนีย์

๓.๓ ร.อ. ยอดชัย ศิลปอุไรพงศ์

๓.๔ ให้ ก.พ.ค. ดำเนินการจัดพิมพ์ เพื่อใช้ในการสอบไม่น้อยกว่า ๒๐๐ เล่ม และส่งสำเนาประกาศให้ ก.พ. ๑ ชุด

๓.๕ ก.พ.ค. ดำเนินการแจ้งประกาศให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณา หากเห็นสมควรขอได้โปรดลงนามในข้อ ๓

ผอ. ก.พ.ค.

๓ ม.ค. ๔๐

เสนอ

เห็นสมควรอนุมัติตามที่ ผอ.กวก.อศ. เสนอ

พล.ร.ต.

ผช.จก.อศ.

๓ ม.ค.๔๐

พล.ร.ต.

รอง จก.อศ.

๓ ม.ค.๔๐

อนุมัติตามที่ ผช.จก.อศ. เสนอ

พล.ร.ท.

จก.อศ.

๓ ม.ค.๔๐

- กวก.๐๐๑ ได้ดำเนินการตามข้อ 2.3 แล้ว

ที่ สอ ๐๔๐๑.๔/ว๐๐๔๔,๐๐๐๐๕ ลว. ๑๐ มี.ค. ๔๐

บันทึกข้อความ

กองวิทยาการ
เลขรับ ๔๓๔
วันที่ ๑๑ มี.ค. ๔๐
เวลา ๑๕๔๐

ส่วนราชการ กคม.อศ. (โทร.๖๗๐๘)

ที่ กห ๐๕๒๘.๘/๑๙๕ วันที่ ๕ มี.ค.๔๐

เรื่อง การตรวจสอบหนังสือตะเกียงระหกพลังงานแสงอาทิตย์

เสนอ อศ.

ตามอนุมัติ จก.อศ. ลง ๓ ม.ค.๔๐ ให้กระผม น.อ.นคร ทนุวงษ์ ผอ.กคม.อศ. ว่าที่ น.อ.วินัย มณีพฤกษ์ รอง ผอ.กคม.อศ. และ น.ต.ยอดรัก ศิลาเดชยางค์ หน.ประสาทารและทุ่น กคม.อศ. เป็นคณะกรรมการตรวจสอบหนังสือตะเกียงระหกพลังงานแสงอาทิตย์ ของ น.ท.สายันต์ เจริญผล รอง หก.กงน.ฐท.พง. นั้น บัดนี้คณะกรรมการได้ตรวจสอบและแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ตามหนังสือตะเกียงระหกพลังงานแสงอาทิตย์ ที่แนบมา

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ กวก.อศ. ดำเนินการต่อไป

น.อ.
ผอ.กคม.อศ.

ส่ง กวก.อศ.

พิจารณาดำเนินการต่อไป

พล.ร.ต.

รอง จก.อศ.ทำการแทน

จก.อศ.

๑๑ มี.ค.๔๐

ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

กองเครื่องหมายทางเรือ กรมอุทกศาสตร์

คำนำ

ในการจัดตั้งหน่วยงานของทางราชการขึ้นมา ย่อมมีวัตถุประสงค์ที่จะให้การดำเนินกิจการในความรับผิดชอบของหน่วยงานนั้น ๆ อำนวยประโยชน์แก่ประชาชน และส่งผลอันจะนำมาซึ่งความเจริญรุ่งเรืองมาสู่ประเทศชาติเป็นสำคัญ การจะทำให้เกิดสัมฤทธิ์ดังประสงค์ได้ ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในกิจการนั้น ๆ สมควรจะได้ศึกษาความก้าวหน้า ข้อบกพร่อง ข้อผิดพลาดในการดำเนินงาน เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุง แก้ไข และยังอาจจะก่อให้เกิดแนวความคิดในอันที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของงานและหน่วยงานให้มีก้าวหน้ายิ่งขึ้นตามเจตนารมณ์ของทางราชการ

ปัจจุบันการวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยี่ได้มีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศชาติ เป็นอย่างยิ่ง และ **"เครื่องหมายช่วยการเดินเรือ"** เป็นสิ่งหนึ่งที่ถูกพัฒนาไปตามเทคโนโลยี่ จากระบบเดิมที่ใช้ก๊าซอะเซติลินเป็นเชื้อเพลิง มาเป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และไม่มีวันที่จะหมดไปจากโลกนี้ ดังนั้นผู้เขียนจึงคิดว่าน่าจะรวบรวมตำราตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมาเพื่อประโยชน์ในการศึกษา ค้นคว้า และแก้ไขซ่อมบำรุง โดยใช้หนังสือคู่มือ AIDS TO NAVIGATION ของบริษัท TIDELAND และบริษัท PHAROS MARINE/AUTOMATIC POWER INC และจากประสบการณ์ที่ผู้เขียนได้ปฏิบัติงานมาเป็นข้อมูลในการอ้างอิง

ในฐานะที่ผู้เขียนได้รับราชการอยู่ที่กองเครื่องหมายทางเรือ กรมอุทกศาสตร์ มาเป็นเวลานานถึง 17 ปี จึงหวังว่าหนังสือตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้ค้นคว้ารวบรวมขึ้นมานี้คงจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ หรือเกี่ยวข้องในกิจการเครื่องหมายช่วยการเดินเรือบ้างไม่มากก็น้อย หากมีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาด ข้าพเจ้ายินดีน้อมรับคำติชม และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

น.ท.

(สายันต์ เจริญผล)

รองหัวหน้ากองโรงงาน ฐานทัพเรือพังงา

24 ธันวาคม 2539

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1. บทนำ

1.1 การพัฒนาเครื่องหมายช่วยการเดินเรือ 1

1.2 ส่วนประกอบของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 1

บทที่ 2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) 2

2.2 โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ 4

2.3 ขั้นตอนการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.3.1 การทำทราย (Silicon) ให้เป็นแว่นผลึกเดี่ยว 6

2.3.2 การทำเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) 7

2.3.3 การทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) 8

2.4 ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Panel) 9

2.5 คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 12

2.6 ระบบการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 14

2.7 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 14

2.8 ข้อดีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 15

2.9 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 16

บทที่ 3. ตัวเรือนตะเกียง

3.1 ตัวเรือนตะเกียง (Marine Lanterns) 19

3.2 ตัวเรือนตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่

3.2.1 ตะเกียงแบบ ML-300 20

3.2.1.1 ส่วนประกอบ 20

3.2.1.2 การติดตั้ง 22

3.2.2 ตะเกียงแบบ FA-250 25

3.2.3 ตะเกียงแบบ ML-155 26

3.2.4 ตะเกียงแบบ LBEA-155 27

3.2.5 ตะเกียงแบบ ML-140 28

สารบัญ

หน้า

3.2.6 ตะเกียงแบบ LBEA-85 29

3.2.7 ตะเกียงแบบ RL-125 30

3.2.8 ตะเกียงแบบ FA-240 31

3.3 ตัวเรือนตะเกียงแบบเลนส์หมุน (Rotating Beacon)

3.3.1 ตะเกียงแบบ TRB-400 32

3.3.1.1 ส่วนประกอบ 33

3.3.2 ตะเกียงแบบ APRB-252 35

บทที่ 4. เครื่องควบคุมจังหวะไฟ (Flasher)

4.1 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ ML-300,ML-155 และ ML-140 36

4.1.1 TF-3B Syncrostat Flasher 37

4.1.2 TF-3B Micro Power Flasher และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher 38

4.2 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ FA-250 และ LBEA-155 40

4.3 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ LBEA-85 41

4.4 วิธีการปรับแต่งลักษณะไฟ 41

4.5 คู่มือการปรับแต่งลักษณะไฟ 44

บทที่ 5. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ (Lampchanger)

5.1 ส่วนประกอบ 54

5.2 เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3B Micro Power 54

5.3 เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ APL-1297 55

5.4 ระบบการทำงานของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ 55

บทที่ 6. สวิตซ์แสงแดด (Sun switch) 57

บทที่ 7. หลอดไฟ

7.1 หลอดไฟ (lamps) 58

7.2 ส่วนประกอบของหลอดไฟ 58

7.3 หลอดไฟแบบ C-8, S-8, CC-8 และ S-11 59

สารบัญ

หน้า

7.4 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamps) 61

7.5 การทำงานของหลอดฮาโลเจน 62

7.6 การติดตั้งหลอดไฟ 62

7.7 การคำนวณอายุการใช้งานของหลอดไฟ 63

บทที่ 8. แบตเตอรี่ (Battery)

8.1 คุณลักษณะสำคัญของแบตเตอรี่ที่ใช้กับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 66

8.2 โครงสร้างของแบตเตอรี่ 67

8.3 ปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อคายประจุ 68

8.4 ปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อทำการประจุ 68

8.5 ความจุของแบตเตอรี่ 69

8.6 การต่อพ่วงแบตเตอรี่ 69

8.7 ข้อควรระวังในการใช้งานและการบำรุงรักษา 70

8.8 สาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อม 71

8.9 วิธีคำนวณหาอัตราการใช้กระแสไฟของแบตเตอรี่

8.9.1 กรณีเป็นไฟวับ-วาบ 72

8.9.2 กรณีเป็นไฟนิ่ง 74

บทที่ 9. ระบบการทำงานของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

9.1 ระบบการทำงานของตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่ 76

9.2 ระบบการทำงานของตะเกียงแบบเลนส์หมุน 78

บทที่ 10. วิธีการเปิดตะเกียง

10.1 การเปิดตะเกียง ML-300 79

10.2 การเปิดตะเกียง FA-250 81

10.3 การเปิดตะเกียง ML-155 และ ML-140 82

10.4 การเปิดตะเกียง LBEA-155 83

บทที่ 11. วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

11.1 วงจรตะเกียงพลังงานแสงอาทิตย์แบบวงเดียว 84

สารบัญ

หน้า

11.2 วงจรตะเกียงพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือสองชั้น 86

บทที่ 12. การตรวจซ่อมบำรุงตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

12.1 การตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 88

12.2 การตรวจสอบแบตเตอรี่

12.2.1 การใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์ 89

12.2.2 การใช้เครื่องมือวัดแอมป์มิเตอร์ 90

12.2.3 การใช้ไฮโดรมิเตอร์ 90

12.3 การตรวจสอบสวิตซ์แสงแดด 91

12.4 การตรวจสอบเครื่องควบคุมจังหวะไฟ 92

12.5 การตรวจสอบเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ 92

12.6 การตรวจสอบหลอดไฟ 93

บทที่ 13. การหาค่ากำลังส่องสว่าง

13.1 การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟจากการเปิดตาราง

13.1.1 การหาค่ากำลังส่องสว่างของตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่ 95

13.1.1.1 ตะเกียงแบบ ML-300 95

13.1.1.2 ตะเกียงแบบ ML-155 98

13.1.1.3 ตะเกียงแบบ RL-125 99

13.1.2 การหาค่ากำลังส่องสว่างของตะเกียงแบบเลนส์หมุน

13.1.2.1 ตะเกียงแบบ TRB-400 104

13.1.2.2 ตะเกียงแบบ APRB-252 106

13.2 การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟโดยวิธีคำนวณ 108

บทที่ 14. การหาระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟ

14.1 ระยะเห็นทำนาย (Luminous Range) 109

14.2 ระยะเห็นมาตรฐาน (Nominal Range) 110

14.3 ระยะเห็นภูมิศาสตร์ หรือระยะเห็นทางทฤษฎี (Geographical Range) 113

เอกสารอ้างอิง

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.	โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์	3
รูปที่ 2.	โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน	4
รูปที่ 3.	เซลล์แสงอาทิตย์แบบสี่เหลี่ยมและแบบกลม	5
รูปที่ 4.	แสดงขั้นตอนการผลิตทราย Silicon ให้เป็นแว่นผลึก	6
รูปที่ 5.	แสดงขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)	7
รูปที่ 6.	แสดงขั้นตอนการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar Module)	8
รูปที่ 7.	การต่อเรียงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟตามต้องการ แบบขนานและอนุกรม	9
รูปที่ 8.	การต่อ Blocking Diode	10
รูปที่ 9.	การต่อ By pass Diode แบบ Reverse Bias และ Forward Bias	11
รูปที่ 10.	ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	12
รูปที่ 11.	แผนภูมิของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์	13
รูปที่ 12.	การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	15
รูปที่ 13.	ตะเกียงแบบ ML-300	21
รูปที่ 14.	ส่วนประกอบและรายละเอียดตะเกียง ML-300	21
รูปที่ 15.	การติดตั้งตัวเรือนตะเกียง ML-300	23
รูปที่ 16.	แสดงการประกอบการติดตั้งตะเกียง ML-300	24
รูปที่ 17.	วิธีการปรับแต่งระดับน้ำ	24
รูปที่ 18.	ตะเกียงแบบ FA-250	26
รูปที่ 19.	ตะเกียงแบบ ML-155	27
รูปที่ 20.	ตะเกียงแบบ LBEA-155	28
รูปที่ 21.	ตะเกียงแบบ ML-140	29
รูปที่ 22.	ตะเกียงแบบ LBEA-85	29
รูปที่ 23.	ตะเกียงแบบ RL-125	30
รูปที่ 24.	ส่วนประกอบของตะเกียง RL-125	31
รูปที่ 25.	ตะเกียงแบบ FA-240	31

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 26. ตะเกียงแบบ TRB-400 32

รูปที่ 27. อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตะเกียงระบบเลนส์หมุนแบบ TRB-400 34

รูปที่ 28. ตะเกียงแบบ APRB-252 35

รูปที่ 29. แผง Flash circuit และแผง Timer ของ TF-3B Syncrostat Flasher 36

รูปที่ 30. Flasher/Lampchanger แบบ TF-3B Syncrostat 37

รูปที่ 31. ส่วนประกอบของ TF-3B Syncrostat 38

รูปที่ 32. Flasher/Lampchanger แบบ TF-3B Micro Power 39

รูปที่ 33. เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ APF 247 P Solid State Flasher 40

รูปที่ 34. เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ ELCO-12 MkII Flasher 41

รูปที่ 35. แผง Flasher แบบ TF-3B Micro Power และ Switch ตั้งลักษณะไฟ 42

รูปที่ 36. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3B Micro Power 54

รูปที่ 37. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ APL-1297 55

รูปที่ 38. สวิตช์แสงแดด 57

รูปที่ 39. ส่วนประกอบของหลอดไฟ 58

รูปที่ 40. หลอดไฟแบบ S-8 และ S-11 59

รูปที่ 41. หลอดทังสเตนฮาโลนเจนหรือหลอดฮาโลเจน 61

รูปที่ 42. จุดแสดง Focus ของหลอดไฟกับเลนส์เบ่งแสง 63

รูปที่ 43. แบตเตอรี่ที่ใช้กับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 67

รูปที่ 44. วิธีการเปิดตัวเรือนตะเกียงรุ่น ML-300 79

รูปที่ 45. การถอดเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอด 80

รูปที่ 46. เครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ภายในเรือนตะเกียง 81

รูปที่ 47. อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตะเกียงรุ่น FA-250 82

รูปที่ 48. วิธีการเปิดตะเกียง ML-155 และ ML-140 83

รูปที่ 49. วงจรระบบตะเกียงพลังงานแสงอาทิตย์แบบดวงเดียว 85

รูปที่ 50. ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น 86

รูปที่ 51. แสดงการต่อวงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น 87

รูปที่ 52. ภาพแสดงแนวความคิดในการคำนวณหาระยะเห็นทางทฤษฎี 113

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. ขนาดแรงดัน กระแส และอายุการใช้งานของหลอดไฟ 60

ตารางที่ 2. SURGE FACTOR 72

ตารางที่ 3. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-300 97

ตารางที่ 4. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-155 99

ตารางที่ 5. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 3 องศา 100

ตารางที่ 6. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 6 องศา 101

ตารางที่ 7. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 12 องศา 102

ตารางที่ 8. Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 20 องศา 103

ตารางที่ 9. Effective Intensity Table ของตะเกียง TRB-400 (เลนส์ 6 Panels) 105

ตารางที่ 10. Effective Intensity Table ของตะเกียง TRB-400 (เลนส์ 8 Panels) 106

ตารางที่ 11. Effective Intensity Table ของตะเกียง APRB-252 (เลนส์ 6 Panels) 107

ตารางที่ 12. ไดอะแกรมระยะเห็นได้ไกลของแสงไฟแบบ Luminous Range 109

ตารางที่ 13. Range in nautical miles ของระยะเห็นมาตรฐาน 112

ตารางที่ 14. Geographical Range ของระยะเห็นทางทฤษฎี 114

****

บทที่ 1
บทนำ

****

1.1 <u>การพัฒนาเครื่องหมายช่วยการเดินเรือ</u> (AIDS TO NAVIGATION) ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ได้ก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ได้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ใช้กับตะเกียงกระโจมไฟอยู่ตลอดเวลา ซึ่งแต่เดิมในสมัยโบราณใช้น้ำมันจากไขสัตว์เป็นเชื้อเพลิงในการจุดไฟ ต่อมาได้เปลี่ยนแปลงมาใช้น้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง แล้วก็เปลี่ยนแปลงมาใช้ก๊าซอะเซติลีนและพลังงานไฟฟ้าเป็นต้น ปัจจุบันได้นำเอาพลังงานจากธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวโลก คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้ได้ตลอดไป ไม่มีวันที่จะหมดไปจากพื้นผิวโลกมาเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วนำมาใช้กับเครื่องมือ เครื่องใช้หลายประเภท เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ซึ่งตะเกียงกระโจมไฟที่ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ก็ได้ถูกค้นคว้า และประดิษฐ์ขึ้นมาสำหรับใช้งานเครื่องหมายช่วยการเดินเรือโดยเฉพาะ

ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระบบที่ทันสมัยมีอุปกรณ์และส่วนประกอบไม่ยุ่งยาก ราคาถูก ซึ่งในหลายประเทศได้นำมาใช้กับงานเครื่องหมายช่วยการเดินเรือกันอย่างกว้างขวาง และในประเทศไทยก็ได้นำเอาวิวัฒนาการนี้มาทดลองใช้เป็นครั้งแรก โดยทำการติดตั้งที่กระโจมไฟเกาะเตาหม้อ ปากทางเข้า ฐท.สส. จ.ชลบุรี เมื่อวันที่ 25 ก.ค.27 ซึ่งผลการทดลองใช้งาน ปรากฏว่า ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การซ่อมบำรุงดูแลรักษาไม่ยุ่งยากเมื่อเปรียบเทียบกับตะเกียงระบบก๊าซ กำลังส่องสว่างของแสงไฟสามารถมองเห็นได้ไกลกว่าตะเกียงระบบก๊าซอะเซทิลีน กรมอุทกศาสตร์จึงได้นำเอาตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์นี้ไปติดตั้งตามกระโจมไฟอื่น ๆ ต่อไป และมีแนวความคิดในอนาคต ตะเกียงตามกระโจมไฟต่าง ๆ ของกรมอุทกศาสตร์จะเปลี่ยนเป็นตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด

1.2 <u>ส่วนประกอบของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์</u>

ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ อยู่ 7 ส่วนด้วยกัน คือ

1.2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

1.2.2 ตัวเรือนตะเกียง (Marine Lanterns)

1.2.3 เครื่องควบคุมจังหวะไฟ (Flasher)

1.2.4 เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ (Lampchanger)

1.2.5 สวิตช์แสงแดด (Sun switch or Photocell)

1.2.6 หลอดไฟ (Lamps)

1.2.7 แบตเตอรี่ (Battery)

บทที่ 2
แผงเซลล์แสงอาทิตย์

****

2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุด ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกเฉลี่ย 1.5×10^8 กิโลเมตร แสงเดินทางมาถึงโลกใช้เวลาประมาณ 8 วินาที ดวงอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.39×10^6 กิโลเมตร หนัก 2.2×10^{27} ตัน หมุนรอบตัวเองด้วยอัตรา 1 รอบ ต่อ 28 วัน ให้พลังงานมานานกว่า 300 ล้านปี และคาดว่าต่อไปในอนาคตดวงอาทิตย์ยังคงจะให้พลังงานต่อไป ดวงอาทิตย์ปล่อยพลังงานในอัตรา 3.83×10^{23} กิโลวัตต์ และจากปริมาณดังกล่าวส่วนที่มาตกกระทบโลกมีอัตรา 1.79×10^{14} กิโลวัตต์

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรีระยะห่างระหว่างโลกและดวงอาทิตย์จะแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วงระหว่าง 1.47×10^8 กิโลเมตร ถึง 1.52×10^8 กิโลเมตร หรือเฉลี่ยประมาณ 1.5×10^8 กิโลเมตร พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับนอกบรรยากาศที่ระยะห่างดังกล่าวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1400 วัตต์/ตารางเมตร ในช่วงเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1305 วัตต์/ตารางเมตร ในช่วงเดือนมิถุนายนและเดือนกรกฎาคม โดยเฉลี่ยแล้วพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับรายปีเท่ากับ 1353 วัตต์/ตารางเมตร

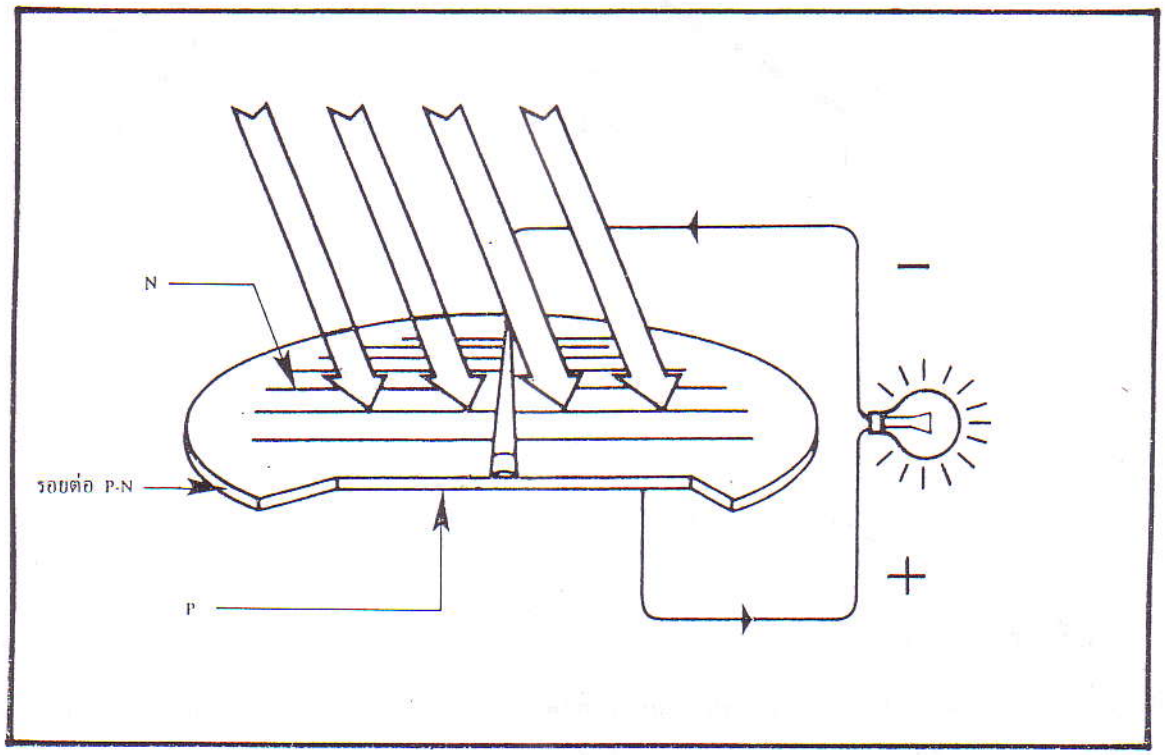
พลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยรังสีทุกรูป เช่น คลื่นวิทยุ ความร้อน แสงสว่าง รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกโดย แชปปิน (CHAPIN), ฟูลเลอร์(FULLER) และเพียสัน (PEARSON) แห่งเบลล์ เทลเลโฟน (BELL TELEPHONE) ในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ.1954 โดยทั้งสามท่านนี้ได้ค้นพบเทคโนโลยี่การสร้างรอยต่อ พี-เอ็น (P-Type และ N-Type) แบบใหม่ โดยวิธีการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิคอนจนได้เซลล์แสงอาทิตย์(Solar cell) อันแรกของโลก ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 6 % และในปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ได้ถูกพัฒนาขึ้นจนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นถึง 15 % เนื่องจากเทคโนโลยี่ทางด้านเซลล์แสงอาทิตย์นี้ยังใหม่ และมีประโยชน์มากในการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากมาใช้ให้เป็นประโยชน์

ในอดีตนั้นการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับโครงการอวกาศ ดาวเทียม หรือยานอวกาศ มากกว่า 500 ดวง ที่ส่งจากพื้นโลกไปโคจรอยู่ในอวกาศ โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น

ในปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์เริ่มมีแนวโน้มและบทบาทสำคัญในการนำมาใช้งาน เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าและเพื่อสนองความต้องการการใช้พลังงานบนพื้นโลก ในสมัยก่อนข้อเสนอที่จะใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลักนั้นยังไม่เป็นที่ยอมรับกัน เพราะโรงงานผลิตกำลังไฟฟ้าจากน้ำมันถ่านหินและกำลังน้ำยังมีราคาถูก และหาวัตถุเชื้อเพลิงได้ง่าย แต่ในปัจจุบันนี้น้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มมีราคาแพงขึ้นอย่างรวดเร็ว และคาดว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมีให้ใช้ในโลกนี้ต่อไปไม่อีกกี่สิบปี ดังนั้นจึงทำให้นักวิทยาศาสตร์ และวิศวกร เริ่มหันมาสนใจพลังงานจากแสงอาทิตย์กันอย่างจริงจัง เพื่อหาลู่ทางที่จะใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานนี้แทนระบบการกำเนิดพลังงานด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง

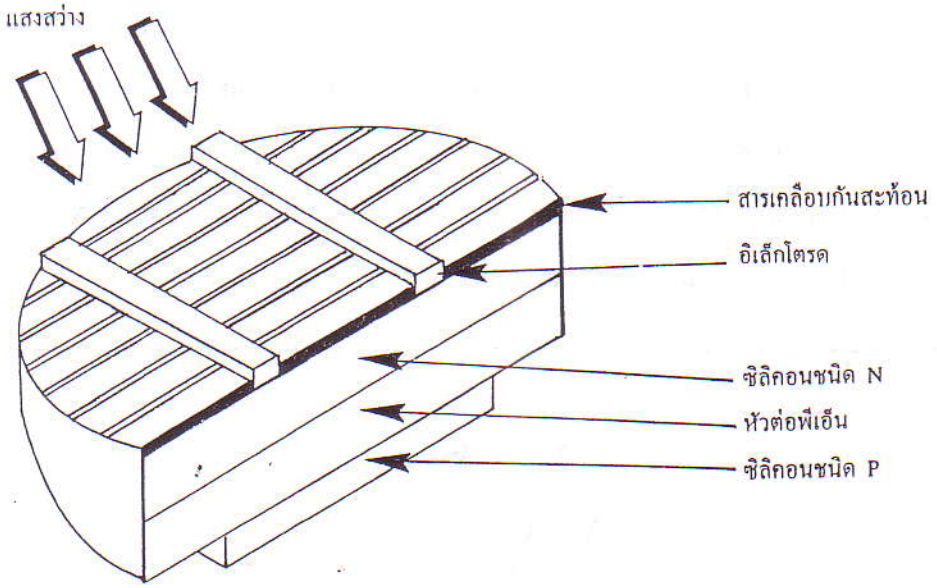
เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) เป็นประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำมาจากสารกึ่งตัวนำที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์จะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 โวลท์ ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับความสว่างของแสงอาทิตย์และขนาดของตัวเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งโดยปกติแล้วเซลล์แสงอาทิตย์เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว ได้รับแสงอาทิตย์ส่องตอนเที่ยงวันจะให้กระแสไฟฟ้าประมาณ 2 แอมแปร์



รูปที่ 1. โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

2.2 โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

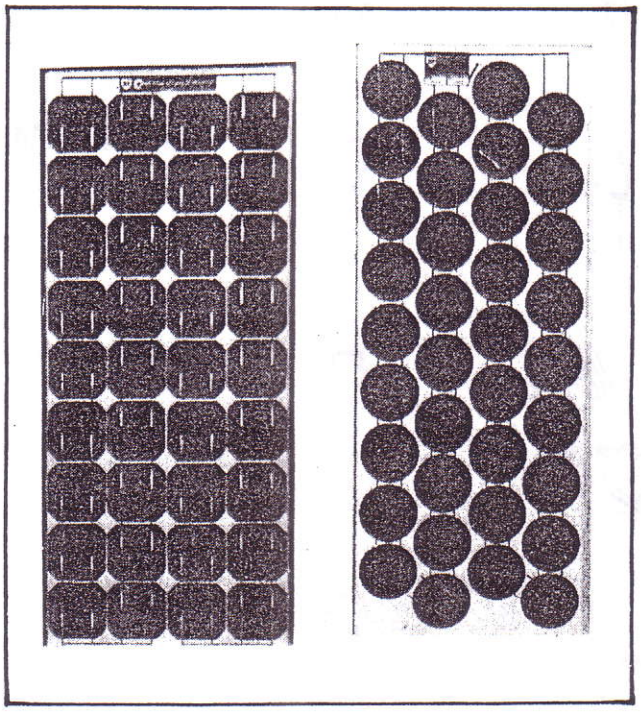
โครงสร้างหลักของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ หัวต่อ P-N ของสารกึ่งตัวนำ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนนั้นผลิตขึ้นโดยการนำเอาแว่นผลึกซิลิคอนหนาประมาณ 200 - 300 ไมครอน มาแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างหัวต่อ P-N โดยมีความลึกของชั้นแพร่ซึมหรือหัวต่อประมาณ 0.3 - 0.5 ไมครอน จากนั้นนำหัวต่อ P-N ไปทำผิวสัมผัสทางด้านหน้าและด้านหลังด้วยเงิน ผิวสัมผัสทางด้านหน้ามีลวดลายเป็นรูปนิ้วมือหรือก้างปลา เพื่อให้เหลือพื้นที่รับแสงมากที่สุด



รูปที่ 2. โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน

วัสดุที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ สารกึ่งตัวนำ ชื่อ **ซิลิคอน** (Silicon) เป็นวัสดุที่ได้รับการยอมรับมาเป็นวัสดุเริ่มต้นในการทำเซลล์แสงอาทิตย์มากที่สุดในบรรดาสารกึ่งตัวนำทั้งหลายด้วยกัน ด้วยเหตุผลคือ ซิลิคอน เป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง จึงมีราคาถูกและเป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้รับการพัฒนามานานทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นที่เข้าใจและใช้งานอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

เซลล์แสงอาทิตย์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำที่ผ่านกระบวนการสร้างหัวต่อ P-N ที่อุณหภูมิสูงมากประมาณ 1000°C แต่เมื่อนำมาใช้งานจะมีอุณหภูมิใช้งานเพียง 30 - 35°C สำหรับความเข้มแสงปกติ และอุณหภูมิใช้งาน 80 - 150°C สำหรับความเข้มแสงสูง ดังนั้นการใช้งานเช่นนี้จะไม่สามารถทำให้เซลล์แสงอาทิตย์เสียหายได้ แต่สาเหตุที่ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์เสียหายมักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นไอเคมีที่มีอยู่ในบรรยากาศซึ่งอาจกระทำให้ขั้วโลหะของเซลล์แสงอาทิตย์เกิดการผุกร่อน ร่อนหัก หรือหลุดในที่สุด และสาเหตุอีกประการหนึ่งได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกลศาสตร์ เช่น การสั่นสะเทือน แรงกดที่เกิดจากลม ซึ่งอาจทำให้เซลล์แตกหักได้ อายุใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ในทางอุดมคติจึงยาวนานมาก หากมีการออกแบบวิธีการห่อหุ้มตัวเซลล์ ฯ อย่างสมบูรณ์แบบ มีการออกแบบติดตั้งตัวเซลล์ ฯ อย่างถูกต้อง และใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แห้งปราศจากไอเคมี ไม่มีการสั่นสะเทือนหรือแรงกดจากลม ดังนั้นอายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์จึงกำหนดได้จากวิธีการออกแบบและลักษณะการใช้งาน หากไม่มีข้อผิดพลาดใด ๆ เนื่องจากการออกแบบและใช้งานแล้วเซลล์แสงอาทิตย์จะมีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปีขึ้นไป



รูปที่ 3. เซลล์แสงอาทิตย์แบบสี่เหลี่ยมและแบบกลม

2.3 ขั้นตอนการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์

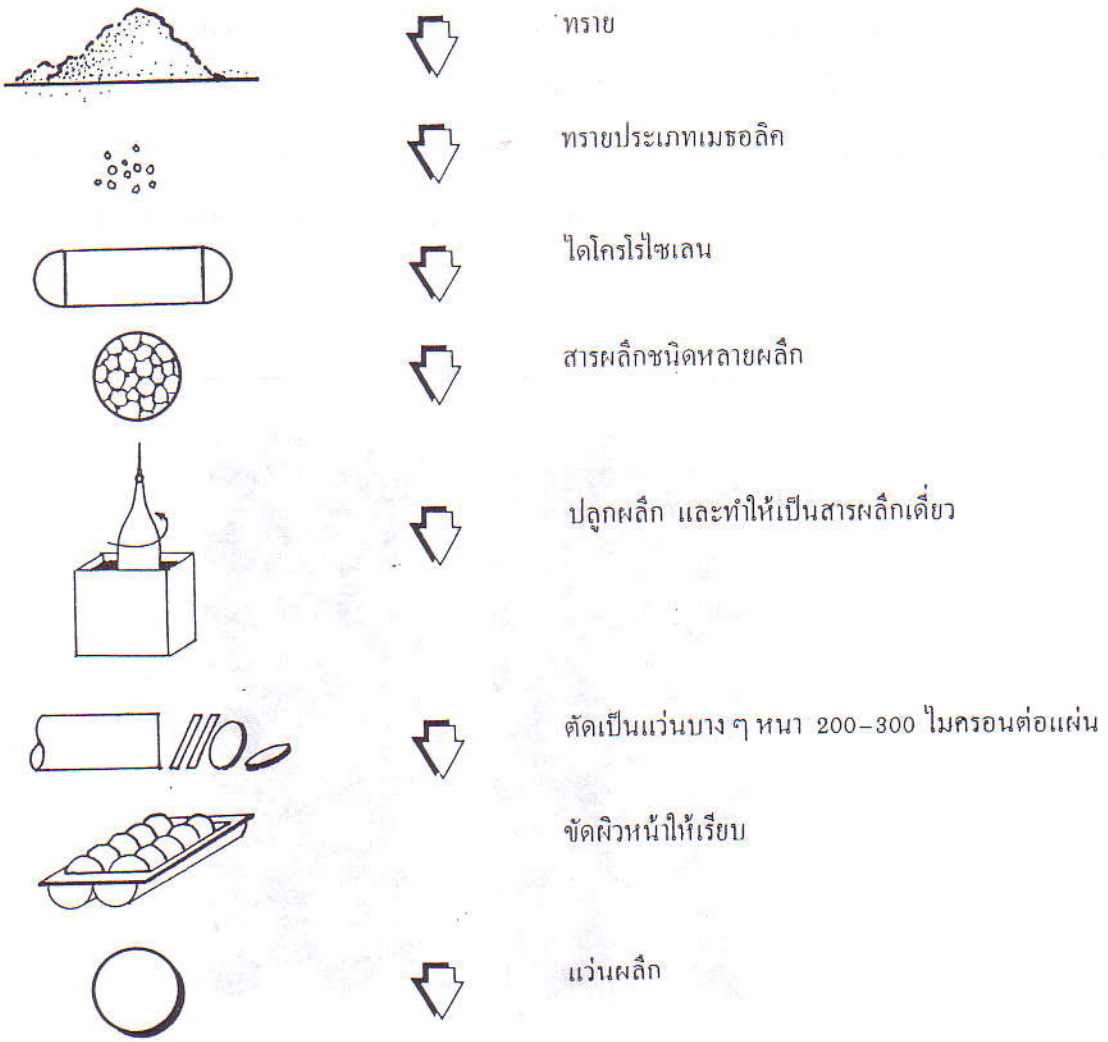
การผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.3.1 การทำทราย (Silicon) ให้เป็น แว่นผลึกเดี่ยว (Single Crystal Wafers)

2.3.2 การทำเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)

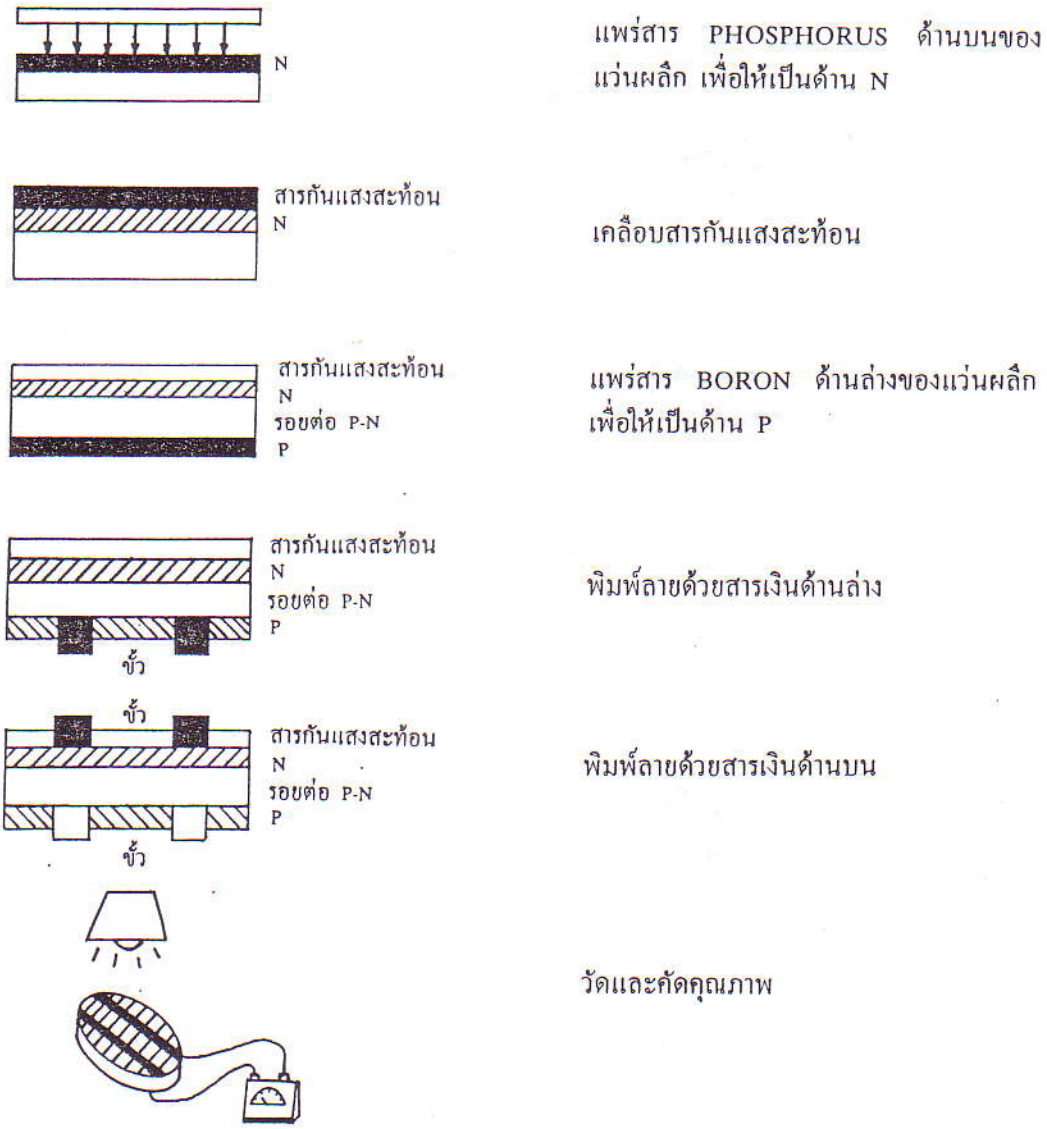
2.3.3 การทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

2.3.1 การทำทราย (Silicon) ให้เป็นแว่นผลึกเดี่ยว (Single Crystal Wafers) มีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 4.



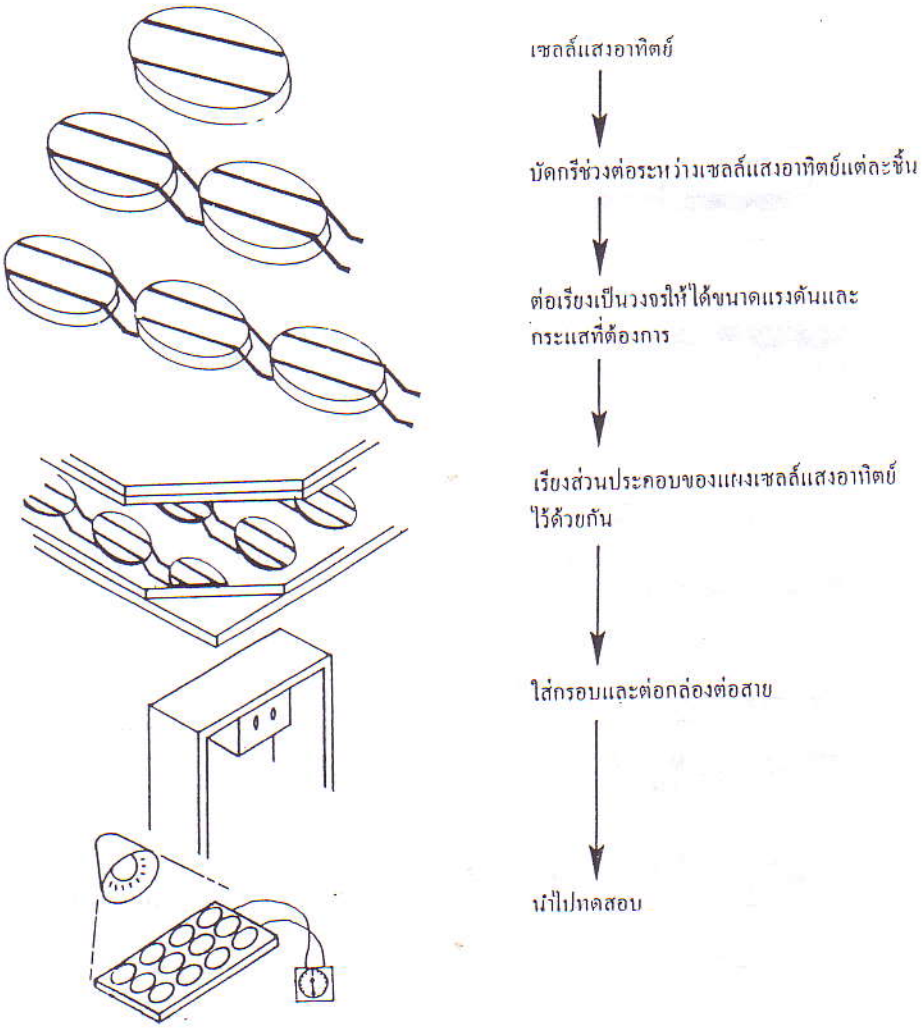
รูปที่ 4. แสดงขั้นตอนการผลิตทราย Silicon ให้เป็นแว่นผลึกเดี่ยว

2.3.2 การทำเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) มีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 5.



รูปที่ 5. แสดงขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell)

2.3.3 การทำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) มีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 6.



รูปที่ 6. แสดงขั้นตอนการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นดรรชนีที่จะชี้ให้เห็นถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานอีกทางหนึ่ง เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีนี้ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงใด ๆ นอกจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่าและมีให้ใช้ชั่วนิรันดร์ ราคาทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับราคาอุปกรณ์ และอายุการใช้งานของอุปกรณ์เท่านั้น

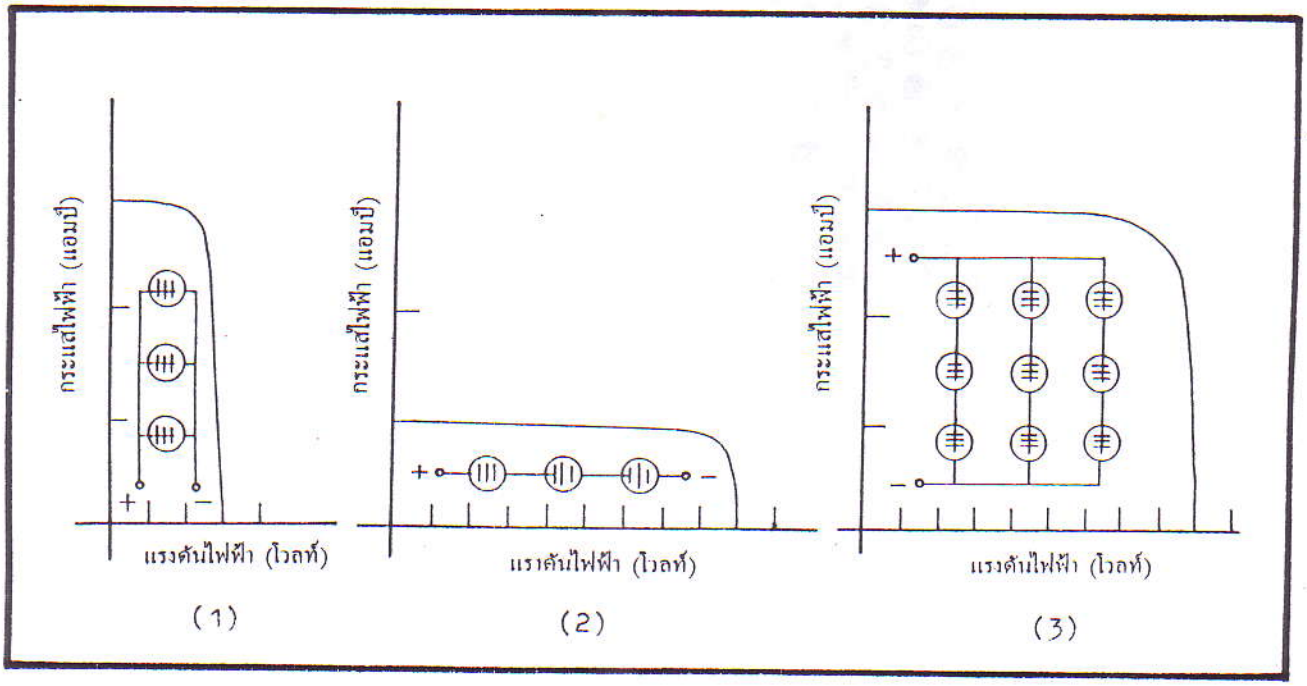
2.4 ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar panel)

แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์กำเนิดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้.-

2.4.1 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) จะมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ แต่ที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบสี่เหลี่ยม และแบบกลม ซึ่งอาจจะถูกตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ ย่อยลงไปได้อีก หรืออาจจะเป็นรูปแบบอื่น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ว่าจะเป็นชิ้นเล็กหรือชิ้นใหญ่จะมีแรงดันไฟฟ้าคงที่ คือ ประมาณ 0.5 โวลท์/เซลล์ แต่จำนวนกระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่หน้าตัดของแต่ละชิ้นเซลล์ ซึ่งโดยเฉลี่ยจะให้กระแสไฟฟ้าประมาณ 2 แอมแปร์ ต่อ 100 ตารางเซนติเมตร

แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกออกแบบโดยอาศัยการนำชิ้นเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันแบบอนุกรม หรือแบบขนานตามต้องการดังรูปที่ 7. โดยปกติแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกออกแบบให้ใช้กับระบบไฟฟ้าขนาด 12 โวลท์ ดังนั้นถ้านำชิ้นเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันแบบอนุกรมจำนวน 32-36 ชิ้น ก็จะให้แรงดันไฟฟ้า 16-18 โวลท์ เพื่อที่จะประจุไฟลงในแบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลท์ได้



รูปที่ 7. การต่อเรียงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามต้องการ แบบขนาน (1) แบบอนุกรม (2) และแบบผสม (3)

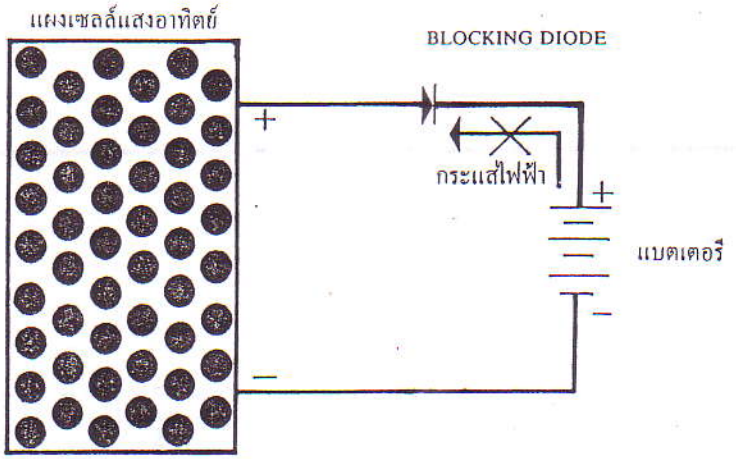
2.4.2 **กระจกนิรภัย** สามารถให้แสงผ่านได้สูง (Tempered low iron, high transmission glass) โดยให้แสงผ่านได้ถึง 92 %

2.4.3 **EVA (Ethylene - Vinyl Acetate)** สารเคลือบป้องกันไม่ให้ความชื้นและฝุ่นละอองถูกเซลล์แสงอาทิตย์ได้

2.4.4 **กรอบ (Frame)** ใช้อลูมิเนียมชุบแข็ง (Anodised aluminium) เพื่อทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี

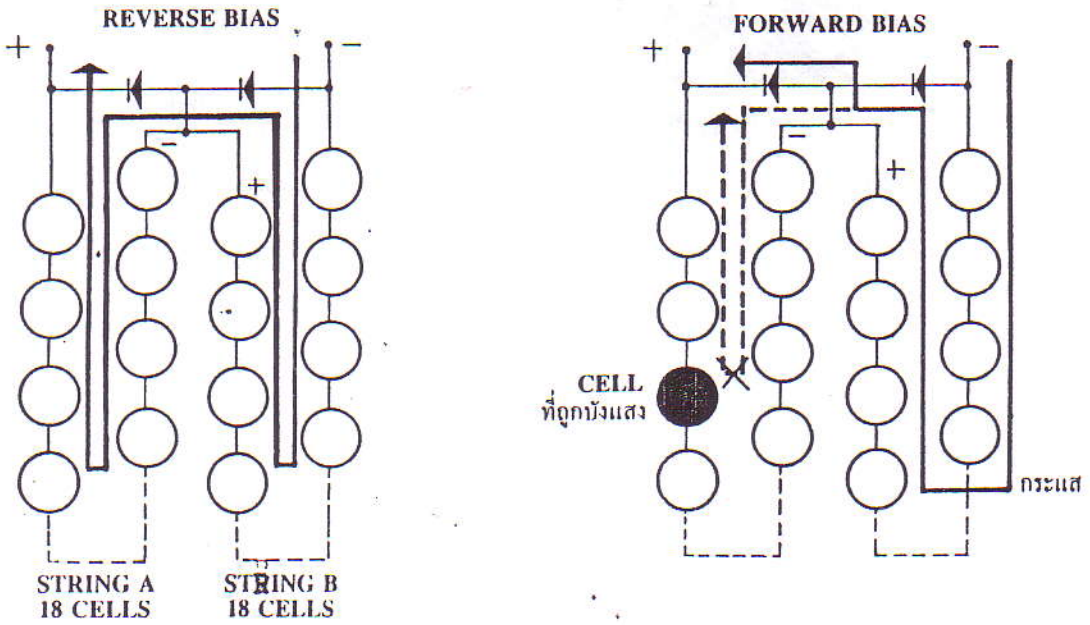
2.4.5 **แผ่นยึดด้านหลัง** (Back cover) ใช้สารโพลิเมอร์ที่มีชื่อทางการค้าว่า TEDLAR ซึ่งมีแผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ แทรกอยู่ตรงกลาง

2.4.6 **Blocking Diode** เป็นไดโอดที่ต่อไว้ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ไม่มีแสงแดด

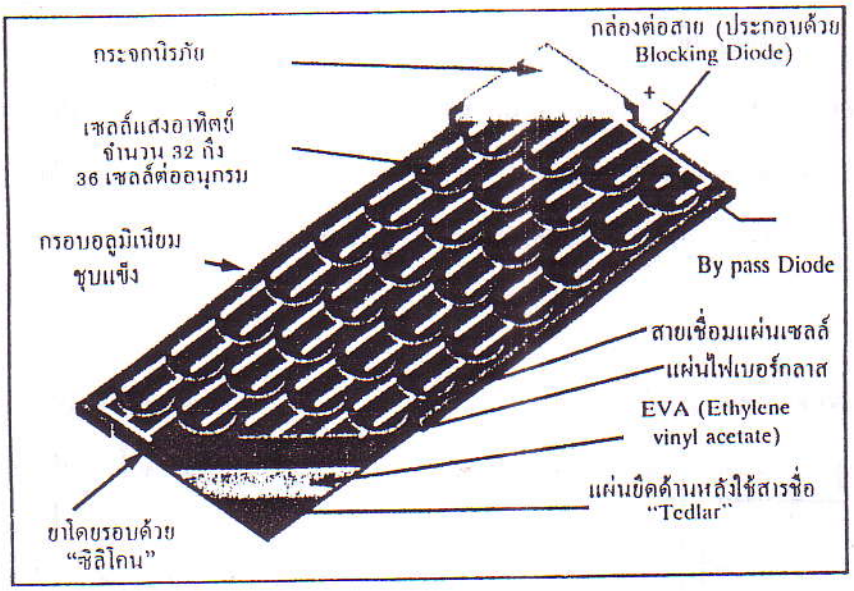


รูปที่ 8. การต่อ Blocking Diode

2.4.7 Bypass Diode เป็นไดโอดที่ต่อคร่อมระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ 2 แถว เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสขาดวงจร และไม่ทำให้เกิดจุดไหม้บนเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อมีเงามาบังบนเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ใช้งาน โดยปกติ Bypass Diode จะถูกต่อแบบ Reverse Bias กระแสในเซลล์แต่ละแถวก็จะไหลตามปกติ แต่เมื่อเซลล์ตัวใดตัวหนึ่งถูกเงาบังหรือขาดวงจร Bypass Diode ก็จะถูกต่อแบบ Forward Bias กระแสก็จะไหลผ่านตัวไดโอดโดยไม่ผ่านเซลล์แถวนั้น



รูปที่ 9. การต่อ Diode แบบ Reverse Bias และ Forward Bias



รูปที่ 10. ส่วนประกอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.5 คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.5.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนหลายเซลล์ และแต่ละเซลล์จะต่ออนุกรมกันเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าที่ประจุลงในแบตเตอรี่ โดยไม่ต้องใช้เครื่องควบคุมการประจุ

2.5.2 ใช้เซลล์แบบซิลิคอน เพื่อให้สามารถแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งโดยตรงและจากแสงกระจาย (Diffuse Light)

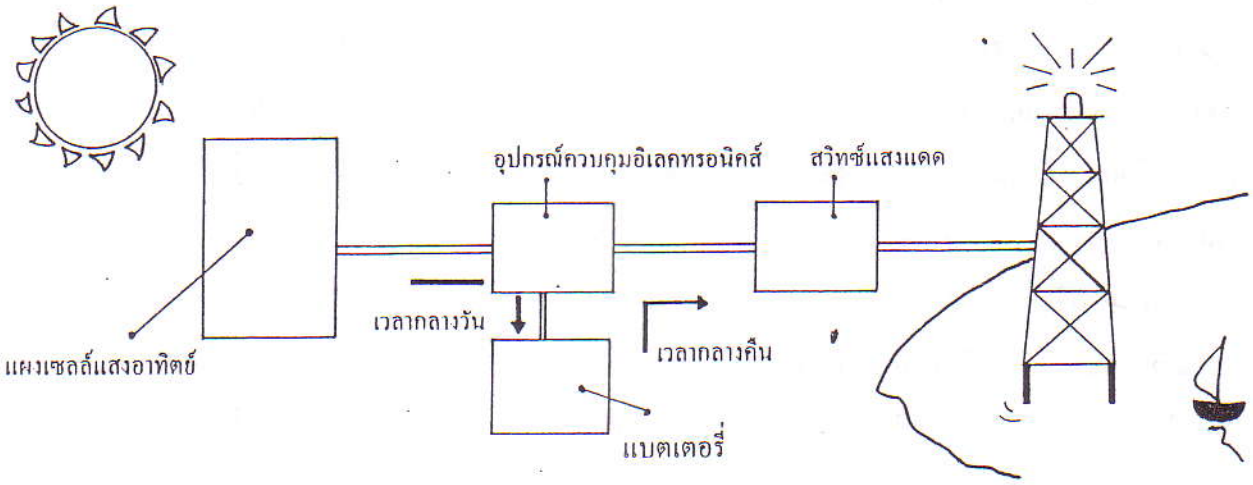
2.5.3 การต่อเชื่อมวงจรระหว่างเซลล์ จะใช้แถบโลหะเงินหรืออลูมิเนียม 2 แถบแบบคู่ขนานกันเพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน

2.5.4 ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์จะได้รับการออกแบบมาให้ป้องกันการสะท้อนแสงที่เกิดขึ้น

2.5.5 ผิวหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้ชนิด Tempered low iron, High transmission glass ทนต่อการตกกระแทกและมีประสิทธิภาพสูงในการส่งผ่านแสงได้สูงถึง 92 % สำหรับพื้นผิวกระจกด้านในจะออกแบบให้แสงสะท้อนและกระจายกลับไปยังเซลล์ และด้านหลังรองด้วยแผ่นโพลิเมอร์ซึ่งทนทานต่อการขีดข่วนและฉีกขาด

2.5.6 เซลล์แต่ละเซลล์จะถูกเคลือบอยู่ระหว่างชั้นของ Ethylene Vinyl Acetate (EVA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้น

2.5.7 โลหะหุ้มขอบ ใช้อลูมิเนียมชุบแข็งซึ่งทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศในบ้านเรา และสามารถป้องกันน้ำได้ มีน้ำหนักเบา



รูปที่ 11. แผนภูมิของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

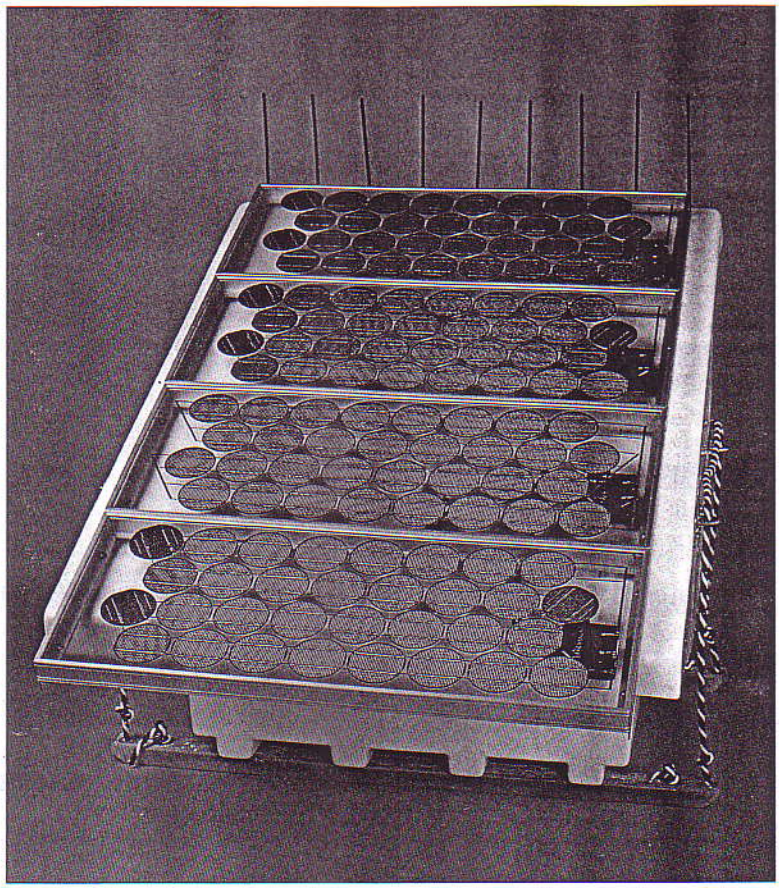
2.6 ระบบการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อประจุลงแบตเตอรี่ในเวลากลางวันขณะมีแสงแดด โดยเซลล์แสงอาทิตย์จะรับแสงอาทิตย์มาในรูปของคลื่นแสง ซึ่งภายในประกอบด้วยสารซิลิคอนแบบ N-P (N-Type และ P-Type) และสาร N-P นี้จะทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วนำไปประจุลงในแบตเตอรี่ ส่วนในเวลากลางคืนเมื่อหมดแสงแดดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการทำงานเนื่องจากไม่ได้รับแสงอาทิตย์ และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ถูกประจุในเวลากลางวันจะไม่ไหลย้อนกลับเข้าสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เนื่องจากมี Blocking Diode ต่อไว้เป็นตัวป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลกลับเข้าสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้

2.7 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากโลกของเรามีรูปร่างคล้ายกับทรงกลมและมีพื้นผิวโค้งเป็นส่วนมาก ดังนั้นการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละประเทศจะติดตั้งไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับละติจูดที่ประเทศนั้น ๆ ตั้งอยู่ ดังนั้นจำนวนมุมองศาที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ของแต่ละประเทศจึงแตกต่างกันไป ประเทศที่อยู่ทางซีกโลกเหนือจะติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมกับพื้นระนาบเท่ากับละติจูดของตำบลที่นั้น และหันไปทางทิศใต้ ส่วนประเทศที่อยู่ทางซีกโลกใต้จะติดตั้งหันไปทางทิศเหนือ ยกเว้นประเทศที่ตั้งอยู่ในเส้นละติจูดที่เกินกว่า 50 องศา จะติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมกับพื้นระนาบ 65 องศา

สำหรับเครื่องหมายช่วยการเดินเรือของประเทศไทยจะตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 6 - 14 องศา เหนือ การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามทฤษฎีควรติดตั้งทำมุมกับพื้นระนาบ 6 - 14 องศา ตามละติจูดของตำบลที่ที่เครื่องหมายช่วยการเดินเรือนั้นตั้งอยู่ แต่ในทางปฏิบัติประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงควรติดตั้งทำมุมกับพื้นระนาบประมาณ 10 - 15 องศา เพื่อให้สะดวกในการทำความสะอาด และป้องกันน้ำฝนขังอยู่ที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยหันไปทางทิศใต้เสมอ และต้องไม่มีเงามาตกบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดจากอาคารข้างเคียง ต้นไม้และอื่น ๆ หากเกิดการบังเงาจะเกิดความเสียหายแก่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งได้



รูปที่ 12. การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.8 **ข้อดีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์**

เซลล์แสงอาทิตย์ มีข้อดีหลายประการได้แก่

2.8.1 มีความสามารถในการใช้งานที่ถาวร

2.8.2 ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายขณะใช้งาน

2.8.3 ไม่มีของเสียเหลือใช้

2.8.4 มีความสามารถแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง

2.8.5 เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถให้อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อน้ำหนักสูงสุด เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอื่น ๆ

2.8.6 สะอาด ปราศจากมลพิษต่าง ๆ เช่น ควัน เสียง กลิ่น

2.8.7 ปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สินในระหว่างใช้งาน เช่น ไม่เกิดปัญหาไฟไหม้

2.8.8 ใช้งานได้ทุกสภาพพื้นที่ เช่น กลางทะเล หุบเขา ยอดเขา

2.8.9 สามารถทำงานได้โดยปราศจากคนดูแล และบำรุงรักษา เช่น ไม่ต้องติดเครื่อง ไม่ต้องเติมน้ำมัน

2.9 ข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบพลังงานแสงอาทิตย์

2.9.1 ประสิทธิภาพ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ระบบพลังงานแสงอาทิตย์
- ระบบการทำงานยุ่งยาก	- ระบบการทำงานง่ายกว่า
- ต้องใช้เชื้อเพลิงเป็นตัวขับเคลื่อน	- ไม่ต้องการเชื้อเพลิง
- มีความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรกล	- มีชิ้นส่วนเสื่อมสภาพน้อย
- ต้องบำรุงรักษาตลอดเวลา	- ไม่ต้องการการซ่อมบำรุงรักษา

2.9.2 มลภาวะและอันตราย

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ระบบพลังงานแสงอาทิตย์
- สร้างมลภาวะให้คนและสัตว์	- เป็นพลังงานที่สะอาด
- มีควันจากการเผาผลาญเชื้อเพลิง	- ปราศจาก กลิ่น ควัน เสียง และความร้อน
- มีเสียงจากการสันดาป	- ปราศจาก อันตรายต่อคนและสัตว์
- มีความร้อน	- ไม่มีส่วนใดเคลื่อนไหว
- มีกลิ่น	
- มีอันตรายจากส่วนเคลื่อนไหวของเครื่องจักรกล	
- มีการระเบิดจากเชื้อเพลิง	

2.9.3 การลงทุน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- ใช้เงินลงทุนสูง
- เสียค่าเชื้อเพลิงสูง
- เสียค่าอะไหล่
- เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและเดินเครื่อง

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

- ใช้เงินลงทุนต่ำ
- ปราศจากค่าเชื้อเพลิง
- ปราศจากค่าอะไหล่
- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

สรุป	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	ระบบพลังงานแสงอาทิตย์
1. ประสิทธิภาพ	10 - 20 %	80 - 90 %
2. อะไหล่	ต้องการ	ไม่ต้องการ
3. การบำรุงรักษา	ทุกวัน	ทุก 1 ปี
4. เชื้อเพลิง	ต้องการ	ไม่ต้องการ
5. อายุการใช้งาน	6 ปี	20 ปี
6. กลิ่น,ควัน,เสียง,ความร้อน	มี	ไม่มี
7. อันตรายต่อคนและสัตว์	สูง	ไม่มี
8. การลงทุน	สูง	ต่ำ
9. สถานที่ใช้งาน	จำกัด	ทุกแห่ง

โดยสรุป เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในทุก ๆ ด้าน จะเห็นว่าระบบพลังงานแสงอาทิตย์เสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล การใช้งานได้เปรียบและให้ประโยชน์อย่างมหาศาล มากกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล

****

บทที่ 3
ตัวเรือนตะเกียง

****

3.1 ตัวเรือนตะเกียง (Marine Lanterns)

ตัวเรือนตะเกียงเป็นแหล่งกำเนิดของแสงไฟที่เราสามารถมองเห็นได้โดยภายในตัวเรือนตะเกียงจะบรรจุไว้ด้วยหลอดไฟ (Lamps), เครื่องควบคุมจังหวะไฟ (Flasher), เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ (Lamp changer) และ สวิตช์แสงแดด (Sun switch)

ตัวเรือนตะเกียง มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 อย่าง คือ เลนส์เบ่งแสง (Lens) และ ฐานตัวเรือนตะเกียง

3.1.1 เลนส์เบ่งแสง (Lens) มีหน้าที่ รวบรวมแสงสว่างจากหลอดไฟแล้วขยาย หรือกระจายแสงส่งผ่านเลนส์ออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้มองเห็นแสงไฟได้ในระยะที่ไกล ๆ เลนส์เบ่งแสงนี้จะทำด้วยแอคคะลิก (Acrylic) และด้านนอกเลนส์จะมีกระจกรอบนอกสำหรับป้องกันกระจกเบ่งแสงหรือไม่ก็ได้ คุณสมบัติของเลนส์แบบ Acrylic จะมีน้ำหนักเบา และเมื่อถูกแสงแดดจะไม่ทำให้สีซีดจางหรือเปลี่ยนสีได้ง่าย เลนส์เบ่งแสง แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบเลนส์อยู่กับที่ และแบบเลนส์หมุน

3.1.1.1 แบบเลนส์อยู่กับที่ จะให้แสงสว่างที่ส่งผ่านเลนส์ออกไปมีลักษณะเป็นรูปพัด (Fan beam) ซึ่งจะเห็นแสงกระจายไปในแนวระดับรอบทิศทาง

3.1.1.2 แบบเลนส์หมุน จะให้แสงสว่างที่ส่งผ่านเลนส์ออกไปมีลักษณะเป็นลำแสง (Pencil beam) ในทิศทางที่ต้องการ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย ๆ เช่น แสงจากไฟฉาย หรือแสงจากไฟหน้ารถยนต์

เลนส์เบ่งแสงที่ใช้กันโดยทั่วไปจะมีสีต่าง ๆ กัน ดังนี้ คือ สีขาว, สีแดง, สีเขียว และสีเหลือง ซึ่งสีต่าง ๆ นี้ ขึ้นอยู่กับการใช้งานเฉพาะอย่างที่ต้องการใช้งาน เช่น

* **เลนส์สีขาว** ใช้สำหรับเครื่องหมายช่วยการเดินเรือทั่ว ๆ ไป ตามประภาคาร กระโจมไฟ หรือทุ่นไฟ
* **เลนส์สีเขียว** ใช้สำหรับแนวทางเดินเรือในร่องน้ำทางเดินเรือทางด้านกราบขวา
* **เลนส์สีแดง** ใช้สำหรับแนวทางเดินเรือในร่องน้ำทางเดินเรือทางด้านกราบซ้าย
* **เลนส์สีเหลือง** จะใช้เกี่ยวกับเครื่องหมายพิเศษ สำหรับการเดินเรือ

3.1.2 ฐานตัวเรือนตะเกียง จะทำหน้าที่รองรับเลนส์เบ่งแสง ทำด้วย Fiber หรือ Aluminuim หรือ Polycarbonate ที่มีคุณภาพสูงไม่แตกร้าว หรือเปลี่ยนสีเมื่อถูกแสงแดดและใช้งานไปนาน ๆ

3.2 <u>ตัวเรือนตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่</u>

3.2.1 **ตะเกียงแบบ ML-300** หมายถึง ตะเกียงขนาด 300 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 300 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งตามประภาคาร และกระโจมไฟที่ต้องการความสว่างมาก เพราะตะเกียงชนิดนี้จะใช้เลนส์ขนาด 300 มิลลิเมตร จึงทำให้แสงไฟที่เปล่งออกมามองเห็นได้ในระยะไกลมาก ซึ่งตะเกียงแบบ ML-300 ของบริษัท Tideland ประเทศสหรัฐอเมริกา มีรายละเอียดดังนี้

ก. ความสูงตัวเรือนตะเกียงจากส่วนล่างของฐานตัวเรือนตะเกียงถึงยอดสูงสุดของตัวเลนส์ยาว 778 ม.ม.

ข. ความสูงของเลนส์ 608 ม.ม.

ค. ความสูงของฐานตัวเรือนตะเกียง 170 ม.ม.

ง. ความกว้างของฐานตัวเรือนตะเกียง 422 ม.ม.

จ. ความสูงจากส่วนล่างของเลนส์ถึงจุดกึ่งกลางตัวเลนส์ (Focal Plane) 271 ม.ม.

ฉ. น้ำหนักรวม 8.7 กิโลกรัม หรือ 19 ปอนด์

3.2.1.1 **ส่วนประกอบของตะเกียงแบบ ML-300** มีดังนี้

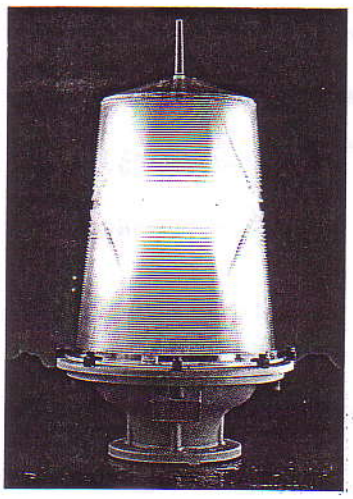
ก. เลนส์ ขนาด 300 มิลลิเมตร

ข. ฐานตัวเรือนตะเกียง

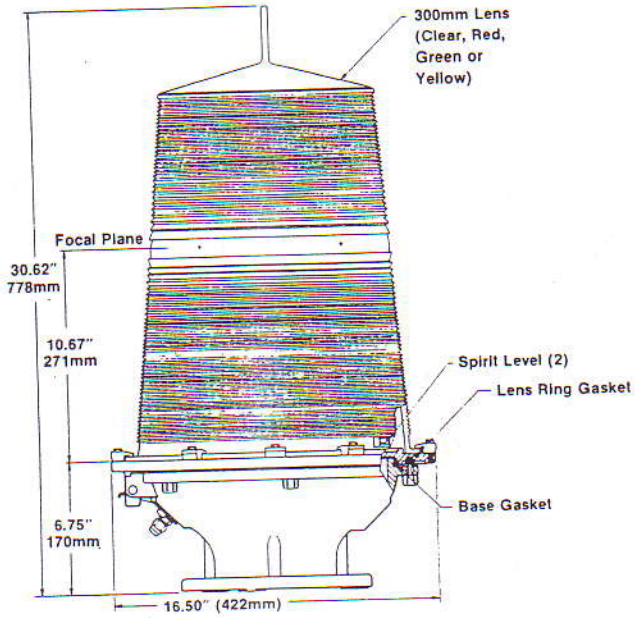
ค. สกรูสำหรับยึดฐานตัวเรือนตะเกียงกับเลนส์ (Base Gasket)

ง. สกรูสำหรับยึดเลนส์ (Lens Gasket)

จ. ระดับน้ำฟองยาว (Spirit Level) จะติดตั้งอยู่บนขอบเลนส์เบ่งแสง มีจำนวน 2 ตัว และระยะห่างคิดเป็นมุมเท่ากับ 90 องศา (หรือ 1/4 ของขอบเลนส์)



รูปที่ 13. ตะเกียงแบบ ML-300



รูปที่ 14. ส่วนประกอบและรายละเอียดตะเกียง ML-300

3.2.1.2 การติดตั้งตะเกียงแบบ ML-300

การติดตั้งตะเกียง ขนาด ML-300 บนประภาคารหรือกระโจมไฟ ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ใช้น็อตแสตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว มีเกลียวตลอดตัวน็อตร้อยเข้ากับฐานตัวกระโจม โดยให้หัวน็อตอยู่ใต้ฐานตัวกระโจมและเกลียวน็อตตั้งขึ้น จำนวน 3 ตัว

ข. ใส่แหวนพร้อมหัวน็อตแสตนเลสขนาด 1/2 นิ้ว แล้วกวดล็อคเข้าให้แน่นติดกับฐานตัวกระโจม

ค. ใส่หัวน็อตแสตนเลสพร้อมแหวนขนาด 1/2 นิ้ว (ตามรูปที่ 17. จะเป็นหัวน็อตแสตนเลสตัว B) แล้วกวดตามเข็มนาฬิกาเข้าไปประมาณ 27 เกลียว ทั้ง 3 ตัว เพื่อรองรับฐานตัวเรือนตะเกียง สำหรับหัวน็อตตัวนี้จะมีประโยชน์ในการตั้งระดับลูกน้ำที่เรือนตะเกียงให้ได้ระดับ

ง. นำตัวเรือนตะเกียงแบบ ML-300 วางลงบนน็อตที่ติดตั้งไว้ โดยรูที่เจาะไว้บริเวณตรงฐานรองรับตัวตะเกียงจะพอดีกับน็อตที่ติดตั้งไว้

จ. เมื่อติดตั้งตัวเรือนตะเกียงเรียบร้อยแล้ว ให้ใส่แหวนและหัวน็อตแสตนเลนขนาด 1/2 นิ้ว แล้วกวดตามเข็มนาฬิกาเข้าจนแน่นให้ติดกับฐานตัวเรือนตะเกียง (ตามรูปที่ 17. จะเป็นหัวน็อตแสตนเลสตัว A) ทั้ง 3 ตัว สำหรับหัวน็อตตัว A นี้ จะกวดแน่นก็ต่อเมื่อเราตั้งระดับลูกน้ำที่หัวน็อตตัว B เรียบร้อยแล้ว จึงล็อคหัวน็อตตัว A

ฉ. เมื่อทำการติดตั้งตัวเรือนตะเกียงเรียบร้อยแล้ว ให้สังเกตดูระดับน้ำ (Level Vial) ที่อยู่บริเวณขอบเลนส์เบ่งแสงด้วยว่าได้ระดับหรือไม่ ระดับน้ำที่เลนส์เบ่งแสงจะมีทั้งหมด 2 ตัว โดยระดับน้ำตัวที่ 1 และตัวที่ 2 จะวางอยู่บนขอบเลนส์และระยะห่างถ้าคิดเป็นมุมเท่ากับ 90 องศา (หรือ 1/4 ของขอบเลนส์) ถ้าระดับน้ำทั้ง 2 ตัว ไม่อยู่ในแนวกึ่งกลางของขีดแบ่งระดับแล้ว ให้ทำการปรับแต่งหัวน็อตแสตนเลสตัว B ที่ใต้ฐานตัวเรือนตะเกียงทั้ง 3 ตัว โดยวิธีการปรับแต่งดังนี้

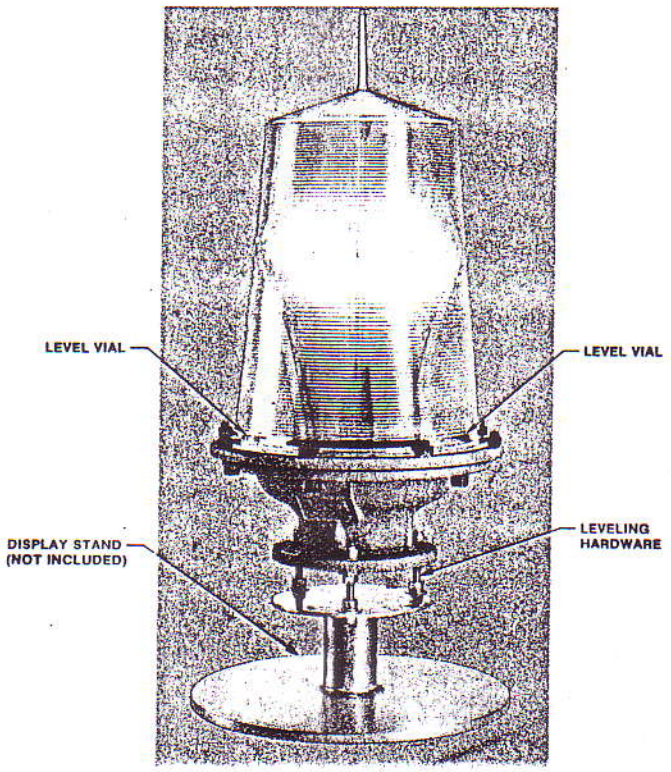
1) ปรับแต่งระดับน้ำตัวใดตัวหนึ่งให้ได้ระดับก่อน สมมุติว่าต้องการแต่งระดับน้ำตัวที่ 1 ก่อน ให้ปรับแต่งหัวน็อตตัว B ที่อยู่ด้านล่างของฐานตัวเรือนตะเกียงจำนวน 1 คู่ โดยหัวน็อตตัว B จะอยู่ด้านซ้าย และด้านขวาของตัวระดับน้ำที่จะทำการปรับแต่งและทำการปรับแต่งทีละน้อยทั้ง 2 ตัว เพื่อให้ระดับน้ำตัวที่ 1 อยู่ในบริเวณกึ่งกลางของขีดแบ่งระดับที่ตัวระดับน้ำ เมื่อปรับแต่งได้ระดับแล้วให้ไปทำการปรับแต่งระดับน้ำตัวที่ 2 ต่อไป

2) การปรับแต่งระดับน้ำตัวที่ 2 ให้ปรับแต่งหัวน็อตตัว B ที่เหลืออยู่อีกหนึ่งตัว โดยปรับแต่งทีละน้อยจนกว่าระดับน้ำตัวที่ 2 อยู่ในบริเวณกึ่งกลางของขีดแบ่งระดับที่ตัวระดับน้ำ

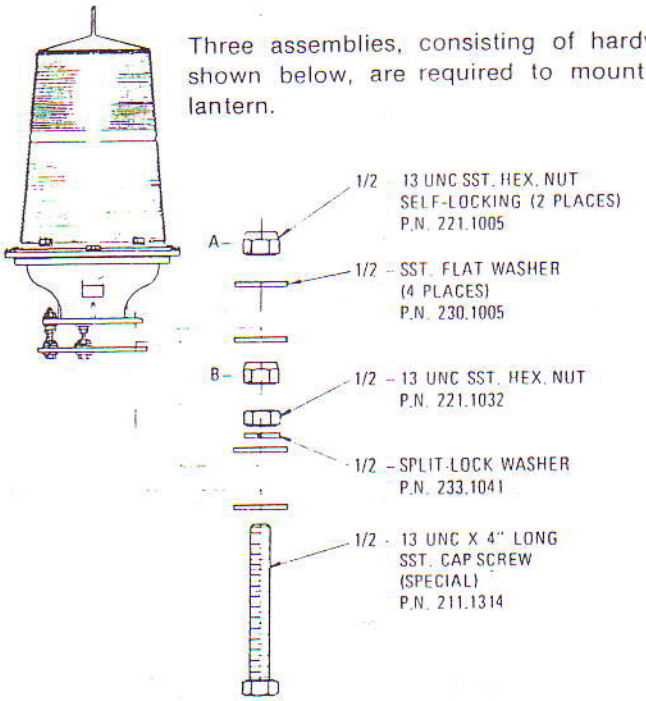
3) ถ้าการปรับแต่งระดับน้ำตัวที่ 2 ไม่สามารถปรับแต่งหัวน็อตตัว B ที่เหลืออยู่ตัวหนึ่งได้ให้ใช้วิธีการปรับแต่งน็อตอีกตัวหนึ่งช่วย โดยน็อตตัว B ที่จะต้องทำการปรับแต่งให้อยู่ทางด้านซ้ายหรือด้านขวาของตัวระดับน้ำตัวที่ 2

4) เมื่อทำการปรับแต่งระดับน้ำทั้ง 2 ตัว ให้อยู่กึ่งกลางของขีดแบ่งระดับที่ตัวระดับน้ำได้แล้ว ให้ทำการกวดหัวน็อตแสตนเลสตัว A (จะอยู่เหนือฐานตัวเรือนตะเกียง) ทั้ง 3 ตัว ให้แน่น เพื่อไม่ให้ระดับน้ำเคลื่อนที่ได้ และการติดตั้งตัวเรือนตะเกียงจะได้ระดับที่ถูกต้องด้วย

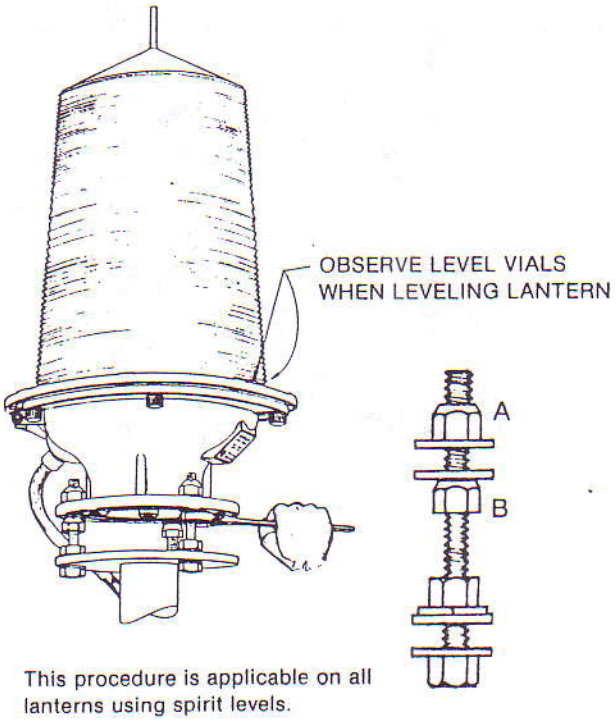
*** <u>หมายเหตุ</u> *** วิธีการปรับแต่งระดับน้ำทั้ง 2 ตัว ให้ดูรูปที่ 17 ประกอบด้วย



รูปที่ 15. การติดตั้งตัวเรือนตะเกียง ML-300



รูปที่ 16. แสดงการประกอบการติดตั้งตะเกียง ML-300



รูปที่ 17. วิธีการปรับแต่งระดับน้ำ

3.2.2 **ตะเกียงแบบ FA-250** หมายถึง ตะเกียงขนาด 250 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 250 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้จะใช้ติดตั้งตามประภาคารหรือกระโจมไฟ แต่แสงไฟที่เปล่งออกมาจะน้อยกว่าตะเกียงขนาด ML-300 เนื่องจากเลนส์เบ่งแสงที่มีขนาดเล็กกว่า

ตะเกียงขนาด FA-250 นี้จะติดตั้ง Bird spike อยู่บนส่วนยอดของเลนส์ เพื่อทำหน้าที่รวมแสงไฟที่สูญเสียจากการกระจายออกมาส่วนบนของเลนส์ให้กลับเข้าไปภายในเลนส์และกระจายออกมาทางด้านข้างของเลนส์ ซึ่งการติดตั้ง Bird spike นี้ จะทำให้เพิ่มกำลังส่องสว่างของแสงไฟได้ถึง 8 %

3.2.2.1 **รายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของตะเกียงขนาด FA-250 ของบริษัท Pharos Marine**

ก. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงยอด BIRD SPIKE 700 ม.ม.

ข. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงยอดเลนส์ (ไม่รวม BIRD SPIKE) 516 ม.ม.

ค. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงกึ่งกลางเลนส์ (Focal Plane) 359 ม.ม.

ง. น้ำหนักรวม 8.85 กิโลกรัม

3.2.2.2 **ส่วนประกอบของตะเกียงขนาด FA-250** มีดังนี้

ก. เลนส์ขนาด 250 มิลลิเมตร

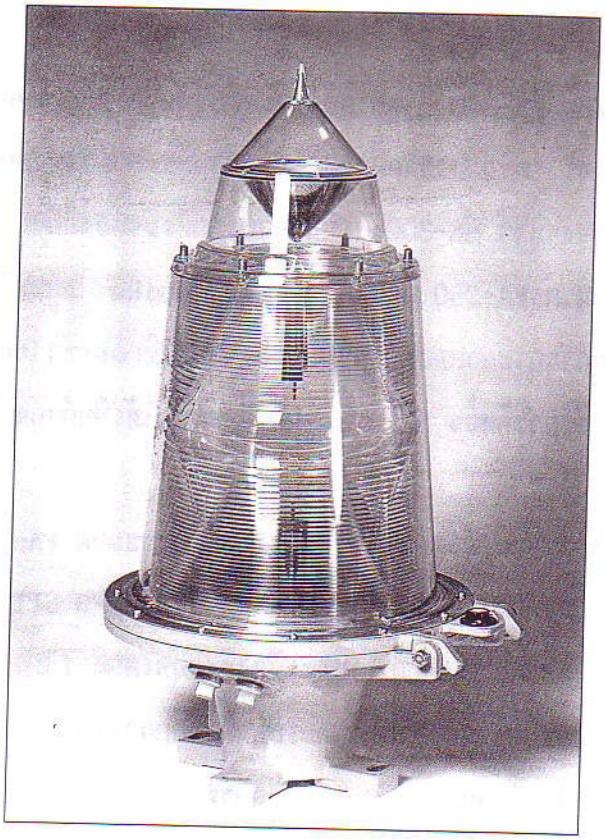
ข. ฐานตัวเรือนตะเกียง

ค. Bird spike จะติดตั้งอยู่บนส่วนยอดของเลนส์เบ่งแสง

ง. สกรูสำหรับยึดฐานตัวเรือนตะเกียงกับเลนส์ (Base Gasket)

จ. สกรูสำหรับยึดเลนส์ (Lens Gasket)

ฉ. ระดับน้ำฟองกลม (ตาไก่) จะติดตั้งอยู่ส่วนบนของฐานตัวเรือนตะเกียงจำนวน 1 ตัว



รูปที่ 18. ตะเกียงแบบ FA-250

3.2.3 **ตะเกียงแบบ ML-155** หมายถึง ตะเกียงขนาด 155 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 155 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้จะให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟน้อย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ติดตั้งตามทุ่นไฟ ซึ่งต้องการระยะเห็นแสงไฟในระยะใกล้

3.2.3.1 **รายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของตะเกียง ML-155 ของบริษัท Tideland**

ก. ความสูงตัวเรือนตะเกียงจากส่วนล่างของฐานตะเกียงถึงยอดสูงสุดของเลนส์ 486.9 ม.ม.

ข. ความสูงของเลนส์ 292.1 ม.ม.

ค. ความสูงของฐานตะเกียง 194.8 ม.ม.

ง. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงกึ่งกลางเลนส์ (Focal Plane) 105.2 ม.ม.

จ. ความกว้างของฐานตะเกียง 257 ม.ม.

ฉ. น้ำหนัก 3.2 กิโลกรัม หรือ 7 ปอนด์

รูปที่ 19. ตะเกียงแบบ ML-155

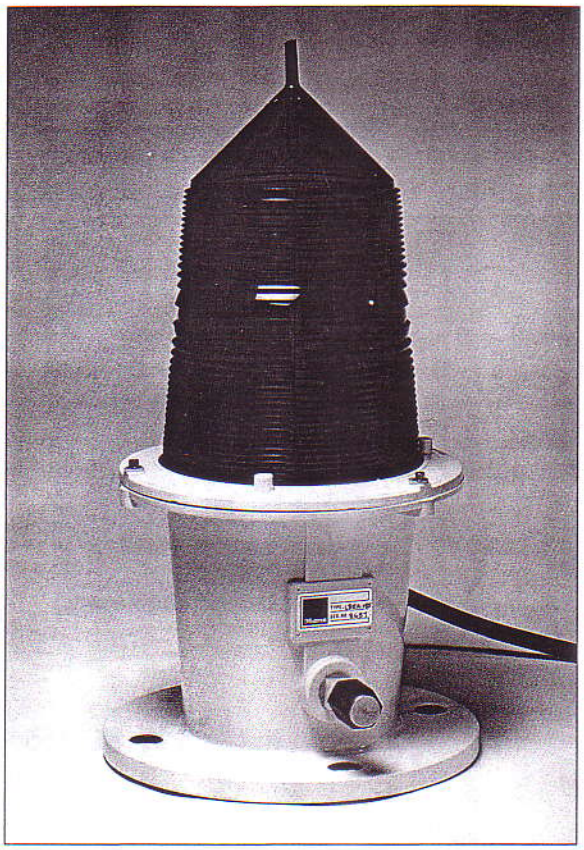
3.2.4 **ตะเกียงแบบ LBEA-155** หมายถึง ตะเกียงขนาด 155 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 155 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้จะให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟน้อย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ติดตั้งตามทุ่นไฟ ซึ่งต้องการระยะเห็นแสงไฟในระยะใกล้

3.2.4.1 **รายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของตะเกียง LBEA-155 ของบริษัท Pharos Marine**

ก. ความสูงตัวเรือนตะเกียงจากส่วนล่างของฐานตะเกียงถึงยอดสูงสุดของเลนส์ 470 ม.ม.

ข. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงกึ่งกลางเลนส์ (Focal Plane) 286 ม.ม.

ค. น้ำหนัก 2.25 กิโลกรัม



รูปที่ 20. ตะเกียงแบบ LBEA-155

3.2.5 **ตะเกียงแบบ ML-140** หมายถึง ตะเกียงขนาด 140 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 140 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งตามทุ่นไฟ เพราะแสงไฟที่ส่องผ่านเลนส์ออกมาในทางดิ่งจะมีมุมกระจายมากกว่า

3.2.5.1 รายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของตะเกียง ML-140 ของบริษัท Tideland

ก. ความสูงตัวเรือนตะเกียงจากส่วนล่างของฐานตะเกียงถึงยอดสูงสุดของเลนส์ 486.9 ม.ม.

ข. ความสูงของเลนส์ 292.1 ม.ม.

ค. ความสูงของฐานตะเกียง 194.8 ม.ม.

ง. ความสูงจากฐานตะเกียงถึงกึ่งกลางเลนส์ (Focal Plane) 105.2 ม.ม.

จ. ความกว้างของฐานตะเกียง 257 ม.ม.

ฉ. น้ำหนัก 3.2 กิโลกรัม หรือ 7 ปอนด์

รูปที่ 21. ตะเกียงแบบ ML-140

3.2.6 **ตะเกียงแบบ LBEA-85** หมายถึง ตะเกียงขนาด 85 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเลนส์ 85 มิลลิเมตร ตะเกียงชนิดนี้จะให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟน้อยกว่าตะเกียงแบบ ML-155 และ LBEA-155 ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ติดตั้งตามทุ่นไฟขนาดเล็กซึ่งต้องการระยะเห็นแสงไฟในระยะใกล้

รูปที่ 22. ตะเกียงแบบ LBEA-85

3.2.7 ตะเกียงแบบ RL-125

ตะเกียงชนิดนี้จะแตกต่างกับตะเกียงที่ได้กล่าวมาแล้ว กล่าวคือ ตัวเลนส์จะเป็นแบบ Beam Spreader โดยแสงสว่างจะกระจายออกมาเป็นลำ และส่องสว่างไปในทิศทางเดียว ดังนั้นจึงนิยมติดตั้งตะเกียงรุ่นนี้ไว้บนหลักไฟนำ เพื่อใช้สำหรับเป็นที่หมายในการนำเรือเข้า-ออกร่องน้ำ

Beam Spreader Lens นี้สามารถปรับมุมได้ 3 องศา, 6 องศา, 12 องศา และ 20 องศา จากแนวระดับพื้นราบ

รูปที่ 23. ตะเกียงแบบ RL-125

3.2.7.1 ส่วนประกอบของตะเกียง RL-125 ของบริษัท Tideland มีดังนี้

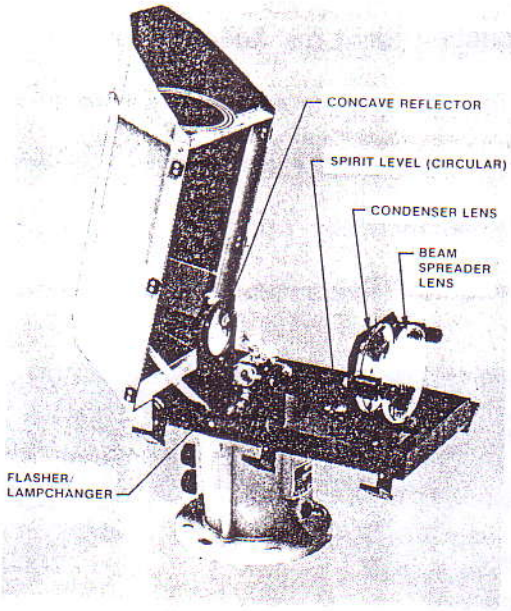
ก. ฐานและตัวเรือนตะเกียงทำด้วย Fiber

ข. Condenser Lens จะทำหน้าที่รวมแสงจากหลอดไฟและส่งต่อไปยัง Beam Spreader Lens

ค. Beam Spreader Lens เป็นเลนส์ที่ทำหน้าที่กระจายแสงสว่างออกมาเป็นลำ

ง. Concave Reflector จะเป็นกระจกที่สะท้องแสงสว่างซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านหลังของหลอดไฟ ดังนั้น Concave Reflector จะทำหน้าที่สะท้อนแสงสว่างที่ไม่ได้ใช้ให้กลับไปยัง Condenser Lens

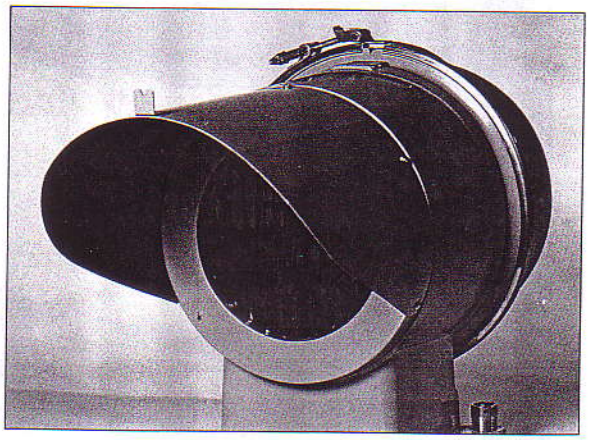
จ. Spirit Level ที่ตั้งระดับ



รูปที่ 24. ส่วนประกอบของตะเกียง RL-125

3.2.8 ตะเกียงแบบ FA-240

ตะเกียงชนิดนี้จะมีลักษณะการใช้งานเหมือนกับตะเกียงแบบ RL-125 แต่เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Pharos Marine/Automatic Power Inc และ Beam Spreader Lens สามารถปรับมุมได้ 3 องศา, 5 องศา, 8 องศา และ 30 องศา จากแนวระดับพื้นราบ



รูปที่ 25. ตะเกียงแบบ FA-240

3.3 ตัวเรือนตะเกียงแบบเลนส์หมุน (Rotating Beacon)

ตะเกียงแบบเลนส์หมุน (Rotating Beacon) เป็นตะเกียงที่ให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟสูง ทำให้มองเห็นแสงไฟได้ในระยะที่ไกลมากประมาณ 20 ไมล์ทะเลขึ้นไป โดยเลนส์จะหมุนตลอดเวลาด้วยความเร็วที่คงที่ และหมุนรอบหลอดไฟที่ติดเป็นไฟนิ่ง จึงทำให้เกิดเป็นจังหวะไฟวับ-วาบ

3.3.1 ตะเกียงแบบ TRB-400 เป็นตะเกียงแบบเลนส์หมุนของบริษัท Tideland

รูปที่ 26. ตะเกียงแบบ TRB-400

3.3.1.1 **ส่วนประกอบของตะเกียงระบบเลนส์หมุนแบบ TRB-400** มีส่วนประกอบดังนี้

ก. ตัวเรือนตะเกียง (Marine Lanterns) ประกอบด้วย

1) ตัวเลนส์เป็นแบบเลนส์หมุน (Rotating Beacon) ซึ่งประกอบด้วยเลนส์ชนิดตาวัว (bull·s eye lenses) โดยมี Focus จุดรวมแสงอยู่ที่กึ่งกลางของตัวเลนส์ และนำเลนส์แต่ละอันมาประกอบกันซึ่งเลนส์แต่ละอันที่จะนำมาประกอบกันจะมีจำนวน 6 แผ่น (Panels) หรือ 8 Panels นั้น ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานโดยเลนส์ชนิด 6 Panels จะให้กำลังส่องสว่างมากกว่าชนิด 8 Panels เลนส์แต่ละ Panels จะต้องมีขนาดและความกว้างของเลนส์แต่ละแผ่นเท่ากัน โดยตัวเลนส์จะทำด้วย Acrylic และเลนส์ชนิดนี้จะหมุนอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน สาเหตุที่ตัวเลนส์หมุนในเวลากลางวัน เนื่องจากเลนส์จะมี Focus จุดรวมแสงอยู่ที่กึ่งกลางตัวเลนส์ หากเลนส์หยุดนิ่งจะทำให้แสงแดดที่ส่องมายังเลนส์จะมารวมตัวกันอยู่ที่จุด Focus และส่องผ่านไปยังภายในตัวตะเกียง ซึ่งจุด Focus นี้เมื่อรวบรวมแสงแดดเป็นจำนวนมากแล้วจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในตะเกียง และจะเป็นผลทำให้หลอดไฟและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวตะเกียงได้รับความเสียหายได้ ดังนั้นตัวเลนส์จึงต้องหมุนอยู่ตลอดเวลา

2) ฐานรองรับและฝาครอบส่วนบนตัวตะเกียง ฐานรองรับตัวตะเกียงมีหน้าที่สำหรับรองรับกระจกรอบนอกตัวตะเกียง และฝาครอบส่วนบนตัวตะเกียงจะติดตั้งอยู่บนกระจกรอบนอกตัวตะเกียงเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าไปในตัวตะเกียง

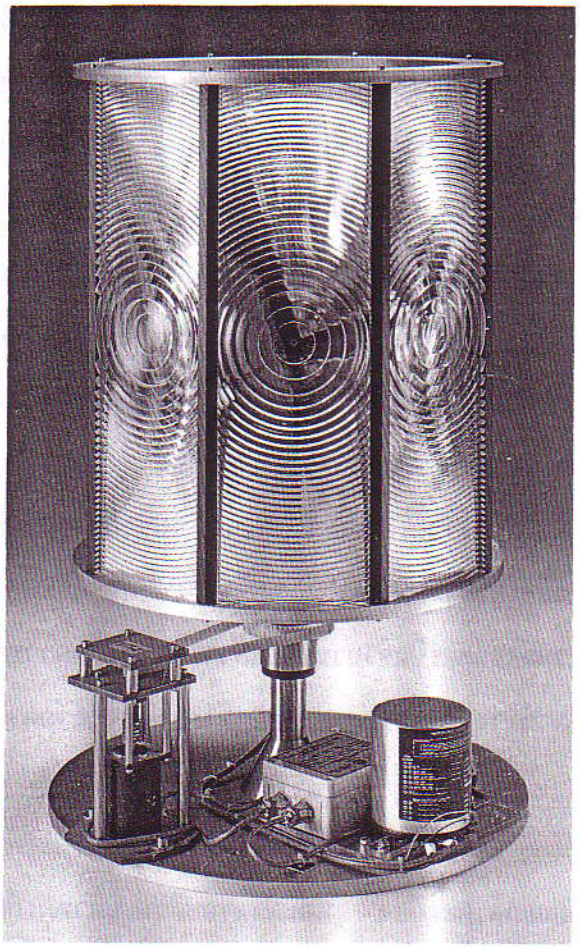
3) กระจกรอบนอกตัวตะเกียง มีหน้าที่ป้องกันลม ฝน และละอองน้ำเข้าไปในตัวเรือนตะเกียง โดยตัวกระจกรอบนอกจะทำด้วยแก้วใส

ข. ระบบขับเคลื่อนเลนส์หมุน ประกอบด้วย

1) Motor ใช้มอเตอร์กระแสไฟตรงขนาด 12 Volts 5.0 Watts หรือกำลังอาจจะน้อยกว่า เป็นต้นกำเนิดกำลังในการขับเคลื่อนเลนส์ให้หมุน

2) สายพาน (Drive Belt) เป็นอุปกรณ์ตัวส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ไปยังแกนเพลาของตัวเลนส์

3) ระบบควบคุมความเร็ว (Rotating Speeds) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ให้หมุนด้วยความเร็วที่คงที่อยู่ตลอดเวลาการใช้งาน ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ตามความต้องการ ซึ่งโดยปกติบริษัทผู้ผลิตจะตั้งความเร็วไว้ที่ 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5 5.5, 6, 7, 8, 9, และ 10 รอบ/นาที (RPM)



รูปที่ 27. อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตะเกียงระบบเลนส์หมุนแบบ TRB-400

ค. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Volts และมีมอเตอร์กระแสตรงสำหรับหมุนเปลี่ยนหลอดไฟ โดยจะติดตั้งหลอดไฟไว้จำนวน 6 หลอด เป็นหลอดไฟใช้งาน 1 หลอด สำรอง 5 หลอด เมื่อหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ขาดหรือชำรุด มอเตอร์จะทำการหมุนเปลี่ยนหลอดไฟสำรองที่อยู่ในสภาพที่ดีขึ้นมาใช้งานแทนที่

ง. หลอดไฟ เป็นหลอดไฟชนิดฮาโลเจน (Halogen Lamps) ขนาด 12 Volts 9.0 Amps หรือขนาด 12 Volts 100 Watts และมีอายุการใช้งานประมาณ 2,000 ชั่วโมง และหลอดไฟที่ใช้กับตะเกียงระบบเลนส์หมุนจะติดเป็นไฟนิ่งตลอดเวลา

จ. สวิตช์แสงแดด เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Volts ที่ใช้ในการควบคุมให้ไฟติดในเวลาหมดแสงแดด และควบคุมให้ไฟดับเมื่อมีแสงแดด การทำงานของสวิตช์แสงแดดจะไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศที่ร้อนหรือเย็น

ฉ. ระดับน้ำ ที่ตัวตะเกียงจะติดตั้งระดับน้ำไว้เพื่อช่วยในการติดตั้งและตรวจสอบให้ตะเกียงตั้งอยู่ในแนวระดับ หากการติดตั้งไม่อยู่ในแนวระดับอาจจะทำให้ระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟลดลง

3.3.2 ตะเกียงแบบ APRB-252

ตะเกียงแบบ APRB-252 เป็นตะเกียงเลนส์หมุนแบบหนึ่งของบริษัท Pharos Marine/Automatic Power Inc ซึ่งมีอุปกรณ์ส่วนประกอบและระบบการทำงานเหมือนกับตะเกียงแบบ TRB-400

รูปที่ 28. ตะเกียงแบบ APRB-252

บทที่ 4
เครื่องควบคุมจังหวะไฟ

****

เครื่องควบคุมจังหวะไฟ (Flasher) มีหน้าที่ ควบคุมไฟให้ติดและดับเป็นจังหวะสัญญาณต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้

เครื่องควบคุมจังหวะไฟจะประกอบด้วยอุปกรณ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ คือ IC, Diodes, resistor capacitors และ Transistors ที่ประกอบกันและวางตัวอยู่ในแผง Circuit board ซึ่งในแผง Circuit borad จะประกอบด้วยแผง Flash circuit และ Timer circuit

4.1 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ ML-300, ML-155 และ ML-140

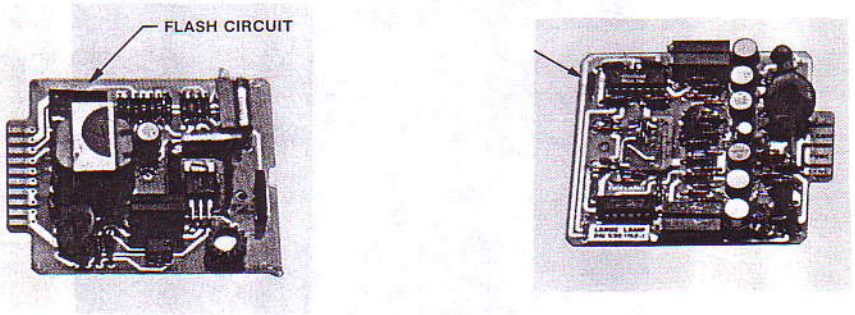
เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ ML-300, ML-155 และ ML-140 ของบริษัท Tideland ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

4.1.1 TF-3B Syncrostat Flasher

4.1.2 TF-3B Micro Power Flasher และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher

4.1.1 TF-3B Syncrostat Flasher

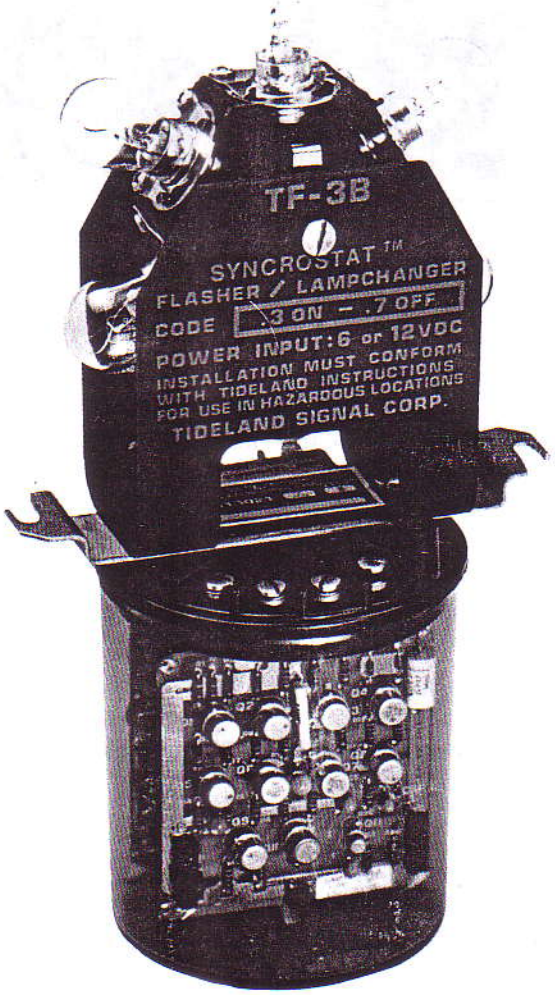
เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ TF-3B Syncrostat Flasher นี้ ตัว Flasher จะแยก Circuit Board ออกเป็น 2 แผง คือ Flash Circuit และ Timer Circuit ซึ่งทั้งสองแผงนี้จะเสียบอยู่ในแผงแม่ (Mother Board) อีกทีหนึ่ง



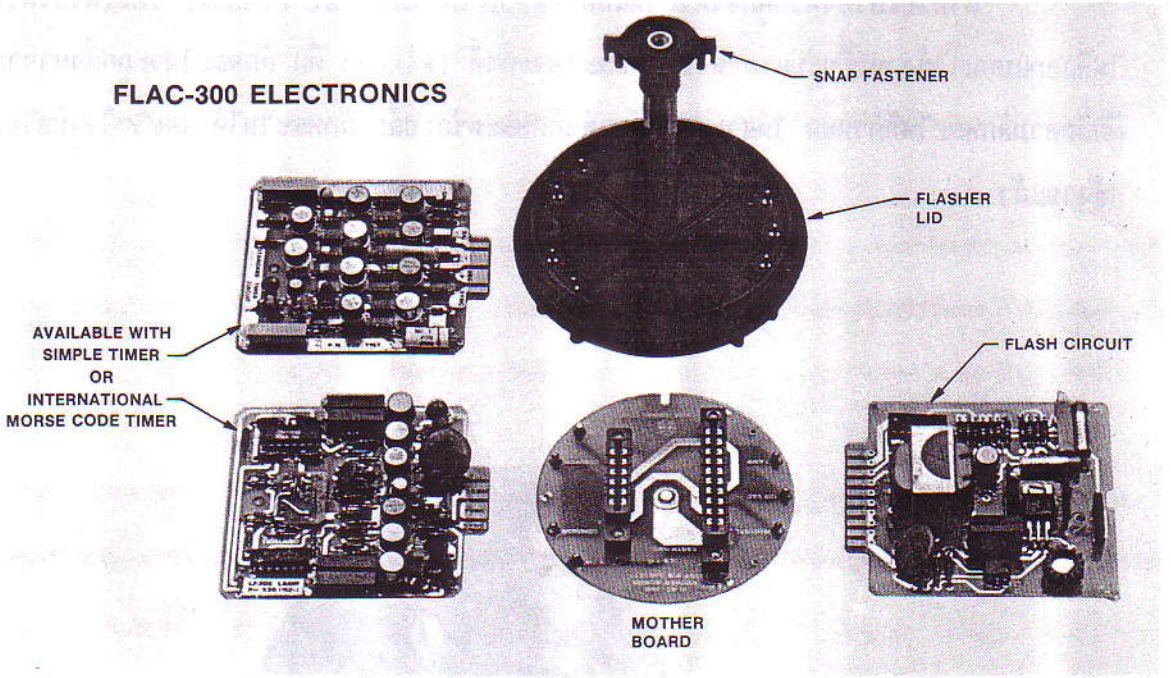
แผง Flash circuit แผง Timer circuit

รูปที่ 29. แผง Flash circuit และ Timer circuit ของ TF-3B Syncrostat Flasher

สำหรับเครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ TF-3B Syncrostat Flasher เป็นเครื่องควบคุมจังหวะไฟที่ออกแบบมาใช้งานเป็นรุ่นแรก ดังนั้นลักษณะไฟจะคงที่ (Fixed) คือ ลักษณะไฟจะถูกตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิตตามลักษณะไฟที่กำหนด ไม่สามารถปรับแต่งลักษณะหรือเปลี่ยนลักษณะไฟได้ และในปัจจุบันไม่นิยมนำมาใช้งานแล้ว



รูปที่ 30. Flasher/Lampchanger แบบ TF-3B Syncrostat



รูปที่ 31. ส่วนประกอบของแบบ TF-3B Syncrostat

4.1.2 TF-3B Micro Power Flasher และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher

เครื่องควบคุมจังหวะไฟ แบบ TF-3B Micro Power Flasher และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher นี้ เป็นเครื่องควบคุมจังหวะไฟที่พัฒนามาจากแบบ TF-3B Syncrostat Flasher โดยตัว Flasher จะรวม Flash Circuit และ Timer Circuit อยู่ในแผงเดียวกัน (Circuit Board) และในแผง Circuit Board นี้จะมีสวิตช์อยู่ 2 ตัว ซึ่งสวิตช์ทั้งสองตัวนี้ สามารถจะปรับแต่งลักษณะไฟต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ และ แผง Circuit Board นี้ จะเสียบเข้ากับแผงแม่ (Mother Board) อีกทีหนึ่ง

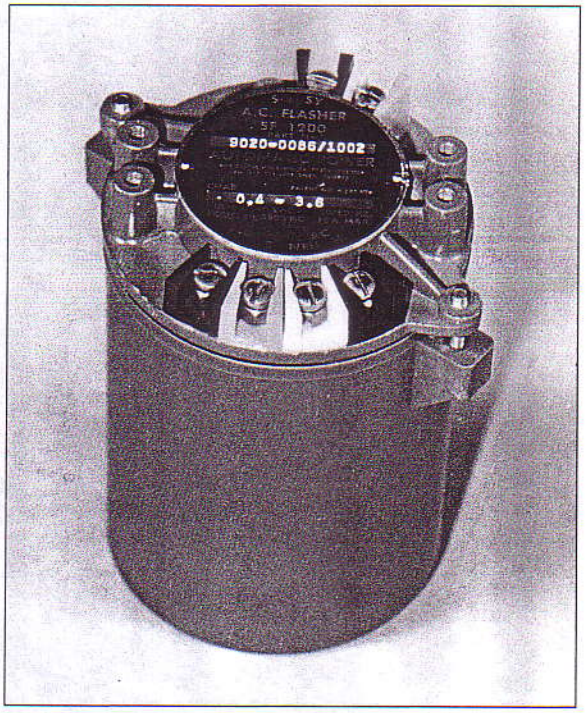
TF-3B Micro Power Flasher และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher นี้ สามารถปรับแต่งลักษณะไฟได้ทั้งหมด 256 ลักษณะไฟ โดยการตั้ง Code ที่สวิตช์ทั้ง 2 ตัว (SW 1 และ SW 2)

รูปที่ 32. Flasher/Lampchanger แบบ TF-3B Micro Power

4.2 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ FA-250 และ LBEA-155

เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ FA-250 และ LBEA-155 ของบริษัท Pharos Marine/ Automatic Power Inc จะเป็นแบบ APF 247 P Solid State โดยตัว Flasher จะแยก Circuit Board ออกเป็น 2 แผง คือ Flash Circuit และ Timer Circuit

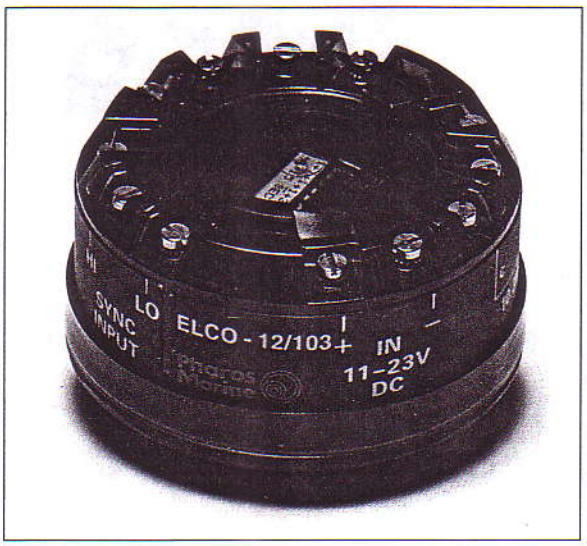
เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ APF 247 P Solid State นี้จะมีสวิตช์อยู่ 2 ตัว ซึ่งสวิตช์ทั้งสองตัวนี้สามารถปรับแต่งลักษณะไฟได้จำนวน 256 ลักษณะไฟเช่นเดียวกัน



รูปที่ 33. เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ APF 247 P Solid State

4.3 เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ LBEA-85

เครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงแบบ LBEA-85 จะเป็นแบบ ELCO-12 MkII Flasher ที่ไม่สามารถปรับแต่งลักษณะไฟได้ โดยลักษณะไฟจะถูกปรับแต่งมาจากโรงงานผู้ผลิตเพียงลักษณะไฟเดียวตามที่ต้องการ

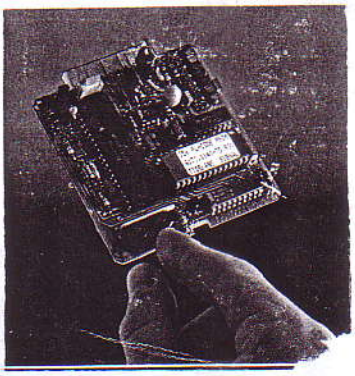


ELCO-12 MkII Flasher

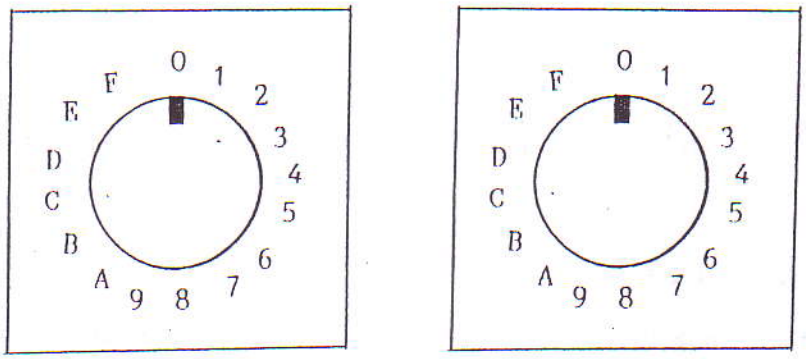
รูปที่ 34. เครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ ELCO-12 MkII Flasher

4.4 วิธีการปรับแต่งลักษณะไฟ

การปรับแต่งลักษณะไฟของเครื่องควบคุมจังหวะไฟแบบ TF-3B Micro Power และ TF-3B Micro Power OMNIBUS Flasher และ APF 247 P Solid State จำนวน 256 ลักษณะไฟ มีวิธีการปรับแต่งลักษณะไฟเหมือนกัน โดยให้ปรับแต่งที่ Switch ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 และที่ตัว Switch ทั้งสองจะมีอักษร A ถึง F และตัวเลข 0 - 9 กำกับอยู่ สำหรับ Switch ตัวที่ 1 จะอยู่ทางซ้ายมือ และ Switch ตัวที่ 2 จะอยู่ทางขวามือ ดังภาพขยาย SW_1 และ SW_2 สำหรับการตั้งลักษณะไฟให้ดูจากคู่มือการตั้งลักษณะไฟประกอบด้วย



รูปที่ 35. แผง Flasher แบบ TF-3B Micro Power และ Switch ตั้งลักษณะไฟ



ภาพขยาย SW_1 และ SW_2

ตัวอย่างการตั้งลักษณะไฟ เช่น ต้องการลักษณะไฟ F1 5 s คือ สว่าง 0.50 วินาที มืด 4.50 วินาที = 5.0 วินาที นั้น ให้นำลักษณะไฟที่ต้องการไปเทียบในตารางคู่มือการตั้งลักษณะไฟ โดยดูที่ช่อง ABBREVIATION จะได้ลักษณะไฟออกมาเป็น F1 5 s (ON 1 = 0.50, OFF 1 = 4.50) ซึ่งตรงกับลักษณะไฟที่ต้องการ เมื่อได้ลักษณะไฟแล้ว มาดูที่ช่อง SW1/2 ว่าจะต้องตั้ง Code อะไร ซึ่งลักษณะไฟ F1 5 s (0.5 + 4.5 = 5.0 วินาที) จะต้องตั้งที่ Code OD

เมื่อได้ Code ที่จะต้องตั้ง คือ OD แล้ว ให้มาตั้งที่ Switch ตัวที่ 1 (SW1) และ Switch ตัวที่ 2 (SW2) โดย Code ตัวแรกจะต้องตั้งที่ SW_1 และ Code ตัวหลังตั้งที่ SW_2 (SW1 และ SW2 จะมีตัวอักษรและตัวเลขกำกับอยู่)

วิธีการตั้ง ให้หมุนแกนที่ SW_1 (ตัวซ้ายมือ) ไปอยู่ที่ตัวเลขหมายเลข 0 โดยมาร์คสีขาวที่แกน SW_1 จะอยู่ตรงกับตัวเลขหมายเลข 0 เมื่อตั้ง SW_1 เสร็จแล้ว ให้มาตั้งที่ SW_2 (อยู่ทางขวามือ) ต่อไป โดยหมุนแกนที่ SW_2 ให้ไปอยู่ที่ตัวอักษร D และมาร์คสีขาวที่แกน SW_2 จะอยู่ตรงกับอักษร D

เมื่อทำการตั้ง SW_1 และ SW_2 ไปอยู่ที่ Code OD แล้ว ให้ทำการตรวจสอบลักษณะไฟว่าถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่ โดยใช้นาฬิกาทำการจับเวลา

*** **ข้อควรระวัง** ***

การตั้งลักษณะไฟทุกครั้ง จะต้องตัดวงจรกระแสไฟฟ้าออกจากแผง Circuit Board ทุกครั้ง เพราะอาจจะทำให้ลักษณะไฟคลาดเคลื่อน หรือ แผง Circuit Board เสียหายได้

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
00	FIXED																		
06	FL 1.5S	0.20	1.30																
1F	FL 1.5S	0.30	1.20																
D8	FL 1.5S	0.40	1.10																
34	FL 1.5S	0.50	1.00																
16	FL 2S	0.20	1.80																
17	FL 2S	0.30	1.70																
18	FL 2S	0.40	1.60																
01	FL 2S	0.50	1.50																
02	FL 2S	0.70	1.30																
20	FL 2S	0.80	1.20																
1C	FL 2.5S	0.30	2.20																
03	FL 2.5S	0.50	2.00																
32	FL 3S	0.20	2.80																
04	FL 3S	0.30	2.70																
3E	FL 3S	0.40	2.60																
05	FL 3S	0.50	2.50																
45	FL 3S	0.60	2.40																
08	FL 3S	0.70	2.30																
07	FL 3S	1.00	2.00																
46	FL 4S	0.20	3.80																
50	FL 4S	0.30	3.70																
09	FL 4S	0.40	3.60																
0A	FL 4S	0.50	3.50																
66	FL 4S	0.60	3.40																
19	FL 4S	0.80	3.20																
67	FL 4S	1.20	4.80																
0B	FL 4S	1.00	3.00																

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4'	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
0C	FL 4S	1.50-2.50																	
1A	FL 4.3S	1.30-3.00																	
68	FL 5S	0.20-4.80																	
1B	FL 5S	0.30-4.70																	
0D	FL 5S	0.50-4.50																	
CE	FL 5S	0.90-4.10																	
0E	FL 5S	1.00-4.00																	
0F	FL 5S	1.50-3.50																	
69	FL 6S	0.20-5.80																	
71	FL 6S	0.30-5.70																	
72	FL 6S	0.40-5.60																	
10	FL 6S	0.50-5.50																	
1D	FL 6S	0.60-5.40																	
11	FL 6S	1.00-5.00																	
12	FL 6S	1.50-4.50																	
73	FL 7.5S	0.50-7.00																	
1E	FL 7.5S	0.80-6.70																	
83	FL 8S	0.50-7.50																	
DA	FL 9S	0.90-8.10																	
84	FL 10S	0.20-9.80																	
85	FL 10S	0.30-9.70																	
13	FL 10S	0.50-9.50																	
14	FL 10S	1.00-9.00																	
6A	FL 10S	1.50-8.50																	
82	FL 12S	1.20-10.80																	
86	FL 12S	2.50-9.50																	
15	FL 15S	1.0-14.00																	
D6	FL(2) 5S	0.20-0.80; 0.20-3.80																	

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
88	FL(2) 4S	0.50	1.00;	0.50	2.00														
89	FL(2) 4.5S	0.30	1.00;	0.30	2.90														
8B	FL(2) 4.5S	0.40	1.00;	0.40	2.70														
8C	FL(2) 4.5S	0.50	1.00;	0.50	2.50														
8D	FL(2) 5S	0.40	0.60;	0.40	3.60														
2B	FL(2) 5S	0.50	1.00;	0.50	3.00														
21	FL(2) 5S	1.00	1.00;	1.00	2.00														
94	FL(2) 5.5S	0.40	1.40;	0.40	3.30														
95	FL(2) 6S	0.30	1.00;	0.30	4.40														
9C	FL(2) 6S	0.40	1.00;	0.40	4.20														
33	FL(2) 6S	0.50	1.00;	0.50	4.00														
2D	Fl(2) 6S	0.80	1.20;	0.80	3.20														
23	FL(2) 6S	1.00	1.00;	1.00	3.00														
35	FL(2) 7S	1.00	1.00;	1.00	4.00														
9D	FL(2) 8S	0.40	1.00;	0.40	6.20														
24	FL(2) 8S	0.50	1.00;	0.50	6.00														
25	FL(2) 8S	1.00	1.00;	1.00	5.00														
DC	FL(2) 10S	0.40	1.60;	0.40	7.60														
9E	FL(2) 10S	0.50	2.00;	0.50	7.00														
2E	FL(2) 10S	0.50	1.00;	0.50	8.00														
2F	FL(2) 10S	0.50	1.50;	0.50	7.50														
30	FL(2) 10S	0.80	1.20;	0.80	7.20														
36	FL(2) 10S	1.00	1.00;	1.00	7.00														
31	FL(2) 10S	1.00	1.50;	1.00	6.50														
A3	FL(2) 12S	0.40	1.00;	0.40	10.20														
4A	FL(2) 12S	0.50	1.00;	0.50	10.00														
49	FL(2) 12S	1.50	2.00;	1.50	7.00														

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
26	FL(2) 15S	1.00	2.00;	1.00	11.00														
E9	FL(2) 20S	1.00	3.00;	1.00	15.00														
2A	FL(2) 25S	1.00	1.00;	1.00	22.00														
EA	FL(3) 6.1S	0.40	1.00;	0.40	1.00;	0.40	2.90												
EB	FL(3) 8S	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	4.50												
B4	FL(3) 9S	0.30	1.00;	0.30	1.00;	0.30	6.10												
39	FL(3) 9S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	4.20												
3A	FL(3) 10S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	5.50												
27	FL(3) 10S	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	5.00												
B5	FL(3) 12S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	7.50												
47	FL(3) 12S	0.50	2.00;	0.50	2.00;	0.50	6.50												
3B	FL(3) 12S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	7.20												
3C	FL(3) 15S	0.30	1.70;	0.30	1.70;	0.30	10.70												
E1	FL(3) 15S	0.40	1.00;	0.40	1.00;	0.40	11.80												
3D	FL(3) 15S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	10.50												
D7	FL(3) 20S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	15.50												
3F	FL(3) 20S	0.50	3.00;	0.50	3.00;	0.50	12.50												
F1	FL(3) 20S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	15.20												
E2	FL(3) 20S	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	15.00												
42	FL(4) 10S	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	1.00	0.50	5.00										
40	FL(4) 10S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	3.20										
E3	FL(4) 12S	0.30	1.70;	0.30	1.70;	0.30	1.70;	0.30	5.70										
F2	FL(4) 12S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	5.50										
41	FL(4) 12S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	5.20										
43	FL(4) 15S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	8.50										
29	FL(4) 15S	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	8.00										
E4	FL(4) 16S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	9.50										

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
44	FL(4) 20S	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	1.50;	0.50	13.50										
E5	FL(4) 20S	1.50	1.50;	1.50	1.50;	1.50	1.50;	1.50	9.50										
48	FL(5) 20S	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	1.20;	0.80	11.20								
28	FL(5) 20S	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	1.00;	1.00	11.00								
58	FL(6) 15S	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	1.00;	0.50	7.00						
4B	FL(2+1) 6S	0.30	0.40;	0.30	1.20;	0.30	3.50												
4C	FL(2+1) 10S	0.50	0.70;	0.50	2.10;	0.50	5.70												
4D	FL(2+1) 12S	0.80	1.20;	0.80	2.40;	0.80	6.00												
4E	FL(2+1) 12S	1.00	1.00;	1.00	4.00;	1.00	4.00												
4F	FL(2+1) 15S	1.00	2.00;	1.00	5.00;	1.00	5.00												
51	ISO 2S	1.00	1.00																
52	ISO 3S	1.50	1.50																
53	ISO 4S	2.00	2.00																
54	ISO 5S	2.50	2.50																
55	ISO 6S	3.00	3.00																
56	ISO 8S	4.00	4.00																
57	ISO 10S	5.00	5.00																
60	LFL 5S	2.00	3.00																
61	LFL 6S	2.00	4.00																
62	LFL 8S	2.00	6.00																
63	LFL 8S	3.00	5.00																
64	LFL 10S	2.00	8.00																
65	LFL 10S	3.00	7.00																
59	LFL 10S	4.00	6.00																
5A	LFL 12S	2.00	10.00																
5D	LFL 15S	4.00	11.00																
6C	MO(A) 6S	0.30	0.60;	1.00	4.10														

FLASHER CHARACTERISTICS

SW 3/4	IALA ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
E6	MO(A) 8S	0.40	0.60;	2.00	5.00														
6D	MO(A) 8S	0.80	1.20;	2.40	3.60														
6E	MO(A) 10S	0.50	0.50;	1.50	7.50														
6F	MO(A) 15S	0.50	1.50;	2.00	11.00														
70	MO(B) 15S	1.50	0.50;	0.50	0.50;	0.50	0.50;	0.50	10.50										
74	MO(U) 10S	0.20	0.80;	0.20	0.80;	0.60	7.40												
75	MO(U) 10S	0.30	0.70;	0.30	0.70;	0.90	7.10												
76	MO(U) 10S	0.40	0.60;	0.40	0.60;	1.20	6.80												
77	MO(U) 10S	0.50	0.50;	0.50	0.50;	1.50	6.50												
78	MO(U) 15S[1]	0.45	0.45;	0.45	0.45;	1.35	11.85												
79	MO(U) 15S[2]	0.55	0.35;	0.55	0.35;	1.45	11.75												
7A	MO(U) 15S[3]	0.60	0.30;	0.60	0.30;	1.50	11.70												
7B	MO(U) 15S[4]	0.75	0.15;	0.75	0.15;	1.65	11.55												
7C	MO(U) 15S	0.50	0.50;	0.50	0.50;	1.50	11.50												
7D	MO(U) 15S	0.60	0.30;	0.60	0.30;	1.40	11.80												
80	MO(U) 15S	0.70	0.50;	0.70	0.50;	1.90	10.70												
7E	MO(U) 15S	0.70	0.70;	0.70	0.70;	2.10	10.10												
81	MO(U) 15S	0.75	0.45;	0.75	0.45;	2.00	10.60												
5F	MO(U) 15S	1.15	0.75;	1.15	0.75;	3.00	8.20												
6B	MO(U) 15S	1.30	0.70;	1.30	0.70;	3.30	7.70												
EC	OC 1.25S	0.75	0.50																
38	OC 3S	2.00	1.00																
87	OC 3S	2.50	0.50																
F7	OC 4S	2.50	1.50																
90	OC 4S	3.00	1.00																
7F	OC 5S	3.00	2.00																
C4	OC 3.5S	2.50	1.00																

[1] Comp. for incandescence time for lamps less than .25 amp]
[2] Comp. for incandescence time for lamps from 0.46 amp to 0.77]
[3] Comp. for incandescence time for lamps from 0.92 amp to 2.03]
[4] Comp. for incandescence time for lamps more than 2.03 amps]

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
8E	OC 5S	4.00	1.00																
8F	OC 5S	4.50	0.50																
5B	OC 6S	4.00	2.00																
91	OC 6S	4.50	1.50																
92	OC 6S	5.00	1.00																
F4	OC 7S	4.50	2.50																
F5	OC 8S	5.00	3.00																
F6	OC 9S	6.00	3.00																
F8	OC 10S	6.00	4.00																
8A	OC 10S	7.00	3.00																
93	OC 10S	7.50	2.50																
5C	OC 15S	10.00	5.00																
98	Q 1S	0.20	0.80																
99	Q 1S	0.30	0.70																
97	Q 1S	0.40	0.60																
96	Q 1S	0.50	0.50																
37	Q 1S	0.80	0.20																
9B	Q 1.2S	0.30	0.90																
5E	Q 1.2S	0.50	0.70																
9A	Q 1.2S	0.60	0.60																
A1	Q(2) 5S	0.30	0.70	0.30	3.70														
F0	Q(2) 5S	0.50	0.50	0.50	3.50														
A2	Q(2) 6S	0.30	0.70	0.30	4.70														
2C	Q(2) 6S	0.35	0.70	0.35	4.60														
A0	Q(2) 10S	0.60	0.40	0.60	8.40														
E0	Q(2) 15S	0.20	0.80	0.20	13.80														
C5	Q(3) 5S	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	2.50												

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
C9	Q(3) 6S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	3.70												
A5	Q(3) 10S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	7.70												
A4	Q(3) 10S	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	7.65												
CD	Q(3) 10S	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	7.50												
A6	Q(3) 10S	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	7.00												
E7	Q(4) 6S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	2.70										
A9	Q(4) 6S	0.40	0.60	0.40	0.60	0.40	0.60	0.40	2.60										
AA	Q(4) 10S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	6.70										
22	Q(4) 12S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	8.70										
AB	Q(4) 15S	0.35	0.70	0.35	0.70	0.35	0.70	0.35	11.50										
AC	Q(4) 20S	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	16.50										
AD	Q(5) 7S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	2.70								
AF	Q(5) 10S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	5.70								
AE	Q(6) 10S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	4.70						
DF	Q(9) 15S	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	6.80
B1	Q(9) 15S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	6.70
B0	Q(9) 15S	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	6.65
B2	Q(9) 15S	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	4.80
DE	Q(6)+LFL 15S	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	0.20	0.80	2.00	7.00				
B7	Q(6)+LFL 15S	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	0.30	0.70	2.00	7.00				
B6	Q(6)+LFL 15S	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	0.35	0.65	1.05	7.95				
B8	Q(6)+LFL 15S	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	2.00	5.80				
C0	VQ 0.5S	0.15	0.35																
C1	VQ 0.5S	0.20	0.30																
C3	VQ 0.6S	0.20	0.40																
C2	VQ 0.6S	0.30	0.30																
CF	VQ(2) 4S	0.20	1.00	0.20	2.60														

FLASHER CHARACTERISTICS

SW IALA 3/4	ABBREV.	ON1	OFF1	ON2	OFF2	ON3	OFF3	ON4	OFF4	ON5	OFF5	ON6	OFF6	ON7	OFF7	ON8	OFF8	ON9	OFF9
D2	VQ(2) 8S	0.20-1.00;	0.20-6.60																
C6	VQ(3) 5S	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-3.85															
C7	VQ(3) 5S	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-3.80															
D3	VQ(3) 5S	0.30-0.20;	0.30-0.20;	0.30-3.70															
C8	VQ(3) 5S	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-3.50															
E8	VQ(3) 15S	0.10-0.50;	0.10-0.50;	0.10-13.70															
CA	VQ(9) 10S	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-	5.85							
CB	VQ(9) 10S	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-	5.80							
CC	VQ(9) 10S	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-	4.90							
DO	VQ(6)+LF 10S	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	0.20-0.30;	2.00-5.00											
D1	VQ(6)+LF 10S	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	2.00-4.40											
ED	VQ(6)+LF 15S	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	0.30-0.30;	2.00-9.40											
D4	MO(N) 8S	5.00-1.00;	1.00-1.00																
D5	MO(D) 10S	5.00-1.00;	1.00-1.00;	1.00-1.00															
DD	FL75	2.00-5.00																	
F9	FL(2) 5S	0.20-1.20;	0.20-3.40																
FA	FL(4) 20S	0.30-3.00;	0.30-3.00;	0.30-3.00;	0.30-9.80														
FB	FL(6) 12S	0.25-1.25;	0.25-1.25;	0.25-1.25;	0.25-1.25;	0.25-1.25;	0.25-4.25												
FC	FL(3) 6S	0.50-1,00;	0.50-1.00;	0.50-2.50;															
FD	VQ(6)+LF 10S	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	0.15-0.35;	2.00-5.00											
FE	OC(2) 8S	3.00-2.00;	1.00-2.00;																
FF	OC(2) 8S	5.00-1.00;	1.00-1.00																
9F	Q(2) 10S	0.50-1.50;	0.50-7.50																
*DB	FL 1.3	0.5-0.80																	
*BB	FL 5.0	0.6-4.40																	
*BA	FL 5.0	0.7-0.50;0.7-3.10																	
*D9	FL 1.2	0.4-0.80																	

*SIGNIFIES AN ADDITION TO 5000 PROGRAM LABELED 5001

บทที่ 5
เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ

****

เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ (Lampchanger) มีหน้าที่ ควบคุมการหมุนเปลี่ยนหลอดไฟได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ชำรุด หรือไส้หลอดขาด จะทำการหมุนเปลี่ยนหลอดไฟอะไหล่ที่อยู่ในสภาพที่ดีขึ้นมาแทนที่

5.1 ส่วนประกอบของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ

5.1.1 DC. MOTOR (มอเตอร์กระแสตรง) ขนาด 100 mA. (มิลลิแอมป์) จำนวน 1 ตัว

5.1.2 แผงวงจร (Printed Circuit) ควบคุมการเปลี่ยนหลอดไฟ

5.1.3 หลอดไฟขนาด 12 โวลท์ จำนวน 6 หลอด

5.1.4 Contact ที่เชื่อมต่อระหว่าง Printed Circuit กับหลอดไฟ

5.2 เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3 B Micro Power

เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3 B Micro Power เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Tideland สำหรับติดตั้งในตะเกียง ML-300, ML-155 และ ML-140 ซึ่งสามารถติดตั้งหลอดไฟได้จำนวน 6 หลอด

รูปที่ 36. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3B Micro Power

5.3 เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ APL-1297

เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ APL-1297 ของบริษัท Pharos Marine/Automatic Power Inc นี้จะติดตั้งในตะเกียง FA-250 และ LBEA-155

รูปที่ 37. เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ APL-1297

5.4 ระบบการทำงานของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ

ระบบการทำงานของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟแบบ TF-3 B Micro Power และแบบ APL-1297 จะมีระบบการทำงานที่เหมือนกัน คือ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะถูกควบคุมการทำงานด้วยแผงวงจร Printed circuit และ DC. Motor เพื่อไปหมุนเปลี่ยนหลอดไฟที่ชำรุด กล่าวคือ ที่ Lampchanger จะมีหลอดไฟอยู่จำนวน 6 ดวง โดยหลอดไฟที่ใช้งานทำให้เกิดแสงสว่างจะใช้เพียงหลอดเดียว ส่วนหลอดไฟที่เหลือ

อีกจำนวน 5 หลอด จะเป็นหลอดไฟอะไหล่สำหรับหมุนมาเปลี่ยนแทนหลอดไฟที่ใช้งานอยู่เมื่อชำรุดหรือหลอดขาด เมื่อหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ชำรุดหรือขาด แผงวงจร Printed circuit นี้จะไปควบคุมมอเตอร์ให้หมุนเอาหลอดไฟอะไหล่สำรองดวงที่ 1 มาแทนที่หลอดไฟที่ขาด และหน้า Contact จะทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรของ Printed circuit กับหลอดไฟ จึงทำให้หลอดไฟติดเป็นปกติเหมือนเดิม และเมื่อหลอดไฟอะไหล่ดวงที่ 1 ที่หมุนมาแทนที่ขาดอีก Printed circuit ก็จะไปควบคุมมอเตอร์ให้หมุนเอาหลอดไฟอะไหล่ดวงที่ 2 ให้ขึ้นมาแทนที่ ซึ่ง Lampchanger จะทำหน้าที่เช่นนี้ตลอดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบหลอดไฟทั้งหมด จึงทำให้ไฟติดต่อเนื่องตลอดไป

เมื่อหลอดไฟที่ใช้งานและหลอดไฟอะไหล่ทั้งหมดจำนวน 6 ดวง ชำรุดหรือขาดทั้งหมด Printed circuit จะทำการตรวจสอบหลอดไฟอีกครั้งหนึ่ง โดยการควบคุม Motor ให้หมุนตรวจสอบหลอดไฟทั้งหมดอีกจำนวน 1 รอบ ถ้ามอเตอร์หมุนตรวจสอบแล้วพบว่ายังมีหลอดไฟที่ยังใช้งานได้เหลืออยู่ มอเตอร์ก็จะหยุดตรงที่หลอดนั้น และหน้า Contact จะต่อวงจร จึงทำให้ไฟติด แต่ถ้ามอเตอร์หมุนตรวจสอบแล้วปรากฏว่า หลอดไฟทั้งหมดชำรุดหรือขาด Printed circuit ก็จะทำการตัดวงจรออกทันที จึงทำให้ไฟดับ ดังนั้นเราจึงต้องทำการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ทั้งหมด และเมื่อทำการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่แล้วจะต้องทำการหมุน Lampchanger ให้หน้าของ contact สัมผัสกับขั้วหลอดไฟด้วย เพราะในขณะที่ Printed circuit ตัดวงจรนั้น หน้า Contact จะไม่อยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสกับขั้วของหลอดไฟ

บทที่ 6
สวิตซ์แสงแดด

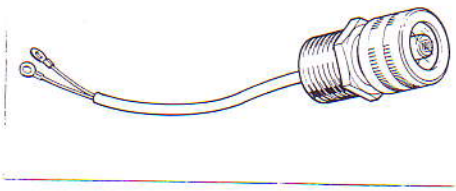
****

สวิตซ์แสงแดด (Sun switch หรือ Photocell) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมให้ไฟดับในเวลากลางวัน และไฟติดในเวลากลางคืน การทำงานของสวิตซ์แสงแดด จะขึ้นอยู่กับอำนาจแสงสว่างของดวงอาทิตย์เป็นหลัก กล่าวคือ เมื่อมีแสงแดด สวิตซ์แสงแดดจะทำหน้าที่เปิดวงจรตัดกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่จ่ายไปยัง Flasher, Lampchanger และหลอดไฟ ออก จึงทำให้ไฟดับในเวลากลางวัน และเมื่อหมดแสงสว่างสวิตซ์แสงแดดจะทำหน้าที่ต่อวงจรกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปจ่ายให้แก่ Flasher, Lamp changer และหลอดไฟต่อไป จึงทำให้ไฟติดในเวลากลางคืน หรือในขณะที่อากาศมืดครึ้ม

คุณสมบัติของสวิตซ์แสงแดด

1. ทำงานโดยอาศัยอำนาจแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ และจะไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะความร้อนหรือหนาวของอากาศที่เปลี่ยนแปลง
2. มีความไวในการรับแสงแดด 40 Lux ถึง 250 Lux
3. ทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรเหมือนสวิตซ์ปิด-เปิด วงจรทั่ว ๆ ไปทางไฟฟ้า

สวิตซ์แสงแดดที่ติดตั้งภายในตัวตะเกียง



สวิตซ์แสงแดดที่ติดตั้งภายนอกตัวตะเกียง

รูปที่ 38. สวิตซ์แสงแดด

Lux : เป็นหน่วยของการส่องสว่าง คือ จำนวน Flux ของการส่องสว่างต่อหน่วยพื้นที่

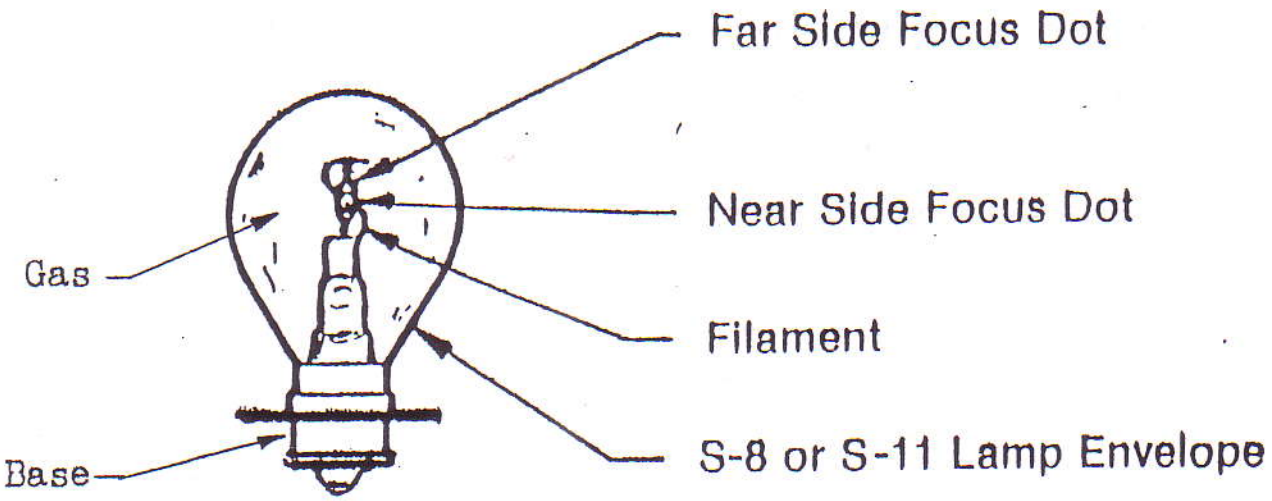
Lux = ลูเมน/ตารางเมตร (Lumen/m^2)

บทที่ 7
หลอดไฟ

****

7.1 <u>หลอดไฟ</u> (Lamps)

หลอดไฟ (Lamps) เป็นจุดกำเนิดให้เกิดแสงสว่าง โดยมีไส้หลอด (Filament) เป็นตัวจุดแสงไฟ ซึ่งจะทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงสว่าง โดยกระแสไฟฟ้าจะถูกส่งมาจากเครื่องควบคุมจังหวะไฟ จึงทำให้เกิดแสงสว่างที่สามารถทำให้เรามองเห็นได้



รูปที่ 39. ส่วนประกอบของหลอดไฟ

7.1 <u>ส่วนประกอบของหลอดไฟ</u> ประกอบด้วย

7.1.1 Far Side Focus Dot คือ จุดรวมแสงระยะไกล

7.1.2 Near Side Focus Dot คือ จุดรวมแสงระยะใกล้

7.1.3 Filament คือ เส้นลวดที่อยู่ในดวงโคม ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของแสงสว่างที่ทำให้มองเห็นได้ โดยเส้นลวดจะทำด้วยทังสเตน ที่ใช้ทังสเตนเพราะมีจุดหลอมตัวสูง อัตราการระเหยต่ำ (ถ้าระเหยเร็วจะทำให้ไส้หลอดขาดเร็วขึ้น)

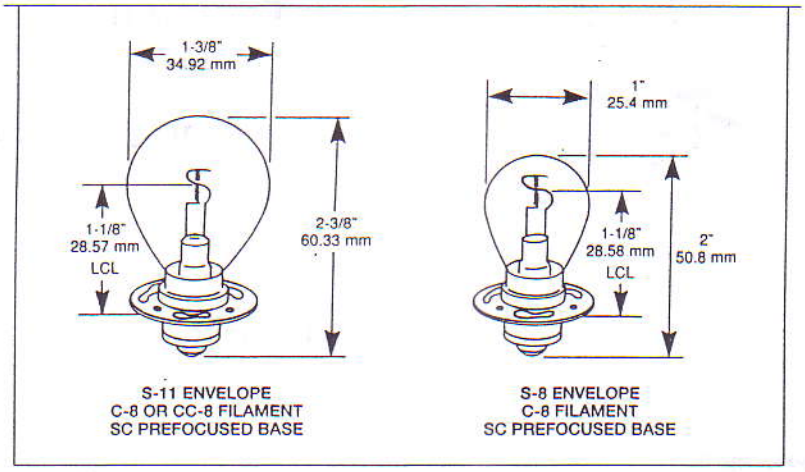
7.1.4 Lamp Envelope คือ เปลือกนอกที่ห่อหุ้มดวงโคมซึ่งทำด้วยแก้วและเป็นตัวป้องกันอากาศไม่ให้เข้าไปภายในหลอดไฟ

7.1.5 Base คือ ขั้วของหลอดไฟที่ทำหน้าที่ช่วยยึดหลอดไว้กับขั้วหลอดอย่างมั่นคงสำหรับการต่อเข้ากับวงจรไฟ และทำหน้าที่นำกระแสจากวงจรไฟฟ้าไปจ่ายให้กับไส้หลอด ซึ่งขั้วของหลอดจะทำด้วยอลูมิเนียม ปลายขั้วของหลอดตรงกลางบัดกรีด้วยตะกั่ว เพื่อให้สัมผัสและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดีขึ้น

7.1.6 Gas ภายในหลอดแก้วหรือดวงโคมจะบรรจุก๊าซไนโตรเจนและอาร์กอนไว้ เพื่อให้ไส้หลอดระเหยช้าลง และอายุการใช้งานของไส้หลอดจะนานขึ้น

7.3 หลอดไฟแบบ C-8, S-8 และ CC-8, S-11

หลอดไฟที่ใช้งานกับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นหลอดไฟที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานในทะเลโดยเฉพาะ (Marine signal lamps) ซึ่งมีความทนทานต่อไอน้ำทะเล สำหรับหลอดไฟที่ใช้จะเป็นหลอดไฟสีขาว ขนาดแรงดัน 12 Volts ชนิด C-8, S-8 หรือ CC-8, S-11 และขนาดของกระแสจะขึ้นอยู่กับการนำหลอดไฟชนิดนั้น ๆ ไปใช้งาน



รูปที่ 40. หลอดไฟแบบ S-8 และ S-11

C-8, CC-8 : เป็นประเภทของไส้หลอด โดยหลอดไฟแบบ C-8 ขดลวดของไส้หลอดจะอยู่ในแนวตั้ง ใช้กับหลอดที่มีขั้วแบบเรียบอยู่หัว-ท้าย ส่วนหลอดไฟแบบ CC-8 ไส้หลอดเป็นขดลวดชนิดขดในตัวเอง ไส้สั้น ยึดอยู่ในแนวตั้ง (CC = Coiled Coil Filament)

S-8, S-11 : เป็นชนิดของ Envelope

สำหรับหลอดไฟที่นิยมใช้กับตะเกียงขนาด ML-300 และ FA-250 คือ หลอดไฟชนิด CC-8, S-11 ขนาด 12 Volts 1.9 Amperes หรือชนิด CC-8, S-11 ขนาด 12 Volts 3.0 Amperes

และหลอดไฟที่ใช้กับตะเกียงขนาด ML-155, LBEA-155 เป็นหลอดไฟชนิด C-8, S-8 ขนาด 12 Volts 0.77 Amperes หรือชนิด C-8, S-8 ขนาด 12 Volts 1.15 Amperes

อายุการใช้งานของหลอดไฟแบบ C-8, S-8 และ CC-8, S-11 นั้น จะมีอายุการใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมง ทั้งนี้อายุการใช้งานของหลอดไฟจะยาวนานเท่าใดขึ้นอยู่กับคาบเวลาส่วางของลักษณะไฟที่ใช้งานด้วย และเมื่อมีอายุการใช้งานครบ 1,000 ชั่วโมงแล้ว จะต้องทำการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่

VOLTAGE	CURRENT RATING	FILAMENT	ENVELOPE	RATED LIFE* (hr)
6.2	0.125A	C-8	S-8	1000
6.2	0.25A	C-8	S-8	1000
6.2	0.46A	C-8	S-8	1000
6.2	0.70A	C-8	S-8	1000
6.2	0.92A	C-8	S-8	1000
6.2	1.40A	C-8	S-8	1000
6.2	0.92A	C-8 Extended	S-8	1000
6.2	0.46A	C-8 Extended	S-8	1000
6.2	0.70A	C-8 Extended	S-8	1000
12	0.25A	C-8	S-8	1000
12	0.55A	C-8	S-8	1000
12	0.77A	C-8	S-8	1000
12	1.15A	C-8 Extended	S-8	1000
12	2.00A	C-8 Extended	S-8	1000
12	0.55A	C-8 Extended	S-8	1000
12	0.77A	C-8 Extended	S-8	1000
12	1.00A	CC-8	S-11	1000
12	1.15A	C-8	S-8	1000
12	1.35A	C-8	S-8	1000
12	2.03A	C-8	S-8	1000
12	3.05A	C-8	S-11	1000
12	1.90A	CC-8	S-11	1000
12	3.00A	CC-8	S-11	1000
12	5.00A	CC-8	S-11	1000
12	20W	CC-8	T-3.5 Q	2000
12	35W	CC-8	T-3.5 Q	2000
12	50W	CC-8	T-3.5 Q	2000
12	75W	CC-8	T-3.5 Q	2000
12	20W	CC-8	T-2.6 Q HP	3000
12	35W	CC-8	T-2.6 Q HP	3000
12	50W	CC-8	T-2.6 Q HP	3000
12	10W	CC-8	T-2.4 Q HG	3000

* Life at rated voltage input.

Q = Quartz Halogen
HP = High Pressure Halogen
HG = Hard Glass
SC = Single Contact
DC = Double Contact

ตารางที่ 1 ขนาดแรงดัน กระแส และอายุการใช้งานของหลอดไฟ

7.4 **หลอดไฟแบบทังสเตนฮาโลเจน** (Tungsten Halogen Lamps)

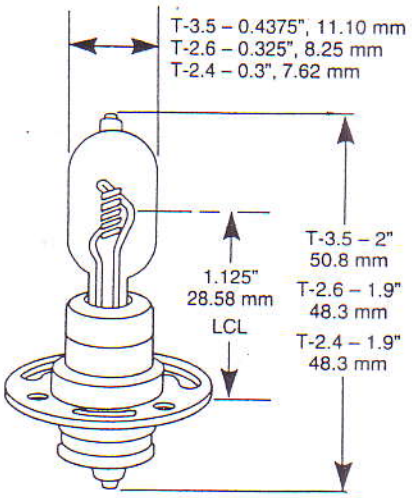
หลอดไฟแบบทังสเตนฮาโลเจนหรือหลอดฮาโลเจน เป็นหลอดไส้อีกชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะแตกต่างจากหลอดไส้ทั่ว ๆ ไป โดยไส้หลอดจะทำด้วยทังสเตน และภายในบรรจุก๊าซฮาโลเจนเข้าไป หรือบางครั้งก็ใช้ก๊าซไอโอดีน (Iodine) จึงถูกเรียกว่า หลอดไอโอดีน ได้เช่นกัน

หลอดฮาโลเจนจะให้ไฟที่สว่างเกือบเท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบหลอดไส้ขนาดเดียวกัน ในขณะเดียวกันก็กินไฟน้อยกว่าด้วย หลอดฮาโลเจนจะทนความร้อนได้สูง มีอายุการใช้งานได้นาน หลอดไฟฮาโลเจนจะไม่หมองดำเหมือนหลอดไฟธรรมดาเมื่อใช้งานไปนาน ๆ เนื่องจาก ตัวหลอดทำด้วยหินเขี้ยวหนุมาน หรือหิน "ควอตซ์" ภายในหลอดบรรจุก๊าซฮาโลเจนและไอโอดีนไว้ ด้วยเหตุนี้ **จึงห้ามมิให้ใช้มือจับที่ตัวหลอด** เพราะมือคนเรามักจะมีเหงื่อ และเหงื่อมีเกลือแร่ ซึ่งถ้าจับตัวหลอดแล้ว ผิวของหลอดจะเกิดเป็นรอยขึ้น

รอยคราบที่เกิดขึ้นนี้ ถ้าไม่ทำความสะอาด เมื่อหลอดมีความร้อนสูง ๆ จะทำให้รอยคราบไหม้ติดกับตัวแก้ว หลอดอาจร้าว หรือไส้หลอดอาจขาดตรงจุดนั้นได้ เราสามารถลบรอยคราบนั้นได้ โดยใช้แอลกอฮอล์เช็ดบริเวณรอยคราบที่จับนั้น

วิธีการจับหลอดฮาโลเจนที่ถูกต้องนั้น ให้จับที่บริเวณขั้ว ห้ามจับบริเวณที่หลอดแก้ว แต่ถ้าหากมีความจำเป็นต้องจับที่หลอดแก้ว ให้ใช้ผ้าคลุมหลอดแก้วก่อนแล้วจึงใช้มือจับผ้าที่คลุมหลอดแก้วนั้น

อายุการใช้งานของหลอดไฟฮาโลเจนจะมีอายุการใช้งานได้นาน 2,000 ชั่วโมง



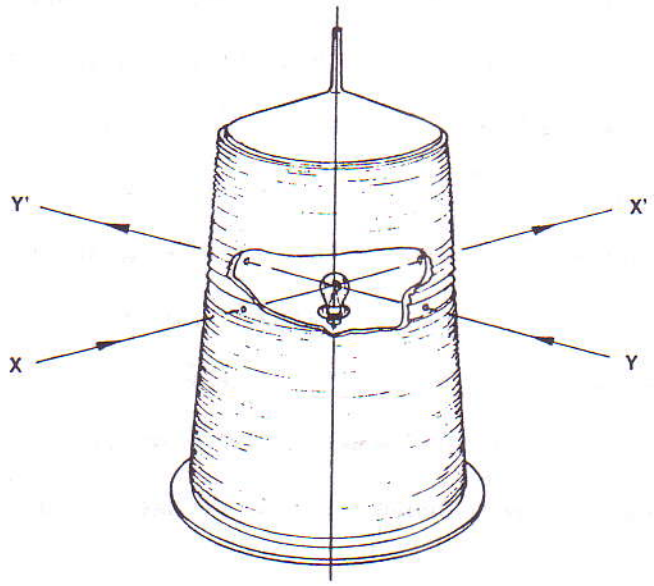
รูปที่ 41. หลอดทังสเตนฮาโลเจนหรือหลอดฮาโลเจน

7.5 การทำงานของหลอดฮาโลเจน

เมื่อเราเปิดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ไส้ทังสเตน เมื่อไส้ทังสเตนร้อนแดงและให้แสงสว่าง ความร้อนจากกระแสไฟฟ้าจะทำให้ทังสเตนปล่อยอนุภาคอิเล็กตรอนออกมาจากไส้หลอด ซึ่งอนุภาคเหล่านี้จะจับอยู่ตามผิวของหลอดแก้วด้านใน ในหลอดไฟแบบเดิมการสูญเสียอนุภาคอิเล็กตรอนของไส้หลอดจะมีผลต่อการให้แสงสว่างที่น้อยลงของไส้หลอด และทำให้อายุการทำงานของไส้หลอดลดน้อยลงเรื่อย ๆ แต่กับหลอดฮาโลเจนก๊าซฮาโลนเจนที่บรรจุอยู่ในหลอด เมื่อได้รับความร้อนจากไส้หลอดมากกว่า 500 องศาฟาเรนไฮต์ ก็จะเกิดการหมุนเวียนของอนุภาคอิเล็กตรอนของทังสเตนที่เกาะอยู่ตามผิวหลอดด้านใน ด้วยคุณสมบัติไวต่อการรวมตัวกับธาตุอื่นสูง เมื่อเข้ารวมกับอนุภาคอิเล็กตรอนแล้ว อนุภาคของก๊าซฮาโลเจนก็จะไหลเวียนกลับเข้าสู่ไส้หลอด และถ่ายคืนอนุภาคอิเล็กตรอนของทังสเตนให้กลับคืนสู่ไส้หลอด เมื่อไส้หลอดไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและมีอุณหภูมิลดลง และเมื่อไส้หลอดได้รับความร้อนอีกครั้งเมื่อมีการใช้งานกระบวนการนี้ก็จะเกิดซ้ำแล้วซ้ำอีก หมุนเวียนกันไป ดังนั้นไส้หลอดจึงอยู่ในสภาพเดิมตลอด ผลคือ เป็นการยืดอายุของไส้หลอดและเพื่อประสิทธิภาพการทำงานในการให้แสงสว่าง

7.6 การติดตั้งหลอดไฟภายในตัวเรือนตะเกียง

การติดตั้งหลอดไฟกับตะเกียงชนิดต่าง ๆ นั้น จุดศูนย์กลาง (Focus) ของไส้หลอดจะต้องอยู่กึ่งกลางระดับเดียวกับจุด Focus ของเลนส์เบ่งแสง ดังแสดงในรูปข้างล่าง หากจุดศูนย์กลางของไส้หลอดไม่อยู่ระดับเดียวกับจุด Focus แล้ว จะเป็นผลทำให้ระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟลดลง



รูปที่ 42. จุดแสดง Focus ของหลอดไฟกับเลนส์เบ่งแสง

7.7 การคำนวณอายุการใช้งานของหลอดไฟ

หลอดไฟที่ใช้งานจะมีอายุการใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมง หรือ 2,000 ชั่วโมง เราไม่สามารถทราบได้ว่าใช้งานได้นานกี่วันจึงจะครบชั่วโมงการใช้งาน เพราะอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับเวลาของการจุดใส้หลอดแต่ละครั้ง (เวลาสว่างของไฟ) ดังนั้นเราจึงต้องมาคำนวณหาจำนวนวันอายุการใช้งานของหลอดไฟที่จะใช้งานได้ครบชั่วโมงการใช้งาน โดยใช้สูตรในการคำนวนดังนี้

$$F = (L \times T)/(t \times D)$$

เมื่อ :

F = ระยะเวลาการใช้งานของหลอดไฟ (คิดเป็นวัน)

L = อายุการใช้งานของหลอดไฟ (คิดเป็นชั่วโมง)

T = คาบเวลารวมของลักษณะไฟ คือ ระยะสว่าง + มืด (คิดเป็นวินาที)

t = คาบเวลาสว่างของไฟ (คิดเป็นวินาที)

D = ชั่วโมงการใช้งานของหลอดไฟแต่ละวัน (ในน่านน้ำไทยใช้ 14 ชั่วโมง)

ตัวอย่าง

กระโจมไฟเกาะสัตกูด จ.ประจวบคีรีขันธ์ ได้ติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น ML-300 ลักษณะของไฟ 0.3 + 2.7 = 3.0 วินาที หลอดไฟที่ใช้ขนาด 12 Volts 1.9 Amperes จงคำนวณหาระยะเวลาการใช้งานของหลอดไฟ เมื่อหลอดไฟมีอายุการใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมง

วิธีทำ จากสูตร $F = (L \times T)/(t \times D)$

เมื่อ : L = อายุการใช้งานของหลอดไฟ = 1,000 ชั่วโมง

T = คาบเวลารวมของลักษณะไฟ = 3.0 วินาที

t = คาบเวลาสว่างของไฟ = 0.3 วินาที

D = ชั่วโมงการใช้งานของหลอดใน 1 วัน = 14 ชม.

แทนค่าในสูตรจะได้ $F = (1,000 \times 3.0)/(0.3 \times 14)$

$= 714$ วัน = 1 ปี 11 เดือน 18 วัน

ดังนั้นหลอดไฟสามารถใช้งานได้ 714 วัน หรือ 1 ปี 11 เดือน 18 วัน จึงจะต้องทำการเปลี่ยนหลอดไฟ

ตัวอย่าง

กระโจมไฟเกาะรา จ.พังงา ได้ติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ รุ่น ML-300 ลักษณะของไฟ 0.5 + 1.0 + 0.5 + 1.0 + 0.5 + 4.5 = 8.0 วินาที หลอดไฟที่ใช้ขนาด 12 Volts 3.0 Amperes อายุการใช้งานของหลอดไฟประมาณ 1,000 ชั่วโมง จงคำนวณหาระยะเวลาการใช้งานของหลอดไฟ

วิธีทำ จากสูตร $F = (L \times T)/(t \times D)$

เมื่อ : L = อายุการใช้งานของหลอดไฟ = 1,000 ชั่วโมง

T = คาบเวลารวมของลักษณะไฟ = 8.0 วินาที

t = คาบเวลาส่วางของไฟ = 0.5 + 0.5 + 0.5 = 1.5 วินาที

D = ชั่วโมงการใช้งานของหลอดใน 1 วัน = 14 ชม.

แทนค่าในสูตรจะได้ $F = (1,000 \times 8)/(1.5 \times 14)$

= 381 วัน = 1 ปี 15 วัน

ดังนั้นหลอดไฟสามารถใช้งานได้ 381 วัน หรือ 1 ปี 15 วัน จึงจะต้องทำการเปลี่ยนหลอดไฟ

****

บทที่ 8
แบตเตอรี่

****

แบตเตอรี่ที่ใช้กับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นแหล่งเก็บและจ่ายพลังงานไฟฟ้า โดยจะมีลักษณะการทำงาน คือ ในเวลากลางวันเมื่อพลังงานจากแสงอาทิตย์มาตกกระทบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงที่ตกกระทบให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงแล้วส่งมาเก็บประจุลงในแบตเตอรี่ ดังนั้นในเวลากลางวันแบตเตอรี่จะถูกประจุกระแสไฟฟ้าไว้เต็มที่เพื่อไว้ใช้งานในเวลากลางคืน สำหรับในเวลากลางคืนเมื่อหมดแสงอาทิตย์แล้ว แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการทำงาน จึงไม่สามารถส่งกระแสไฟฟ้ามาประจุในแบตเตอรี่ได้ ดังนั้นแบตเตอรี่ที่ถูกเก็บประจุกระแสไฟฟ้าไว้ในเวลากลางวันก็จะถูกนำมาใช้งานโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตะเกียงพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นจึงทำให้ตะเกียงของกระโจมไฟไฟติดในเวลากลางคืน และเมื่อกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ถูกใช้งานไปในเวลากลางคืนจึงทำให้ประจุลดลง แต่เมื่อเวลาตอนเช้ามีแสงอาทิตย์แบตเตอรี่ก็จะถูกประจุกระแสไฟฟ้าให้เต็มตามเดิม ซึ่งจะทำงานเช่นนี้ตลอดไป จึงทำให้แบตเตอรี่ใช้งานได้ตลอดอายุการใช้งาน

8.1 <u>คุณลักษณะสำคัญของแบตเตอรี่ที่ใช้กับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์</u>

8.1.1 เป็นแบตเตอรี่แบบ Valve Regulate Lead-acid ที่ออกแบบมาใช้งานกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ

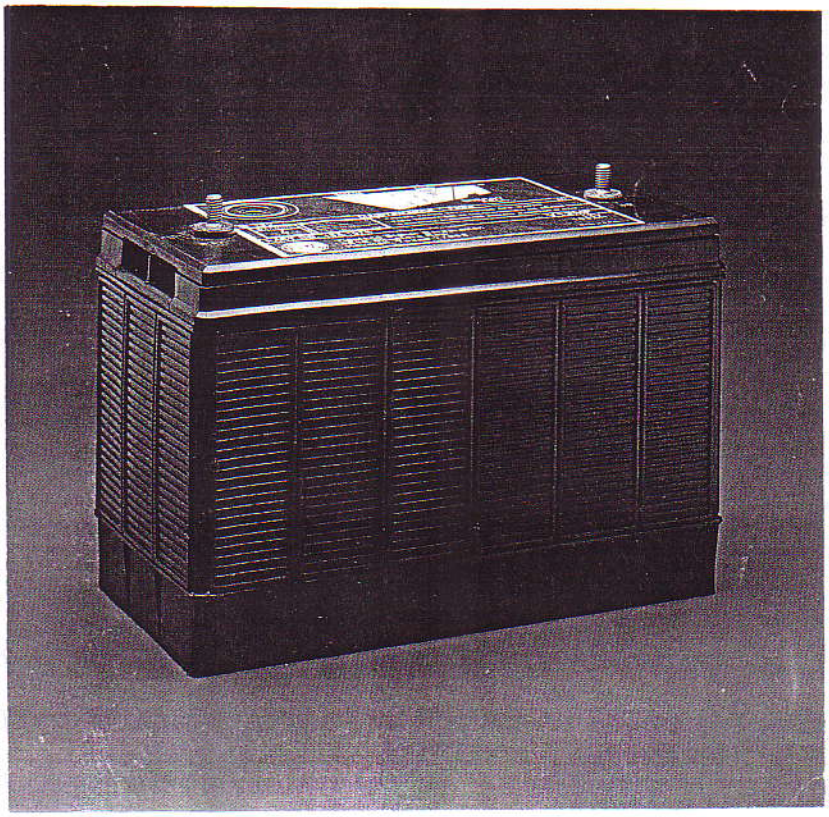
8.1.2 ไม่ต้องเติมน้ำกรดและน้ำกลั่นตลอดอายุการใช้งาน

8.1.3 มีอายุการใช้งานประมาณ 4 ปี หลังจากนั้นแบตเตอรี่จะเริ่มเสื่อมคุณภาพ เก็บกระแสไฟฟ้าไม่อยู่

8.1.4 อุณหภูมิขณะประจุ 20°C ถึง 25°C

8.1.5 อุณหภูมิขณะคลายประจุ 40°C ถึง 55°C

8.1.6 ขนาดแรงดันไฟฟ้า 12 Volts และความจุแบตเตอรี่ 100 Ampere-Hour หรือ 105 Amperes-Hour



รูปที่ 43. แบตเตอรี่ที่ใช้กับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

8.2 โครงสร้างของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้งานจะมีโครงสร้างเป็นส่วนประกอบใหญ่ ๆ ดังนี้

8.2.1 เซลล์ (Cells) คือ ส่วนที่บรรจุน้ำกรดเจือจางและแผ่นตะกั่ว ทำจากยางแข็งหรือพลาสติก เป็นที่ที่น้ำกรดทำปฏิกริยาทางเคมีกับตะกั่ว แบตเตอรี่แต่ละลูกจะมีอยู่หลายเซลล์ต่ออนุกรมกันอยู่ภายในเพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการจะนำไปใช้งาน แบตเตอรี่ที่มีประจุไฟเต็มแต่ละเซลล์จะมีแรงดันไฟฟ้า 2.1 โวลท์ ดังนั้นถ้าแบตเตอรี่ลูกหนึ่งมี 3 เซลล์ ก็จะมีแรงดันไฟฟ้ารวมเป็น 6.3 โวลท์ และถ้ามี 6 เซลล์ ก็จะมีแรงดันไฟฟ้ารวมเป็น 12.6 โวลท์ ในแต่ละเซลล์ซึ่งกั้นเป็นช่อง ๆ นี้ จะเป็นช่องสำหรับเติมน้ำกลั่นหรือน้ำยาอิเลคโตรไลท์และมีฝาปิดอยู่แต่ละช่อง

8.2.2 แผ่นตะกั่ว (Plates) มีอยู่ 2 ชนิด คือ แผ่นบวกและแผ่นลบ ทำเป็นแผ่นซี่ตาราง แผ่นบวกทำมาจากตะกั่วเปอร์ออกไซด์ แผ่นลบทำมาจากตะกั่วธรรมดา แผ่นตะกั่วนี้จะถูกเคลือบไว้ด้วยสารที่มีคุณสมบัติเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ได้ ในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นบวกและแผ่นลบเรียงสลับกันอยู่เป็นจำนวนหลายแผ่น แต่จะมีแผ่นลบมากกว่าแผ่นบวก 1 แผ่น ดังนั้นในแต่ละเซลล์จะมีแผ่นลบประกบปิดหัวท้ายอยู่เสมอ สารที่เคลือบอยู่ที่แผ่นบวกมีคุณสมบัติยึดเกาะได้น้อย จึงหลุดร่วงได้ง่าย เพื่อป้องกันการหลุดร่วงนี้จึงต้องมีแผ่นไฟเบอร์กลาสกันไว้ทั้ง 2 หน้า

8.2.3 แผ่นกั้น (Separators) เพื่อป้องกันการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าอันเนื่องมาจาก แผ่นบวกและแผ่นลบล้ดวงจร จึงมีแผ่นกั้นสอดอยู่ระหว่างแผ่นบวกและแผ่นลบ เพื่อไม่ให้แผ่นตะกั่วทั้ง 2 แตะกันได้ แผ่นกั้นนี้ทำจากไม้ ยางแข็ง หรือไฟเบอร์กลาส ทำเป็นแผ่นมีร่องเล็ก ๆ แคบ ๆ และเป็นรูพรุน เพื่อให้น้ำยาอิเลคโตรไลท์สามารถไหลผ่านไปมาได้

8.2.4 น้ำยาอิเลคโตรไลท์ (Electrolyte) สารละลายที่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่ เป็นส่วนผสมของน้ำกลั่น 60.8 % และกรดกำมะถัน 39.2 % เมื่อผสมกันแล้วจะได้น้ำกรดกำมะถันเจือจาง ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.26 ที่อุณหภูมิ 20°C พลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารที่เคลือบแผ่นตะกั่วและน้ำยาอิเลคโตรไลท์นี้

8.3 ปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อคายประจุ

พฤติกรรมภายในแบตเตอรี่ มีผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีของน้ำกรดกำมะถันเจือจางกับแผ่นตะกั่ว เมื่อนำเอางานมาต่อเข้ากับแบตเตอรี่เพื่อให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานให้ทำงาน ตะกั่วทั้งแผ่นบวกและแผ่นลบจะมีเกลือของกำมะถันมาจับทำให้กลายเป็นตะกั่วซัลเฟรต เนื่องจากปฏิกิริยาเช่นนี้ กรดกำมะถันก็จะค่อย ๆ เจือจางลงมากขึ้นกลายเป็นน้ำธรรมดา ผลที่เกิดขึ้นก็คือ แบตเตอรี่จะคายประจุ และค่าความถ่วงจำเพาะของกรดกำมะถันต่ำลง

8.4 ปฏิกิริยาทางเคมีของแบตเตอรี่เมื่อทำการประจุ

แบตเตอรี่หลังจากการใช้งานไปชั่วระยะหนึ่งประจุไฟจะน้อยลง จำเป็นจะต้องนำไปทำการประจุไฟใหม่จากแหล่งกำเนิดพลังไฟฟ้า คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ เกลือกำมะถันที่เกาะตัวอยู่กับแผ่นตะกั่ว จะแยกตัวออกละลายปนกับน้ำ ทำให้น้ำกรดในแบตเตอรี่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เป็นกรดกำมะถันเจือจาง และค่าความถ่วงจำเพาะก็เพิ่มขึ้น

8.5 ความจุของแบตเตอรี่

ความจุของแบตเตอรี่ คือ ตัวกำหนดว่าแบตเตอรี่ลูกนั้นมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างไร โดยจะบอกอัตราการจ่ายกระแสไฟของแบตเตอรี่ลูกนั้นต่อชั่วโมง เช่น แบตเตอรี่ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง โดยจะเทียบอัตราส่วนภายใน 20 ชั่วโมง หมายความว่า แบตเตอรี่ที่มีความจุ 100 แอมแปร์ จะมีความสามารถจ่ายกระแสไฟได้สูงสุด 5 แอมแปร์ เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง

แบตเตอรี่ที่มีประจุอยู่เต็ม หากทิ้งไว้โดยไม่มีการใช้งาน มักจะมีการคายประจุออก เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นภายในเซลล์แบตเตอรี่อย่างช้า ๆ ซึ่งเรียกว่า "การคายประจุโดยตัวเอง" (Self discharging) ปฏิกิริยาการคายประจุโดยตัวเองนี้ จะทำให้แบตเตอรี่สูญเสียพลังงานไปวันละประมาณ 0.5 % ที่อุณหภูมิ 25°C และวันละประมาณ 1 % ที่อุณหภูมิ 30°C ดังนั้นจึงควรจะนำแบตเตอรี่ที่ไม่มีการใช้งานไปทำการประจุใหม่ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อให้แบตเตอรี่มีประจุเต็มอยู่เสมอ และเพื่อป้องกันการเกาะตัวของเกลือกำมะถันที่จะไปจับที่แผ่นตะกั่ว ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลูกนั้นลดลง และเป็นการยากที่จะแก้ไขให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้

8.6 การต่อพ่วงแบตเตอรี่

ในการต่อพ่วงแบตเตอรี่ที่จะนำไปใช้งานกับตะเกียงที่มีกำลังงานมาก ๆ และต้องใช้แบตเตอรี่มากกว่า 1 ลูก ขึ้นไป ให้นำแบตเตอรี่มาต่อพ่วงกัน โดยแบตเตอรี่ที่นำมาต่อพ่วงกันจะต้องมีขนาดแรงดันไฟฟ้าและความจุของแบตเตอรี่ต้องเท่ากัน (แบตเตอรี่ที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้าและความจุไม่เท่ากัน ห้ามนำมาต่อพ่วงกันโดยเด็ดขาด)

การนำแบตเตอรี่มาต่อขนานกัน แรงดันไฟฟ้าที่ได้รับจากแบตเตอรี่แต่ละลูกจะได้เพียงครึ่งเดียว ซึ่งก็เปรียบเสมือนว่า มีแรงดันไฟฟ้าเพียงจากแบตเตอรี่ลูกเดียว แต่กระแสไฟฟ้าจะไหลออกมาจากแบตเตอรี่ทั้ง 2 ลูก พร้อมกัน ทำให้มีความสามารถในการจ่ายกำลังงานออกมาได้เพิ่มเป็น 2 เท่า นั่นก็คือ จะมีความจุเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า การต่อแบตเตอรี่แบบขนานจะสามารถใช้งานได้เป็นเวลานาน 2 เท่า

สำหรับในการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม ความจุของแบตเตอรี่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า การใช้งานแบตเตอรี่ก็จะได้เวลาเพียงเท่ากับแบตเตอรี่ลูกเดียว

การต่อแบตเตอรี่ทั้ง 2 แบบนี้ ก็เพื่อจุดประสงค์ในการใช้งานที่แตกต่างกัน แต่การนำไปใช้งานกับตะเกียงที่มีกำลังงานมาก ๆ ให้นำแบตเตอรี่มาต่อขนานกัน เพื่อจะได้มีความจุเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และสามารถใช้งานได้นานเป็น 2 เท่า

8.7 ข้อควรระวังในการใช้งานและการบำรุงรักษาแบตเตอรี่

8.7.1 อย่าทำการประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ด้วยขนาดกระแสที่มากเกินไป การประจุไฟด้วยขนาดกระแสที่มากเกินไป จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นสูงที่แบตเตอรี่ เป็นเหตุให้น้ำยาอิเลคโตรไลท์กลายเป็นไอและเกิดแก๊สไฮโดรเจนมาก เกิดปฏิกิริยาทางเคมีอย่างรุนแรง เป็นเหตุให้แผ่นตะกั่วเกิดการบิดตัว สารที่เคลือบไว้หลุดร่วง และเปลือกแบตเตอรี่เกิดความเสียหาย

8.7.2 อย่าปล่อยให้แบตเตอรี่คายประจุออกมากเกินไป การปล่อยให้แบตเตอรี่คายประจุออกจนหมดจะทำให้เกิดเกลือกำมะถันไปจับที่แผ่นตะกั่ว การที่มีเกลือกำมะถันไปจับแผ่นตะกั่วมาก ๆ จะทำให้ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ลดลง และการแก้ไขให้คืนสู่สภาพปกติทำได้ยาก

8.7.3 ระวังรักษาขั้วแบตเตอรี่ให้สะอาดและแน่นอยู่เสมอ หากมีเกลือกำมะถันจับอยู่ที่ขั้ว ให้ใช้น้ำร้อนล้างทำความสะอาด และควรเคลือบขั้วแบตเตอรี่ด้วยจารบีซิลิคอน หรือวาสลิน เพื่อป้องกันการสึกกร่อน

8.7.4 ทำการตรวจสอบความถ่วงจำเพาะตามระยะเวลา กรณีที่เป็นแบตเตอรี่ชนิดเติมน้ำกลั่น และรักษาให้ระดับน้ำยาอิเลคโตรไลท์อยู่เหนือแผ่นตะกั่ว 10 - 15 มม. เสมอ หากทิ้งให้แผ่นตะกั่วแห้งเป็นเวลานานจะทำให้ประสิทธิภาพของแผ่นตะกั่วเสื่อมลง ความจุของแบตเตอรี่จะลดลงด้วย หากน้ำยาพร่องให้เติมด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์

8.7.5 อย่าปล่อยให้แบตเตอรี่มีการคายประจุด้วยกระแสจำนวนมากเป็นเวลานานติดต่อกัน

8.7.6 อย่าทำให้เกิดประกายไฟหรือนำเปลวไฟเข้ามาใกล้แบตเตอรี่ในขณะทำการประจุไฟ เนื่องจากในขณะทำการประจุไฟจะมีแก๊สไฮโดรเจนเกิดขึ้น แก๊สไฮโดรเจนนี้เป็นสารไวไฟ หากมีประกายไฟหรือเปลวไฟอยู่ใกล้ จะทำให้เกิดการระเบิดขึ้น

8.7.7 เมื่อไม่ได้มีการใช้งานแบตเตอรี่เป็นเวลานาน ให้ปลดขั้วแบตเตอรี่ออก และนำแบตเตอรี่ไปทำการประจุไฟให้เต็มทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้แบตเตอรี่เกิดการเสื่อมสภาพ

8.7.8 แบตเตอรี่ใหม่ที่ยังไม่มีการเติมน้ำยาอิเลคโตรไลท์มา เมื่อจะทำการประจุไฟ ให้เติมน้ำยาอิเลคโตรไลท์ แล้วทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 ชั่วโมง เพื่อให้แผ่นตะกั่วได้อาบน้ำยาจนอิ่มตัวแล้ว จึงทำการประจุไฟด้วยกระแสประมาณ 3 - 5 แอมแปร์ (หรือ 1 ใน 10 ของความจุ) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง

8.8 สาเหตุที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อม

8.8.1 การประจุไฟมากเกินไป (Over charging) ทำให้เกิดผลเสียหายดังต่อไปนี้

ก. ทำให้เกิดการสึกกร่อนของตะแกรงแผ่นบวก พร้อมกันนั้นจะเกิดแก๊สขึ้นมากมาย เกิดการสูญเสียสารที่เก็บประจุไฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแผ่นบวก

ข. อุณหภูมิของแบตเตอรี่สูง ในบางกรณีอุณหภูมิจะถึงจุดที่ร้อนเกินขนาด นั่นคือเกิน 50°C ผลของอุณหภูมิสูงนี้ จะทำลายแผ่นตะกั่วทั้งแผ่นบวกและแผ่นลบ รวมไปถึงแผ่นกั้นด้วย

ค. ในบางครั้งทำให้แผ่นตะกั่วเกิดการโค้งงอ

ง. น้ำยาอิเลคโตรไลท์แปรสภาพเป็นแก๊ส ทำให้สูญเสียระดับของน้ำยา

จ. อายุการใช้งานของแบตเตอรี่สั้นลง

8.8.2 การประจุไฟน้อยเกินไป (Under charging) ทำให้เกิดผลเสียหายดังต่อไปนี้

ก. จะเกิดตะกอนขาวที่ส่วนล่างของหม้อแบตเตอรี่ ถ้ามีมากจะทำให้เกิดการลัดวงจรได้ง่าย

ข. แผ่นตะกั่วจะเกิดการโค้งงอ

8.8.3 การลัดวงจรภายในแบตเตอรี่ (Short circuit) สาเหตุของการลัดวงจรอาจเกิดจาก

ก. การแตกหักของแผ่นกั้นระหว่างแผ่นบวกและแผ่นลบ

ข. เกิดจากตะกอนขาวที่อยู่ส่วนล่างของหม้อแบตเตอรี่มีมากเกินไป

8.8.4 เกิดเกลือกำมะถันจับ (Sulfation) เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

ก. ตั้งแบตเตอรี่ไว้นาน ๆ โดยไม่มีการนำไปใช้งานจะเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ

ข. ไม่มีการซ่อมแซมเมื่อปรากฏว่ามีความผิดปกติขึ้นภายในแต่ละช่องของแบตเตอรี่

ค. เติมน้ำยาอิเลคโตรไลท์เข้าไปในกรณีที่ต้องเติมน้ำกลั่น

ง. แบตเตอรี่มีอุณหภูมิสูงเกินไป

จ. เกิดการประจุไฟไม่เพียงพอ

8.8.5 มีสารที่เป็นอันตรายต่อแผ่นธาตุอยู่ในหม้อแบตเตอรี่ (Impurity) สารที่เป็นอันตรายต่อแผ่นธาตุ คือ เหล็ก เกลือ ฯลฯ ซึ่งเกิดขึ้นมาจาก

ก. น้ำยาอิเลคโตรไลท์ที่เติมเข้าไปไม่บริสุทธิ์

ข. เกิดมาจากขณะทำแผ่นธาตุ

ค. อาจมาจากการอัดหม้อแบตเตอรี่

8.9 วิธีการหาอัตราการใช้กระแสไฟของแบตเตอรี่

8.9.1 กรณีเป็นไฟวับ-วาบ

กรณีเป็นไฟวับ-วาบ เราต้องทราบข้อมูลอัตราของกระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. ขนาดกระแสของหลอดไฟที่ใช้

ข. คาบเวลาส่วางของไฟ ว่าในคาบเวลานั้นกินกระแสไฟเท่าใด ซึ่งหาได้จากตารางข้างล่าง

ค. ค่ากระแสของ Flasher/Lampchanger ที่ใช้ต่อวัน จะมีค่าประมาณ 0.2 AH/day

ง. ค่ากระแสของ Sunswitch มีค่าประมาณ 0.00848 A.

SURGE FACTOR TABLE

Lamp Current (amps)	Contact Closure (seconds)													
	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
.25	0.5	0.8	.10	.13	.15	.18	.20	.23	..25	28	.40	.53	.65	.78
.46	.08	.13	.17	.22	.26	.31	.35	.40	.45	.49	.72	.95	1.18	1.41
.50	.10	.15	.19	.24	.29	.34	.39	.44	.49	.54	.79	1.04	1.29	1.54
.55	.10	.16	.21	.27	.33	.38	.44	.49	.55	.60	.88	1.15	1.43	1.70
.70	.12	.19	.26	.33	.40	.47	.54	.61	.68	.75	1.10	1.45	1.80	2.15
.77	.13	.21	.29	.37	.45	.52	.60	.68	.76	.83	1.22	1.60	1.99	2.37
.92	.15	.25	.34	.43	.53	.62	.71	.80	.89	.99	1.45	1.91	2.37	2.83
1.00	.17	.27	.37	.47	.57	.67	.77	.87	.97	1.07	1.57	2.07	2.57	3.07
1.15	.19	.31	.43	.54	.66	.77	.89	1.00	1.12	1.23	1.81	2.38	2.96	3.53
1.40	.24	.38	.52	.66	.80	.94	1.08	1.22	1.36	1.50	2.20	2.90	3.60	4.30
2.00	.32	.54	.74	.96	1.15	1.36	1.56	1.76	1.96	2.16	3.16	4.16	5.16	6.16
2.03	.33	.55	.77	.96	1.17	1.37	1.57	1.77	1.98	2.18	3.19	4.21	5.22	6.24
3.00	.50	.82	1.12	1.42	1.73	2.03	2.33	2.63	2.93	3.23	4.73	6.23	7.73	9.23
3.05	.50	.84	1.16	1.46	1.77	2.08	2.38	2.69	2.99	3.30	4.82	6.35	7.87	9.40
5.00	.81	1.37	1.90	2.40	2.90	3.40	3.90	4.40	4.90	5.40	7.90	10.40	12.90	15.40

ตารางที่ 2 SURGE FACTOR

ตัวอย่าง กระโจมไฟแห่งหนึ่งติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มีลักษณะไฟ 0.4 + 0.5 + 0.4 + 0.5 + 1.2 + 12.0 = 15 วินาที หลอดไฟที่ใช้ 12 V. 3.0 A. จงหาอัตราการใช้แบตเตอรี่ต่อวัน

วิธีหา ก. หาจำนวนของกระแสไฟที่คาบเวลาสว่าง

จากตาราง SURGE FACTOR ของหลอดไฟขนาด 3.0 A. จะได้จำนวนของกระแสไฟที่คาบสว่างดังนี้

ที่คาบเวลาสว่าง 0.4 วินาที = 1.42 amp sec

ที่คาบเวลาสว่าง 0.4 วินาที = 1.42 amp sec

ที่คาบเวลาสว่าง 1.2 วินาที = 4.05 amp sec (1.0 วินาที = 3.23 และ 0.2 = 0.82 ดังนั้นที่คาบเวลาสว่าง 1.2 วินาที = 3.23 + 0.82)

รวมกระแสไฟที่คาบเวลาสว่าง = (1.42 + 1.42 + 4.05)

= 6.89 amp sec

ดังนั้นจำนวนกระแสของหลอดไฟที่ใช้ในคาบเวลารวม (สว่าง + มืด) = 6.89 amp sec/ 15 sec

= 0.46 amp

และใน 1 วัน (คิด 14 ช.ม.) หลอดไฟจะกินกระแส = 0.46 x 14 = 6.44 AH/day

ข. ค่ากระแสของ Flasher/Lampchanger ที่ใช้ต่อวัน = 0.2 AH/day

ค. ค่ากระแสของ Sunswitch มีค่า = 0.00848 A. x ชั่วโมงการทำงาน

= 0.00848 x 10

= 0.0848 AH/day

ดังนั้นรวมกระแสไฟของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ต่อวัน = 6.44 + 0.2 + 0.0848

= 6.7248 AH/day

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่ากระโจมไฟแต่ละแห่งจะกินกระแสไฟน้อยมากในแต่ละวัน ดังนั้นการใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V. 105 AH จำนวน 1 ลูก จึงเพียงพอต่อการใช้งาน และในกรณีที่ไม่มีแสงแดดภายใน 15 วัน (แผงเซลล์จะไม่ทำการประจุกระแสเข้าแบตเตอรี่) แบตเตอรี่ก็ยังสามารถใช้งานจ่ายกระแสไฟให้ตะเกียงได้ภายใน 15 วัน (6.7248 AH/day x 15 day = 100.87 AH)

8.9.2 **กรณีเป็นไฟนิ่ง**

สำหรับกรณีไฟนิ่งนั้นจะใช้กับตะเกียงแบบเลนส์หมุน คือ หลอดไฟจะติดเป็นไฟนิ่งอยู่ตลอดเวลา และตัวเลนส์จะหมุนไปเพื่อให้เกิดเป็นจังหวะไฟวับ-วาบ ดังนั้นเราต้องทราบข้อมูลอัตราของกระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. ขนาดกระแสของหลอดไฟที่ใช้

ข. ค่ากระแสของ Lampchanger ที่ใช้ในแต่ละวัน จะมีค่าประมาณ 0.2 AH/day

ค. ค่ากระแสของ Sunswitch มีค่าประมาณ 0.00848 A.

ง. ค่ากระแสของ Motor มีค่าประมาณ 0.055 A.

จ. ค่ากระแสของ Drive current มีค่าประมาณ 0.0214 A.

ตัวอย่าง ประภาคารแห่งหนึ่งติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเลนส์หมุน หลอดไฟที่ใช้เป็นหลอดฮาโลเจนขนาด 12 V. 9.0 A. จงหาอัตราการใช้แบตเตอรี่ต่อวัน

วิธีหา ก. ค่ากระแสของหลอดไฟที่ใช้ = ขนาดกระแสไฟของหลอด x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน

= 9.0 A. x 14

= 108 AH/day

ข. ค่ากระแสของ Lampchanger ที่ใช้ต่อวัน = 0.2 AH/day

ค. ค่ากระแสของ Sunswitch = ขนาดกระแสไฟ Sunswitch x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน

= 0.00848 x 10

= 0.0848 AH/day

ง. ค่ากระแสของ Motor = ขนาดกระแสไฟมอเตอร์ x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน

= 0.055 x 24

= 1.32 AH/day

จ. ค่ากระแสของ Drive current = ขนาดกระแสไฟ Drive current x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน

= 0.0214 x 14

= 0.3 AH/day

ดังนั้นรวมกระแสไฟของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานต่อวัน = 108 + 0.2 + 0.0848 + 1.32 + 0.3

= 109.90 AH/day

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่า ขนาดของกระแสไฟที่อุปกรณ์ใช้ในแต่ละวันประมาณ 109.90 AH การใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V. 105 AH จำนวน 1 ลูก จึงไม่เพียงพอต่อการใช้งานแต่ละวัน ดังนั้นเราจึงต้องนำแบตเตอรี่ขนาด 12 V. 105 AH จำนวน 2 ลูก มาต่อขนานกัน เพื่อให้อัตรากระแสไฟเพียงพอต่อการใช้งานแต่ละวัน

*** หมายเหตุ ***

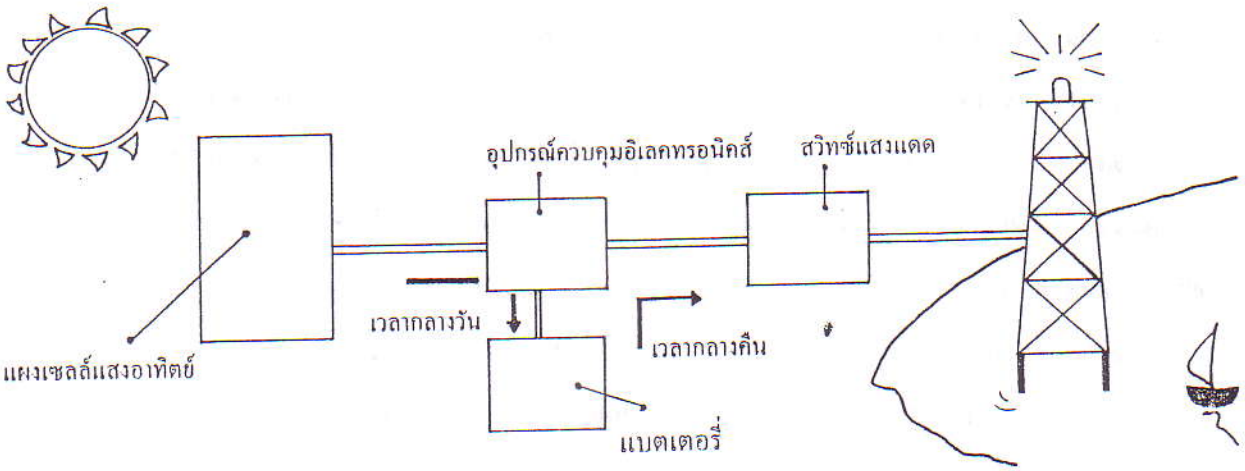
จำนวนชั่วโมงการทำงานของ Motor คิด 24 ชั่วโมง เนื่องจาก ตะเกียงชนิดเลนส์หมุน ตัวเลนส์เป็นแบบเลนส์ตาวัวที่นำมาประกอบกัน และมีจุด Focus รวมแสงอยู่ที่กึ่งกลางตัวเลนส์ หากตัวเลนส์อยู่นิ่งในเวลากลางวันจุด Focus นี้ จะรวบรวมแสงแดดมาอยู่ที่กึ่งกลางเลนส์และทำให้เกิดความร้อนขึ้น แล้วส่งผ่านไปยังหลอดไฟหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ภายในตัวตะเกียง ซึ่งความร้อนส่วนนี้จะสูงมาก และอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อหลอดไฟและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในตัวตะเกียงได้ ดังนั้นตัวเลนส์จึงต้องหมุนอยู่ตลอดเวลา

****

บทที่ 9
ระบบการทำงานของตะเกียง

****

9.1 ระบบการทำงานของตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่



ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งตามประภาคาร กระโจมไฟ และทุ่นไฟ ใช้ประโยชน์ช่วยในการเดินเรือในเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่ โดยอาศัยแสงไฟจากตัวตะเกียงเป็นที่หมายในการเดินเรือ แต่ระบบการทำงานของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะทำงานอยู่ตลอดเวลาทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน กล่าวคือ ในเวลากลางวันขณะที่มีแสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่รับพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ซึ่งอยู่ในรูปของคลื่นแสงเข้ามาที่ตัวเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วสารซิลิคอนชนิด N-Type และ P-Type ที่ประกอบอยู่ภายในตัวเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละอันจะทำปฏิกริยาทางเคมี โดยแปลงพลังงานของคลื่นแสงให้เป็นรูปของพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ถูกแปลงออกมาจะเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) มีค่าแรงดันไฟฟ้าประมาณ 12 - 16 Volts ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสว่างของดวงอาทิตย์ คือ ถ้าดวงอาทิตย์มีแสงแดดสว่างมาก จำนวนกระแสไฟฟ้าที่ถูกผลิตออกมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะมากตาม แต่ถ้าแสงแดดอ่อนก็จะเป็นผลทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาน้อยตามไปด้วย

สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ในเวลากลางวันจะถูกส่งนำไปประจุเข้าหม้อแบตเตอรี่ให้เต็มเพื่อรอใช้งานในเวลากลางคืน ในเวลากลางวันตะเกียงกระโจมไฟจะดับเนื่องจาก มีสวิตช์แสง

แดด (Sun switch) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ปิด-เปิดวงจร (ในขณะมีแสงแดดจะตัดวงจรและเมื่อหมดแสงแดดจะต่อวงจร) จะตัดวงจรกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่จ่ายไปยังเครื่องควบคุมจังหวะไฟ (Flasher) และเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ (Lampchanger) ดังนั้นจึงทำให้ไฟดับในเวลากลางวัน และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกนำไปประจุในแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว

เมื่อเวลาหมดแสงแดดแล้ว แผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ก็จะหยุดการทำงานไม่ผลิตกระแสไฟฟ้าไปประจุลงในแบตเตอรี่ ดังนั้นแบตเตอรี่ที่ถูกสะสมประจุไว้เต็มที่ในเวลากลางวันก็จะถูกนำมาใช้งานจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตะเกียงต่อไป โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าไปผ่านยังสวิตซ์แสงแดด ซึ่งขณะนี้เมื่อหมดแสงแดดแล้ว สวิตซ์แสงแดดจะทำหน้าที่ต่อวงจร จึงทำให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลไปยังเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ เมื่อเครื่องควบคุมจังหวะไฟได้รับกระแสไฟฟ้าแล้วก็จะทำหน้าที่กำหนดจังหวะของไฟให้เป็นสัญญาณไฟวับ-วาบ ต่าง ๆ ตามที่ตั้งไว้ แล้วส่งต่อไปจุดยังไส้หลอดไฟให้เกิดแสงสว่างของแสงไฟตามที่เราต้องการ เช่น ตั้งจังหวะของไฟเป็นไฟวับหมู่ทุก 12 วินาที (1.0 + 2.0 + 1.0 + 8.0 = 12.0 วินาที) เครื่องควบคุมจังหวะไฟก็จะทำหน้าที่เปิดและปิดจังหวะของไฟดังนี้ คือ ให้สว่าง 1.0 วินาที มืด 2.0 วินาที สว่าง 1.0 วินาที และมืด 8.0 วินาที เมื่อครบรอบเวลาแล้วจะมาเริ่มต้นใหม่ที่สว่าง 1.0 วินาที และเครื่องควบคุมจังหวะไฟจะกระทำสัญญาณไฟจังหวะเช่นนี้ตลอดไปอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้หลอดไฟติดและดับตามจังหวะไฟที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งชาวเรือได้อาศัยสัญญาณไฟนี้เป็นที่หมายช่วยในการเดินเรือ

สำหรับกระแสไฟที่จ่ายออกมาจากแบตเตอรี่ส่วนหนึ่งจะไหลไปยังเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ แต่เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะไม่ทำงานในขณะนี้ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะทำงานก็ต่อเมื่อหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ขาดหรือชำรุด เป็นเหตุทำให้ไฟดับ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟก็จะหมุนเปลี่ยนเอาหลอดไฟที่อยู่ในสภาพที่ดีมาแทนที่หลอดไฟที่ขาด จึงทำให้ไฟติดเป็นสัญญาณไฟตามปกติ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟนี้ก็จะหยุดทำงาน และจะทำงานอีกครั้งเมื่อหลอดไฟที่ใช้งานอยู่ขาด ก็จะหมุนเปลี่ยนหลอดไฟที่ดีขึ้นมาแทนที่ ซึ่งจะทำงานเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบจำนวนหลอดไฟที่มีสำรองอยู่ เมื่อหลอดไฟที่ใช้งานและหลอดไฟที่สำรองอยู่ขาดหมดทุกหลอดแล้ว เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟก็จะทำการหมุนตรวจสอบหาหลอดไฟที่อยู่ในสภาพที่ดีอีกครั้งจำนวน 1 รอบ เมื่อหมุนครบจำนวน 1 รอบ แล้วไม่พบหลอดไฟที่ดีที่สามารถใช้งานได้ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟก็จะทำการตัดกระแสไฟออกจากวงจร และขณะที่ตัดวงจรออกนี้หน้า Contact ของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะไม่สัมผัสกับหลอดไฟ ดังนั้นเมื่อเราทำการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่แล้ว จะต้องทำการผลักหมุนเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟให้หน้า Contact สัมผัสกับหลอดไฟ จึงจะทำให้ไฟติดเป็นปกติ

อนึ่งสำหรับในเวลากลางคืนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการทำงาน แต่วงจรการทำงานยังคงต่อไว้กับแบตเตอรี่ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ก็สามารถไหลย้อนกลับมาเข้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เราจึงต้องป้องกันโดยการติดตั้ง Blocking Diode ไว้ที่ตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งตัว Blocking Diode นี้จะทำหน้าหน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลย้อนกลับมาเข้าสู่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในเวลากลางคืนได้

เมื่อเวลาเช้าเริ่มมีแสงแดด สวิตซ์แสงแดดก็จะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับเครื่องควบคุมจังหวะไฟ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ และหลอดไฟออกจากวงจร จึงทำให้ไฟดับในเวลากลางวัน และแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ ก็จะเริ่มทำงานประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ใหม่ หลังจากที่ได้ใช้กระแสไฟฟ้าหมดไปในตอนกลางคืน และแบตเตอรี่จะถูกประจุกระแสไฟฟ้าให้เต็มหม้อในเวลากลางวันเพื่อสำรองไว้ใช้ในเวลากลางคืนต่อไป ซึ่งลักษณะการทำงานของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะกระทำเช่นนี้อย่างต่อเนื่องตลอดไป

9.2 ระบบการทำงานของตะเกียงแบบเลนส์หมุน

ระบบการทำงานของตะเกียงแบบเลนส์หมุนจะแตกต่างกับตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่ คือ ตัวเลนส์จะหมุนอยู่รอบหลอดไฟที่ติดเป็นไฟนิ่ง จึงทำให้เกิดเป็นจังหวะไฟวับ-วาบ โดยมีระบบการทำงานดังนี้ คือเมื่อหมดแสงแดด สวิตซ์แสงแดดจะทำการต่อวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จ่ายไปยังหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวตะเกียง โดยหลอดไฟจะติดเป็นไฟนิ่งและตัวเลนส์จะหมุนรอบหลอดไฟด้วยอัตราความเร็วที่คงที่ ซึ่งขณะที่เลนส์หมุนอยู่รอบหลอดไฟก็จะทำให้เกิดเป็นจังหวะไฟวับ-วาบ ตามอัตราความเร็วของตัวเลนส์ที่หมุนไป เช่น ใช้เลนส์ชนิด 6 Panels มีอัตราความเร็วในการหมุนของเลนส์ 1 รอบ/นาที (RPM) จะได้จังหวะไฟเป็น 1 วับ ทุก 10 วินาที (F1.10 sec) สำหรับในเวลากลางวันสวิตซ์แสงแดดจะตัดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ จึงทำให้ไฟดับ แต่ตัวเลนส์ยังคงหมุนอยู่ตลอดเวลา สาเหตุที่ตัวเลนส์หมุนในเวลากลางวันเนื่องมาจากที่ตัวเลนส์จะมี Focus จุดรวมแสงอยู่ที่กึ่งกลางตัวเลนส์ หากตัวเลนส์หยุดนิ่งจุด Focus นี้จะทำการรวบรวมแสงแดดที่ส่องมาในตอนกลางวันมาไว้ที่จุด Focus แล้วส่องผ่านเข้าไปในตัวตะเกียง ซึ่งจุด Focus นี้เมื่อทำการรวบรวมแสงแดดเป็นจำนวนมากแล้วจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในตัวตะเกียง และจะเป็นผลทำให้หลอดไฟและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในตัวตะเกียงได้รับความเสียหายได้ ดังนั้นตัวเลนส์จึงต้องหมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

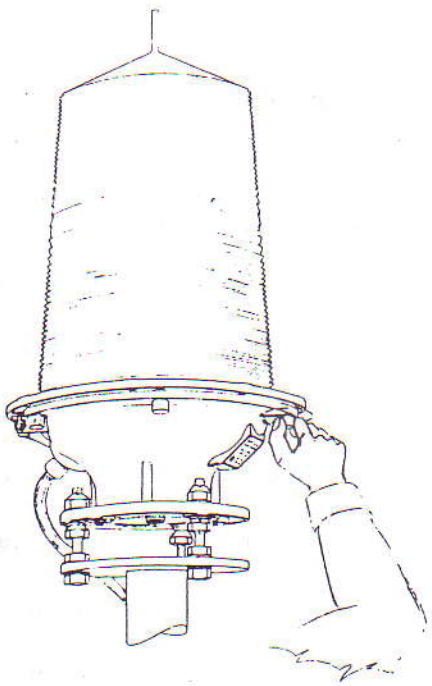
บทที่ 10
วิธีการเปิดตะเกียง

****

วิธีการเปิดตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อตรวจสอบและแก้ไขเครื่องควบคุมจังหวะไฟ, เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ, หลอดไฟ และสวิตซ์แสงแดด ซึ่งอยู่ภายในตะเกียงนั้น หากการเปิดตัวเรือนตะเกียงไม่ถูกต้อง เช่น เปิดโดยวิธีการคลายน็อตปะกับที่ยึดอยู่รอบเลนส์ แล้วยกเลนส์ออกมา และเมื่อประกอบกับเข้าที่เดิม อาจจะทำให้ตัวเลนส์ครอบไม่สนิท ละอองน้ำเข้าไปในตัวตะเกียงได้ หรือเวลากวดน็อตปะกับบริเวณรอบขอบเลนส์อาจจะกวดแรงไปทำให้น็อตขาด ดังนั้นวิธีการเปิดตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกต้อง ให้ปฏิบัติดังนี้

10.1 <u>การเปิดตะเกียง ML-300</u>

ก. คลายน็อตสกรูที่อยู่บริเวณใต้รอบฐานตัวเรือนตะเกียงออกโดยหมุนไปทางซ้าย ดังรูป

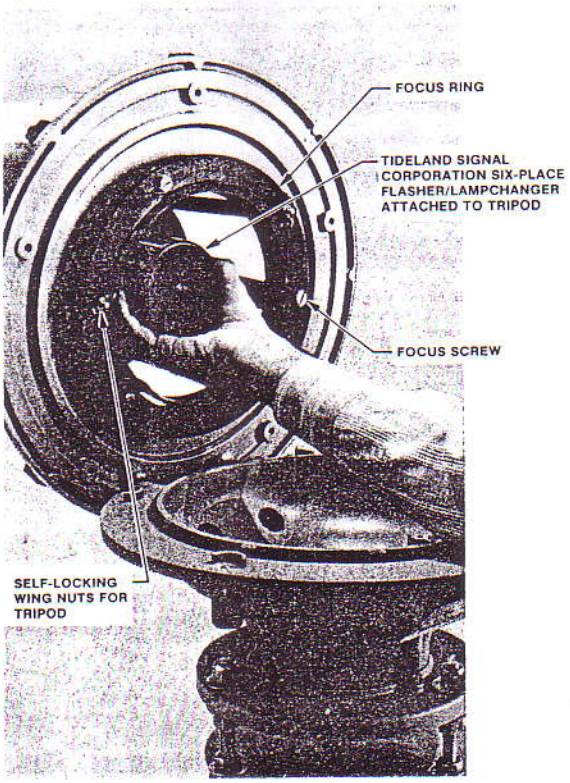


รูปที่ 44. วิธีการเปิดตัวเรือนตะเกียง ML-300

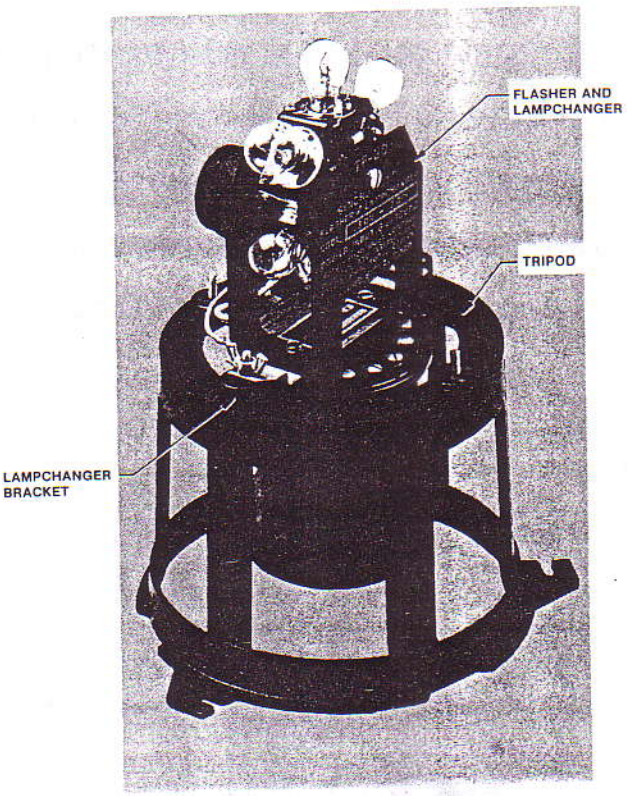
ข. ผลักตัวเลนส์ไปทางด้านหลัง เมื่อผลักตัวเลนส์ไปแล้วตัวเลนส์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับฐานรองรับตัวเรือนตะเกียง

ค. คลายน็อตสกรูที่ฐาน (self-locking wing Nuts for Tripod) สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกเล็กน้อยเพื่อให้หลวมตัว จากนั้นให้หมุนฐานสำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟไปทางขวาเพื่อให้หลุดจากล็อค เสร็จแล้วจึงยกฐานสำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกมาตรวจสอบภายนอก ดังรูป

ง. เมื่อดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ให้ประกอบกับเข้าที่เดิมตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 45. การถอดเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ

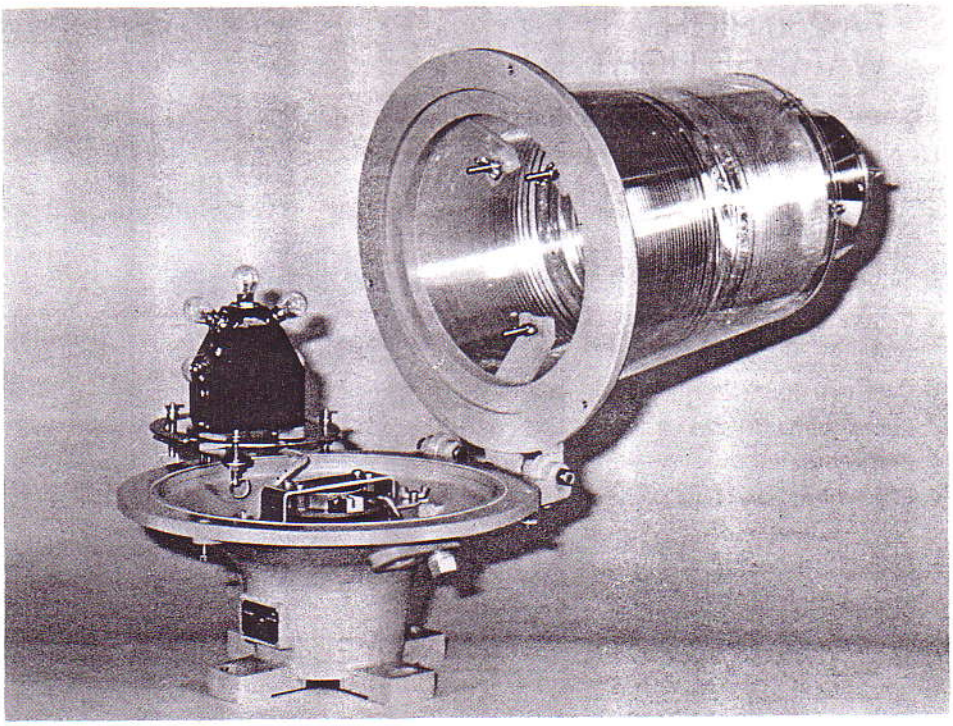


รูปที่ 46. เครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ภายในเรือนตะเกียง

10.2 การเปิดตะเกียง FA-250

ก. คลายน็อตสกรูที่อยู่บริเวณใต้รอบฐานตัวเรือนตะเกียงออกโดยหมุนไปทางซ้าย เสร็จแล้วผลักตัวเลนส์ไปทางด้านหลัง เมื่อผลักตัวเลนส์ไปแล้วตัวเลนส์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับฐานรองรับตัวเรือนตะเกียง

ข. คลายน็อตสกรูสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจำนวน 3 ตัว ออกเล็กน้อย เพื่อให้หลวมตัว จากนั้นให้หมุนฐานสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟไปทางขวา เพื่อให้หลุดจากล็อค เสร็จแล้วจึงยกฐานสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกมาตรวจสอบภายนอก ดังรูป



รูปที่ 47. อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตะเกียงรุ่น FA-250

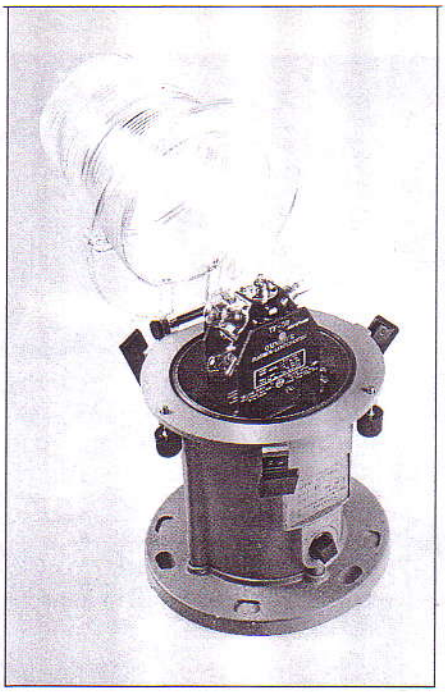
10.3 <u>การเปิดตะเกียง ML-155 และ ML-140</u>

ก. ปลดล็อคที่บังคับตัวเลนส์กับฐานรองรับตัวเรือนตะเกียงออก

ข. คลายน็อตสกรูที่อยู่บริเวณใต้รอบฐานตัวเรือนตะเกียงออกโดยหมุนไปทางซ้าย

ค. ผลักตัวเลนส์ไปทางด้านหลัง เมื่อผลักตัวเลนส์ไปแล้วตัวเลนส์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับฐานรองรับตัวเรือนตะเกียง

ง. คลายน็อตสกรูที่ฐาน (self-locking wing Nuts for Tripod) สำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกเล็กน้อยเพื่อให้หลวมตัว จากนั้นให้หมุนฐานสำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟไปทางขวาเพื่อให้หลุดจากล็อค เสร็จแล้วจึงยกฐานสำหรับติดตั้งเครื่องควบคุมจังหวะไฟและเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกมาตรวจสอบภายนอก ดังรูป



รูปที่ 48. วิธีการเปิดตัวเรือนตะเกียง ML-155 และ ML-140

10.4 การเปิดตะเกียง LBEA-155

ก. คลายน็อตสกรูที่อยู่บริเวณขอบเลนส์ด้านบนจำนวน 3 ตัว ออก

ข. ผลักตัวเลนส์ไปทางด้านหลัง เมื่อผลักตัวเลนส์ไปแล้วตัวเลนส์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับฐานรองรับตัวเรือนตะเกียง

ค. คลายน็อตสกรูสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจำนวน 2 ตัว ออกเล็กน้อย เพื่อให้หลวมตัว จากนั้นให้หมุนฐานสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟไปทางขวา เพื่อให้หลุดจากล็อค เสร็จแล้วจึงยกฐานสำหรับติดตั้งเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟออกมาตรวจสอบภายนอก

****

บทที่ 11
วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์

****

การต่อวงจรของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหัวใจสำคัญของการทำงานของระบบนี้ เพราะถ้าหากเราต่อวงจรผิดพลาด จะทำให้ไฟไม่ติด หรือติดเป็นไฟนิ่ง และอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ ดังนั้นเราจำเป็นต้องศึกษาระบบการต่อวงจรอุปกรณ์และส่วนประกอบต่าง ๆ ให้เข้าใจ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับอุปกรณ์ในระบบประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์, เครื่องควบคุมจังหวะไฟ, เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ, สวิตซ์แสงแดด, หลอดไฟ และแบตเตอรี่

วงจรของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มี 2 ระบบ คือ

1. วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบดวงเดียว
2. วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น

11.1 วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบดวงเดียว

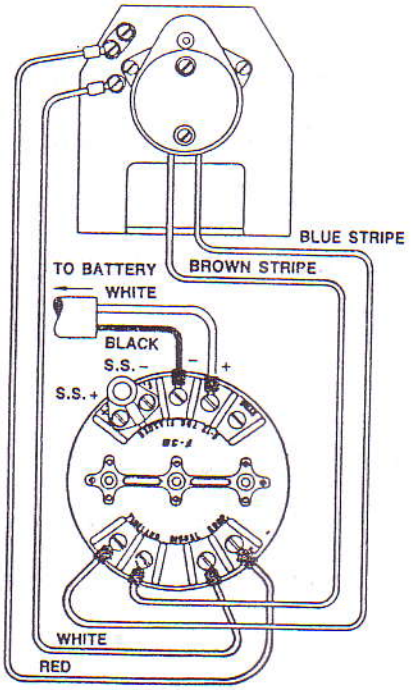
เป็นตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยทั่วไปที่ใช้ติดตั้งตามประภาคาร, กระโจมไฟ และทุ่นไฟ การต่อวงจรอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ต่อวงจรจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับแบตเตอรี่ โดยต่อจากขั้วบวกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ และต่อขั้วลบจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าขั้วลบของแบตเตอรี่

ข. ต่อวงจรจากแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องควบคุมจังหวะไฟ โดยขั้วบวกของแบตเตอรี่ต่อกับขั้วบวกของเครื่องควบคุมจังหวะไฟ และขั้วลบของแบตเตอรี่ต่อกับขั้วลบของเครื่องควบคุมจังหวะไฟ

ค. ต่อวงจรสวิตซ์แสงแดดเข้ากับวงจรของเครื่องควบคุมจังหวะไฟ โดยขั้วบวกของสวิตซ์แสงแดดต่อเข้ากับขั้วบวกของเครื่องควบคุมจังหวะไฟ และขั้วลบเข้ากับขั้วลบ (โดยปกติถ้าเป็นสวิตซ์แสงแดดที่ติดตั้งอยู่ภายในตัวเรือนตะเกียงจะติดตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว ถ้าเป็นสวิตซ์แสงแดดที่ติดตั้งอยู่ภายนอกตัวตะเกียงจะต้องดำเนินการต่อสายไฟตามที่กล่าวข้างต้น)

ง. วงจรที่ออกมาจากแผงเครื่องควบคุมจังหวะไฟ จำนวน 2 ชุด ให้นำไปต่อเข้ากับมอเตอร์ของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจำนวน 1 ชุด และนำไปต่อเข้ากับขา Contact จำนวน 1 ชุด โดยขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวก และขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ ตามรูป



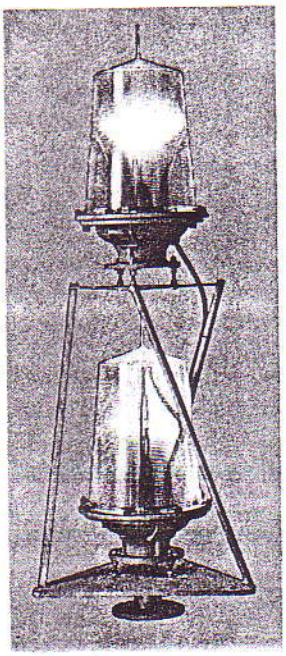
รูปที่ 49. วงจรระบบตะเกียงพลังงานแสงอาทิตย์แบบวงเดียว

*** ข้อควรระวัง ***

ในการต่อวงจรทุกครั้งจะต้องตรวจเช็คขั้วบวกและขั้วลบของอุปกรณ์ที่จะต่อให้ถูกต้องเสียก่อน เพราะถ้าหากต่อผิดขั้ว เช่น ต่อขั้วบวกเข้ากับขั้วลบที่จุดใดจุดหนึ่ง จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการลัดวงจรเสียหายได้

11.2 วงจรตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือสองชั้น

ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น เป็นตะเกียงที่ออกแบบมาเพื่อให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟสามารถมองเห็นได้ไกลยิ่งขึ้น ดังนั้นตัวเรือนตะเกียงและอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงมี 2 ชุด และแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีขนาดใหญ่กว่า หรือจำนวนแผงมากกว่า ส่วนแบตเตอรี่ที่ใช้งานจะใช้หนึ่งหม้อหรือหลายหม้อมาต่อขนานกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของกำลังวัตต์ของอุปกรณ์ที่ใช้



รูปที่ 50. ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น

การต่อวงจรของตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบสองดวงซ้อนกันหรือแบบสองชั้น ให้ปฏิบัติดังนี้

ก. ต่อวงจรจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับเบตเตอรี่ โดยขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวก และขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ

ข. ต่อวงจรจากแบตเตอรี่เข้ากับเครื่องควบคุมจังหวะไฟของตะเกียงดวงที่ 1 โดยขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วบวก และขั้วลบต่อเข้ากับขั้วลบ (ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่หลายหม้อ ให้นำหม้อแบตเตอรี่มาต่อขนานกันเสียก่อน)

บทที่ 12
การตรวจซ่อมบำรุง

****

การตรวจซ่อมบำรุงตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งตามประภาคาร กระโจมไฟ และทุ่นไฟ เมื่อกรณีขัดข้องจนเป็นเหตุทำให้ไฟดับ ให้ดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ส่วนประกอบต่าง ๆ โดยมีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

12.1 การตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้ดำเนินการตรวจสอบในเวลากลางวันขณะที่มีแสงแดด เนื่องจาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานโดยอาศัยแสงอาทิตย์เป็นหลัก หากตรวจสอบในเวลากลางคืนจะไม่สามารถตรวจสอบได้ เพราะแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการทำงาน สำหรับวิธีการตรวจสอบให้ปฏิบัติดังนี้

12.1.1 ให้ถอดน็อตที่ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์บริเวณ Junction Box ออก ซึ่งภายในจะพบจุดต่อขั้วบวก และขั้วลบที่ต่อมาจากเซลล์แสงอาทิตย์ และต่อไปยังแบตเตอรี่

12.1.2 ให้ถอดขั้วบวกหรือขั้วลบ ขั้วใดขั้วหนึ่งที่ต่อไปยังแบตเตอรี่ออก เพื่อทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ถ้าไม่ถอดขั้วใดขั้วหนึ่งที่ต่อไปยังแบตเตอรี่ออก จะทำให้แรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลมาที่ขั้วตลอดเวลา ไม่สามารถวัดค่าแรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้)

12.1.3 ใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์ (Volt meter) ตรวจสอบ โดยตั้งย่านการวัดที่ DC.volt และตั้งสเกลการวัดที่ 50 โวลท์ แล้วนำขั้วบวกของโวลท์มิเตอร์จับที่ขั้วบวกของจุดต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และขั้วลบของโวลท์มิเตอร์จับที่ขั้วลบของจุดต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วอ่านค่าที่เข็มของสเกลชี้

ก. ถ้าเข็มของสเกลชี้ที่ค่าประมาณ 12 - 16 โวลท์ แสดงว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานเป็นปกติและมีการประจุกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ (ค่าที่อ่านได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแสงอาทิตย์ว่า มีแสงแดดจัด หรือแสงแดดอ่อน)

ข. ถ้าเข็มของสเกลชี้ที่ค่าต่ำกว่า 12 โวลท์ ให้ตรวจสอบบริเวณขั้วว่าสกปรกหรือไม่ และมีซัลเฟรตจับหรือไม่ เพราะถ้าขั้วสกปรกหรือมีซัลเฟรตจับจะทำให้อ่านค่าได้ต่ำกว่าปกติ และให้ดำเนินการทำความสะอาดให้เรียบร้อย แล้วจึงทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้ง

ค. ถ้าเข็มของสเกลไม่สามารถอ่านค่าได้ แสดงว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ทำงาน ให้ดำเนินการตรวจสอบดังนี้

1) ให้ตรวจสอบ Blocking Diode ที่ต่ออยู่ระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับขั้วต่อว่าชำรุดหรือไม่ (ตั้งมิเตอร์ที่ย่านวัดค่าความต้านทาน แล้วนำขั้วบวกของมิเตอร์จับกับขั้วลบของ Blocking

Diode และขั้วลบของมิเตอร์จับที่ขั้วบวกของ Blocking Diode แล้วอ่านค่าที่สเกล ถ้าเข็มของสเกลชี้ขึ้นแสดงว่า Blocking Diode เสีย และถ้าเข็มของสเกลไม่กระดิก แสดงว่า Blocking Diode อยู่ในสภาพที่ดี

2) ให้ตรวจสอบแถบโลหะที่ต่ออยู่ระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละอันว่า ขาดและชำรุดหรือไม่ ถ้าพบว่าแถบโลหะนั้นขาดจะต้องทำการเปลี่ยนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใหม่

3) ให้ตรวจสอบที่ตัวเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละอัน และแถบโลหะที่ต่อว่า มีรอยไหม้หรือไม่ ถ้าพบว่ามีรอยไหม้จะต้องทำการเปลี่ยนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใหม่

*** <u>ข้อควรระวัง</u> ***

1. ไม่ควรต่อวงจรจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับอุปกรณ์ของตะเกียงโดยตรง โดยไม่มีแบตเตอรี่ควบคุมอยู่ในระบบ เนื่องจาก ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจจะมากกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์

2. การต่อขั้วลบหรือขั้วบวกทุกจุดบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์, แบตเตอรี่ และอุปกรณ์ จะต้องต่อให้ถูกต้องเสมอ หากต่อสลับขั้วเมื่อใดจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นได้

3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ไม่เกิน 3 แอมแปร์

4. จะต้องไม่ให้มีเงาของต้นไม้ อาคาร หรือมูลนก มาบังบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอันขาด เพราะจะทำให้เกิด Hot spot ขึ้นที่ตัวเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกบังเงา และทำให้เกิดความเสียหายต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้

5. ควรทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกครั้งเมื่อไปทำการตรวจ

12.2 <u>การตรวจสอบแบตเตอรี่</u>

การตรวจสอบแบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ให้ใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์และแอมป์มิเตอร์ หรือใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ (กรณีเป็นแบตเตอรี่ชนิดที่เติมน้ำกลั่นได้) โดยมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

12.2.1 <u>การใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์</u>

การใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์ตรวจสอบแบตเตอรี่นั้นให้ตั้งเครื่องมือวัดที่ย่าน DC.Volt และตั้งสเกลลบของโวลท์มิเตอร์จับที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ เสร็จแล้วอ่านค่าจากเข็มที่ชี้อยู่ในสเกล

ก. ถ้าเข็มที่ชี้ในสเกลอ่านค่าได้ประมาณ 12 โวลท์ หรือมากกว่า แสดงว่า แบตเตอรี่ถูกประจุไฟไว้อย่างเต็มที่ สามารถใช้งานได้

ข. ถ้าเข็มที่ชี้ในสเกลอ่านค่าได้ประมาณ 10 - 11 โวลท์ แสดงว่า แบตเตอรี่ถูกประจุไฟไว้อย่างไม่เต็มที่ หรือแบตเตอรี่อาจจะเริ่มเสื่อมคุณภาพ ดังนั้นให้ทดลองประจุไฟด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ระยะเวลาในการประจุไฟให้เต็มประมาณ 10 ชั่วโมง หรืออาจจะนำมาประจุไฟด้วยเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ก็ได้ แต่ต้องตั้งกระแสไฟของเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ไว้ไม่เกิน 5 แอมป์

ค. ถ้าเข็มที่ชี้ในสเกลอ่านค่าได้ต่ำกว่า 10 โวลท์ แสดงว่า แบตเตอรี่นั้นเสื่อมคุณภาพไม่สามารถเก็บประจุกระแสไฟได้ จะต้องทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

12.2.2 <u>การใช้เครื่องมือวัดแอมป์มิเตอร์</u>

แอมป์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ว่า มีปริมาณของกระแสไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด โดยวิธีการวัดให้ใช้ขั้วลบของแอมป์มิเตอร์จับที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วบวกของแอมป์มิเตอร์จี้ที่ขั้วบวกของแบตเตอรี่เพียงชั่วขณะ (ห้ามแช่ไว้นาน ๆ เพราะจะทำให้ตัวแอมป์มิเตอร์ร้อน) แล้วอ่านค่าที่เข็มชี้ไป

ก. ถ้าเข็มของแอมป์มิเตอร์ชี้อยู่ในระหว่างแถบสีเขียว แสดงว่า แบตเตอรี่นั้นมีประจุกระแสไฟฟ้าเต็ม

ข. ถ้าเข็มของแอมป์มิเตอร์ชี้อยู่ในระหว่างแถบสีเหลือง แสดงว่า แบตเตอรี่นั้นมีประจุกระแสไฟฟ้าปานกลาง และแบตเตอรี่สามารถใช้งานต่อไปได้

ค. ถ้าเข็มของแอมป์มิเตอร์ชี้อยู่ในระหว่างแถบสีแดง แสดงว่า แบตเตอรี่นั้นไม่มีกระแสไฟฟ้า หรือมีกระแสไฟฟ้าน้อย อันเนื่องมาจากแบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพ ไม่สามารถเก็บกระแสไฟฟ้าได้ ต้องนำแบตเตอรี่มาทำการชาร์ทประจุกระแสไฟฟ้า ถ้าผลการชาร์ทไฟแล้วปรากฏว่า เข็มของแอมป์มิเตอร์ยังคงชี้อยู่ในตำแหน่งเดิม ต้องทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

12.2.3 <u>การใช้ไฮโดรมิเตอร์</u>

ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ การใช้เครื่องมือไฮโดรมิเตอร์ตรวจหาค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่ สามารถใช้ตรวจสอบกับแบตเตอรี่ชนิดที่เติมน้ำกลั่นได้ การใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดนั้นจะวัดในแต่ละช่องเซลล์ของแบตเตอรี่ แล้วอ่านค่าที่ลูกลอยของไฮโดรมิเตอร์

ก. ถ้าลูกลอยของไฮโดรมิเตอร์ลอยอยู่ในตำแหน่งแถบสีเขียว แสดงว่า แบตเตอรี่มี

ประจุกระแสไฟฟ้าเต็ม

ข. ถ้าลูกลอยของไฮโดรมิเตอร์ลอยอยู่ในตำแหน่งแถบสีเหลือง แสดงว่า แบตเตอรี่มีประจุกระแสไฟฟ้าปานกลาง และแบตเตอรี่สามารถใช้งานต่อไปได้

ค. ถ้าลูกลอยของไฮโดรมิเตอร์ลอยอยู่ในตำแหน่งแถบสีแดง แสดงว่า แบตเตอรี่ไม่มีประจุกระแสไฟฟ้า หรือมีกระแสไฟฟ้าน้อย อันเนื่องมาจากแบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพ ต้องนำแบตเตอรี่มาทำการชาร์ทประจุกระแสไฟฟ้า ถ้าผลการชาร์ทไฟแล้วปรากฏว่า ลูกลอยของไฮโดรมิเตอร์ยังอยู่ในตำแหน่งเดิม ต้องทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

*** <u>ข้อควรระวัง</u> ***

ในการนำแบตเตอรี่มาชาร์ทเพื่อประจุกระแสไฟฟ้าด้วยเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่นั้น ให้ตั้งกระแสไฟที่เครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ไม่เกิน 5 แอมแปร์ เพราะแบตเตอรี่ที่นำมาใช้งานกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแบบ Slow charge ถ้ากระแสไฟที่เครื่องชาร์ทเกินกว่า 5 แอมแปร์ จะทำให้แผ่นตะกั่วที่อยู่ในเซลล์แบตเตอรี่ร้อนจัด และเสียหายได้ ในการประจุไฟด้วยเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ทุกครั้งให้หมั่นตรวจสอบหม้อแบตเตอรี่ด้วยว่าร้อนหรือไม่ ถ้าหม้อร้อนมากให้ลดกระแสไฟที่เครื่องชาร์ทลงอีก และการประจุไฟด้วยเครื่องชาร์ทแบตเตอรี่ จะต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 48 ชั่วโมง แบตเตอรี่จึงถูกประจุไฟเต็ม

12.3 <u>การตรวจสอบสวิตซ์แสงแดด</u>

การตรวจสอบสวิตซ์แสงแดด ให้ตรวจสอบในเวลากลางวันขณะมีแสงแดด โดยมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

12.3.1 ใช้ผ้าสีดำปิดหรือคลุมที่สวิตซ์แสงแดดไว้สักครู่ จนกว่าเครื่องควบคุมจังหวะไฟจะทำงานทำให้ไฟติด ถ้าไฟติด แสดงว่า สวิตซ์แสงแดดทำงานเป็นปกติ

12.3.2 ถ้าใช้ผ้าสีดำปิดหรือคลุมที่สวิตซ์แสงแดดแล้ว ปรากฏว่า เครื่องควบคุมจังหวะไฟไม่ทำงานหรือไฟไม่ติด ก็ให้ดำเนินการตรวจสอบสวิตซ์แสงแดด โดยดำเนินการดังนี้

ก. ให้ถอดสวิตซ์แสงแดดออก เมื่อดำเนินการถอดสวิตซ์แสงแดดออกแล้วปรากฏว่า เครื่องควบคุมจังหวะไฟทำงานเป็นปกติทำให้ไฟติด แสดงว่า สวิตซ์แสงแดดเสีย ให้ดำเนินการเปลี่ยนสวิตซ์แสงแดดใหม่

ข. ถ้าถอดสวิตซ์แสงแดดออกแล้ว ปรากฏว่า เครื่องควบคุมจังหวะไฟยังไม่ทำงาน ให้ตรวจสอบเครื่องควบคุมจังหวะไฟ และอุปกรณ์อื่น ๆ ต่อไป

12.4 **การตรวจสอบเครื่องควบคุมจังหวะไฟ**

การตรวจสอบเครื่องควบคุมจังหวะไฟ ให้ปฏิบัติดังนี้

12.4.1 ตรวจสอบที่ตัว IC, Diode, Resistor, Capacitor และ Transistor ที่แผงของเครื่องควบคุมจังหวะไฟว่า มีรอยไหม้หรือไม่

12.4.2 ตรวจสอบสวิตช์ตั้งจังหวะไฟทั้งสองตัว โดยการหมุนไปตั้ง Code อื่น ๆ แล้วทำการทดลองดูว่าไฟติดเป็นปกติหรือไม่ (ก่อนที่หมุนสวิตช์ตั้งจังหวะไฟไปตำแหน่งอื่น จะต้องจำ Code เดิมที่ตั้งไว้เสียก่อน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการกลับมาตั้งจังหวะไฟของเดิม)

12.4.3 เมื่อตรวจสอบและทดลองตามข้อ 12.4.1 และ 12.4.2 แล้วปรากฏว่า ไฟยังไม่ติด ให้ทำการเปลี่ยนแผงวงจรเครื่องควบคุมจังหวะไฟใหม่ (แผง Circuit Borad)

*** **ข้อควรระวัง** ***

แผงวงจรเครื่องควบคุมจังหวะไฟไม่ควรให้ถูกแสงแดดจัดนาน ๆ เพราะอาจจะทำให้แผงเสื่อมได้และในการหมุนฝาครอบปิดเครื่องควบคุมจังหวะไฟจะต้องหมุนให้ส่วนที่ป้องกันแสงแดด (สีดำ) ปิดบังแผงวงจรเครื่องควบคุมจังหวะไฟ (circuit borad) เสมอ

12.5 **การตรวจสอบเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ**

การตรวจสอบเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟ ให้ปฏิบัติดังนี้

12.5.1 ในเวลากลางวันให้คลุมหรือปิดสวิตช์แสงแดดไว้จนกว่าเครื่องควบคุมจังหวะไฟจะทำงานให้ไฟติดเป็นปกติ

12.5.2 ถอดหลอดไฟที่กำลังติดอยู่เพื่อตรวจสอบเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟว่า เครื่องจะทำงานหรือไม่ เมื่อทำการถอดหลอดไฟออกแล้ว มอเตอร์ของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะต้องหมุนหลอดไฟอะไหล่ที่อยู่ในสภาพที่ดีขึ้นมาแทนที่

12.5.3 ถ้ามอเตอร์ของเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟหมุนไปพบหลอดไฟที่ชำรุด ก็จะหมุนผ่านไปจนกว่าจะพบหลอดไฟที่อยู่ในสภาพที่ดี แล้วจึงหยุดหมุน

12.5.4 ให้ทำการตรวจสอบหลอดไฟทั้งหมดจนครบจำนวน 6 หลอด

12.5.5 เมื่อหลอดไฟทั้งหมดจำนวน 6 หลอด ชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟจะหมุนตรวจสอบหลอดไฟอีกครั้งจำนวน 1 รอบ เพื่อหาหลอดไฟที่อยู่ในสภาพที่ดี ถ้าไม่พบ เครื่องเปลี่ยนหลอด

ไฟจะหยุดหมุน และตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจร

12.5.6 ถ้าดำเนินการถอดหลอดไฟที่ไฟติดอยู่ออกแล้ว เครื่องเปลี่ยนหลอดไฟไม่หมุนเอาหลอดไฟอะไหล่ขึ้นมาแทนที่ ให้ทำการตรวจสอบดังนี้

12.5.6.1 ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ว่า มีกระแสไฟฟ้าหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือวัดโวลท์มิเตอร์ตั้งที่ย่าน D.C. Volt และตั้งสเกลที่ 50 โวลท์ และนำขั้วบวกของโวลท์มิเตอร์จับที่ขั้วบวกของสายไฟที่เข้ามอเตอร์ และขั้วลบของโวลท์มิเตอร์จับที่ขั้วลบของสายไฟที่เข้ามอเตอร์ แล้วอ่านค่าจากเข็มของสเกลที่ชี้

ก) ถ้าเข็มชี้ที่ค่าประมาณ 12 โวลท์ แสดงว่า มีกระแสไฟจ่ายให้กับมอเตอร์ ดังนั้นให้ตรวจสอบมอเตอร์ว่าใช้งานได้หรือไม่ โดยตรวจสอบดังนี้ คือ ถอดสายไฟที่ต่อเข้ามอเตอร์ออกแล้วใช้เครื่องมือวัดมิเตอร์ตั้งที่ย่านวัดค่าความต้านทาน R x 100 วัดสายไฟที่ออกมาจากมอเตอร์

- ถ้าเข็มของมิเตอร์ชี้ขึ้น แสดงว่า มอเตอร์ใช้ราชการได้
- ถ้าเข็มไม่กระดิกและอ่านค่าไม่ได้ แสดงว่า ขดลวดในมอเตอร์ขาดหรือชำรุด ให้ดำเนินการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่

ข) ถ้าเข็มไม่กระดิกและอ่านค่าไม่ได้ แสดงว่า ไม่มีกระแสไฟจ่ายให้กับมอเตอร์ ให้ตรวจสอบสายไฟว่าขาดหรือไม่ และตรวจสอบแผงวงจรควบคุมเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟว่าชำรุดหรือไม่ ถ้าชำรุดให้เปลี่ยนแผงวงจรควบคุมเครื่องเปลี่ยนหลอดไฟใหม่

12.6 การตรวจสอบหลอดไฟ

การตรวจสอบหลอดไฟ ให้ปฏิบัติดังนี้

12.6.1 ให้ตรวจสอบเส้นลวดของไส้หลอด โดยวิธีการมองด้วยตาเปล่าว่า เส้นลวดขาดหรือไม่

12.6.2 การตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัดมิเตอร์ โดยตั้งที่ย่านวัดค่าความต้านทาน R x 100 แล้วนำขั้วบวกของมิเตอร์จับที่จุดตะกั่วใต้ขั้วของหลอดไฟ และขั้วลบจับที่ขอบโลหะของหลอดไฟ แล้วอ่านค่าที่สเกล

ก. ถ้าเข็มของมิเตอร์ชี้ขึ้น แสดงว่า หลอดไฟใช้ราชการได้

ข. ถ้าเข็มไม่กระดิกและอ่านค่าไม่ได้ แสดงว่า หลอดไฟขาด ให้ดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่

12.6.3 การตรวจสอบด้วยแบตเตอรี่ โดยใช้แบตเตอรี่ที่ติดตั้งอยู่แล้วต่อสายไฟจากแบตเตอรี่เข้า

กับหลอดไฟโดยตรง ขั้วบวกแบตเตอรี่ต่อเข้ากับจุดตะกั่วใต้ขั้วของหลอดไฟ และขั้วลบต่อเข้ากับขอบโลหะของหลอดไฟ ถ้าหลอดไฟติด แสดงว่า หลอดไฟสามารถใช้งานได้ แต่ถ้าหลอดไฟไม่ติด แสดงว่า หลอดไฟขาด ให้ดำเนินการเปลี่ยนหลอดไฟใหม่

****

บทที่ 13
การหาค่ากำลังส่องสว่าง

****

ความเข้มของแสงไฟจากต้นกำเนิดแสงสว่าง (Luminous intensity from the light source) ก็คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟซึ่งคิดเป็นแรงเทียน (Candela) ใช้อักษรย่อว่า " Cd." ที่เปล่งออกมาจากต้นกำเนิดแสง คือ ตัวตะเกียงนั่นเอง ถ้าตะเกียงดวงใดมีกำลังส่องสว่างของแสงไฟมากก็จะทำให้สามารถมองเห็นได้ในระยะที่ไกลมาก

การหาค่ากำลังส่องสว่างแสงไฟของตะเกียงแบบต่าง ๆ เราสามารถหาค่าได้ 2 วิธี คือ

1. จากการเปิดตาราง
2. จากการคำนวณ

13.1 การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟจากการเปิดตาราง

การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟจากการเปิดตารางนั้น จะขึ้นอยู่ขนาดของเลนส์ที่ใช้กับตะเกียง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญอีก 2 ประการ คือ

ก. ขนาดของแรงดัน และขนาดของกระแสไฟของหลอดไฟที่ใช้งาน

ข. คาบเวลาสว่างของไฟ

13.1.1 การหาค่ากำลังส่องสว่างของตะเกียงแบบเลนส์อยู่กับที่

13.1.1.1 ตะเกียงแบบ ML-300

ตะเกียงแบบ ML-300 ที่ใช้ติดตั้งตามประภาคาร หรือกระโจมไฟ นั้น เป็นตะเกียงที่มีขนาดเลนส์ 300 มิลลิเมตร ดังนั้นกำลังส่องสว่างของแสงไฟจะมาก ซึ่งเราจะสามารถหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟเป็นแรงเทียนได้ เมื่อเราทราบค่าของขนาดแรงดันและค่ากระแสไฟของหลอดไฟที่ใช้ และคาบเวลาสว่างของไฟ

เช่น กระโจมไฟเกาะชี ติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ ML-300 มีลักษณะไฟสว่าง 1.0 วินาที มืด 9.0 วินาที รวม 10.0 วินาที หลอดไฟที่ใช้เป็นแบบ CC-8 ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ ขนาดกระแส 1.9 แอมแปร์

เมื่อเราทราบค่าความสว่างของไฟ คือ 1.0 วินาที ขนาดแรงดันของหลอดไฟ คือ 12 โวลท์ และขนาดกระแสของหลอดไฟ คือ 1.9 แอมแปร์ แล้ว เราก็นำค่าทั้งสามที่ได้มาเทียบกับตาราง Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-300 ก็จะได้ค่ากำลังส่องสว่างออกมาเท่ากับ 1,583 แรงเทียน

วิธีการเปิดตาราง

จากตาราง ขนาดของหลอดไฟและรุ่นของหลอดไฟที่ใช้ให้ดูจากช่อง Lamp Type คือ 12 V. 1.90 A. รุ่น CC-8 และคาบเวลาสว่างของไฟ = 1.0 วินาที ให้ดูที่ Effective intensity in candelas-Flashing white ในช่อง CCT 1.0 sec ก็จะได้ค่ากำลังส่องสว่างของไฟออกมาเป็น 1,583 แรงเทียน สำหรับไฟวับทุก 1.0 วินาที

ถ้าเราต้องการทราบว่ากรณีเป็นไฟนิ่งจะมีกำลังส่องสว่างกี่แรงเทียน ก็ให้ดูที่ช่อง Fixed intensity (cd) จะได้ค่ากำลังส่องสว่างกรณีเป็นไฟนิ่ง = 1,920 แรงเทียน

สำหรับค่ากำลังส่องสว่างของไฟที่ได้จากตารางนั้น จะใช้กับไฟสีขาวเท่านั้น ถ้าเป็นไฟสีแดง สีเขียว และสีเหลือง ค่ากำลังส่องสว่างของไฟจะลดลงไปตามสีของไฟ ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการคิดดังนี้

*** ไฟสีแดง ให้คูณด้วย 0.30 คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟจะลดลง 70 %

*** ไฟสีเขียว ให้คูณด้วย 0.30 คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟจะลดลง 70 % เช่นกัน

*** ไฟสีเหลือง ให้คูณด้วย 0.65 คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟจะลดลง 35 %

เช่น กำลังส่องสว่างของแสงไฟสีขาวที่ได้จากตาราง 1,583 แรงเทียน ถ้าต้องการทราบว่าเป็นไฟสีแดงจะมีกำลังส่องสว่างกี่แรงเทียน ก็ให้คูณด้วย 0.30 จะได้เท่ากับ 474.9 แรงเทียน คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟสีแดงจะลดลง 70 %

ML-300 MaxLumina LANTERN

EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidl-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE								
			CCT 0.1 sec	CCT 0.2 sec	CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.125A C-8, S-8	0.030	21	6	10	12	14	15	16	17	18	19
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	51	14	24	30	33	36	38	42	44	46
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	135	34	62	77	86	95	100	112	115	123
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	180	—	78	101	115	125	132	149	153	163
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	245	—	104	135	155	169	179	202	209	222
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	440	—	176	236	274	301	320	362	374	399
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	100	28	47	58	65	71	74	83	85	91
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	260	67	119	149	168	182	192	215	222	236
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	400	—	175	224	256	278	294	331	341	363
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	550	—	220	294	342	375	399	453	467	498
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	642	—	248	336	395	435	464	527	545	581
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	1050	—	—	544	642	709	756	862	890	951
12V, 3.05A C-8, S-11	0.310	1500	—	—	—	880	976	1054	1220	1264	1355
12V, 1.90A CC-8, S-11	0.220	1920	—	—	974	1207	1318	1400	1583	1633	1740
12V, 3.00A CC-8, S-11	0.305	2660	—	—	—	1534	1727	1866	2162	2241	2403
*120V, 250W CC-8, T-4	0.235	5800	—	—	2971	3506	3885	4156	4751	4911	5249

* Double-contact bayonet base. All other lamps are prefocused single-contact base.

ตารางที่ 3 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-300

*** หมายเหตุ ***

Incandescent Time : เวลาที่ใช้ไปในระหว่างที่ Power suppy เริ่มจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังหลอดไฟ จนกระทั่งหลอดไฟได้รับพลังงานถึงจุด (ระดับ) ที่จะสามารถเปล่งแสงออกสู่ภายนอกได้ (คือช่วงเวลาที่เสียไปนั่นเอง)

Fixed Intensity : เป็นค่าความเข้มของไฟในลักษณะที่เป็นไฟนิ่ง คือ ไม่มีจังหวะวับ-วาบ ดังนั้น ค่าความเข้มของไฟดังกล่าว จะมีค่ามากกว่าความเข้มของไฟที่เป็นจังหวะวับ-วาบ

Effective intensity : หรือบางครั้งเรียกว่า Equivalant Fixed Intensity หรือ Apparent Intensity หมายถึง ความเข้มของไฟจะขึ้นอยู่กับเวลาของลักษณะไฟว่าจะมีช่วงวับ-วาบ ยาวนานเท่าใด

CCT (Contact Closure Time) : ช่วงเวลาการปิดของหน้า Contact ซึ่งหมายถึง เวลาที่ใช้ในการที่สวิตช์อัตโนมัติต่อเชื่อมทางไฟฟ้าให้ครบวงจร ในช่วงที่จังหวะไฟวับ จนกระทั่งสิ้นสุดจังหวะ โดยทั่วไปแล้วก็คือ ช่วงเวลาสว่างของไฟนั่นเอง (ตามลักษณะไฟที่กำหนด)

คำว่า CCT นี้ จะใช้กับตะเกียงระบบไฟฟ้า และระบบพลังงานแสงอาทิตย์เท่านั้น ถ้าเป็นตะเกียงแบบทางกล (Mechanic) เช่น ตะเกียงระบบก๊าซ จะใช้คำว่า Flashing แทน

13.1.1.2 **ตะเกียงแบบ ML-155**

วิธีการหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟของตะเกียงแบบ ML-155 สามารถกระทำได้แบบเดียวกับการหาค่าแรงเทียนของตะเกียงแบบ ML-300 ที่กล่าวมาแล้ว แล้วนำมาเทียบกับตาราง Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-155 ข้างล่างนี้

สำหรับค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟตะเกียงแบบ ML-155 ที่ได้ออกมานั้นจะเป็นแสงไฟสีขาวเช่นเดียวกัน ถ้าเป็นไฟสีแดง, สีเขียว และสีเหลือง ให้ใช้หลักเกณฑ์วิธีคิดดังนี้

*** ไฟสีแดง และสีเขียว ให้คูณด้วย 0.30 เช่นเดียวกัน

*** ไฟสีเหลือง ให้คูณด้วย 0.74 คือ กำลังส่องสว่างของแสงไฟลดลง 26 %

ML-155 MaxLumina LANTERN
EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidt-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE								
			CCT 0.1 sec	CCT 0.2 sec	CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.125A C-8, S-8	0.030	13	4	6	8	9	9	10	11	11	12
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	32	9	15	19	21	23	24	27	27	29
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	89	22	41	51	58	62	66	74	76	81
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	116	—	51	65	74	81	85	96	99	105
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	131	—	55	72	83	90	96	108	112	119
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	231	—	93	124	144	158	168	190	196	209
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	50	14	24	29	33	35	37	42	43	45
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	130	33	59	74	84	91	96	108	111	118
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	182	—	79	102	116	126	134	150	155	165
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	315	—	126	168	196	215	229	259	268	285
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	391	—	151	205	241	265	282	321	332	354
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	491	—	—	255	300	331	354	403	416	445
*125V, 100W CC-8, T-3.5	0.113	1258	—	549	705	804	874	925	1040	1072	1141

ตารางที่ 4 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-155

13.1.1.3 **ตะเกียงแบบ RL-125**

ตะเกียงแบบ RL-125 จะนิยมติดตั้งไว้บนหลักไฟนำเพื่อใช้สำหรับเป็นที่หมายในการนำเรือเข้าออกร่องน้ำ ดังนั้นจึงเป็นตะเกียงแบบ Beam spreader คือ แสงสว่างจะกระจายออกจากเลนส์เป็นลำและส่องสว่างไปในทิศทางเดียวกัน และเลนส์แบบ Beam spreaderนี้สามารถปรับทำมุมได้ ๓ , ๖ , ๑๒ และ ๒๐ จากแนวระดับพื้นราบ ดังนั้นการคำนวณหาค่ากำลังส่องสว่างของแสง

ไฟจะต้องนำมุมองศามาคิดด้วย เพราะมุมองศาที่กล่าวมาแล้วนั้นจะให้กำลังส่องสว่างของแสงไฟไม่เท่ากัน

การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟตะเกียงแบบ RL-125 วิธีการหาค่าใช้แบบเดียวกับการหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟตะเกียงแบบ ML-300 ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จะต้องนำมุมองศามาเทียบกับตารางด้วย

สำหรับกรณีที่เป็นไฟสีแดง, สีเขียว และสีเหลือง ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

*** ไฟสีแดงหรือสีเขียว ให้คูณด้วย 0.23 ของกำลังส่องสว่างที่ได้จากตาราง

*** ไฟสีเหลือง ให้คูณด้วย 0.66 ของกำลังส่องสว่างที่ได้จากตาราง

RL-125 MaxLumina RANGE LANTERN for 3 Degree Beam Width Angle
EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidt-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE						
			CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	212	123	139	149	157	176	181	193
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	551	315	357	386	407	457	470	500
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	755	423	483	524	555	624	643	685
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	1059	585	672	732	775	874	902	960
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	1812	971	1129	1238	1316	1491	1540	1642
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	299	174	196	211	222	248	256	272
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	813	466	527	570	601	674	694	738
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	1224	686	783	850	900	1012	1043	1110
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	2334	1247	1452	1592	1694	1921	1983	2115
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	3052	1598	1878	2067	2204	2507	2589	2764
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	4027	2088	2464	2718	2901	3305	3414	3646
12V, 3.00A CC-8, S-11	0.305	10520	—	6066	6830	7379	8552	8862	9503
*120V, 100W CC-8, T-3.5	0.113	8078	4526	5166	5611	5937	6679	6886	7328

ตารางที่ 5 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 3 องศา

RL-125 MaxLumina RANGE LANTERN for 6 Degree Beam Width Angle

EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidt-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE						
			CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	147	85	96	104	109	122	126	133
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	375	215	243	263	277	311	320	340
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	485	272	310	337	356	401	413	440
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	709	392	450	490	519	585	604	643
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	1222	655	762	835	888	1006	1038	1107
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	190	111	124	134	141	158	162	173
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	518	297	336	363	383	429	442	470
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	778	436	498	540	572	643	663	706
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	1542	824	959	1052	1119	1269	1310	1397
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	1914	1002	1177	1296	1382	1572	1624	1733
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	2632	1364	1610	1776	1896	2160	2232	2383
12V, 3.00A CC-8, S-11	0.305	7314	—	4217	4748	5130	5946	6161	6607
*120V, 100W CC-8, T-3.5	0.113	5590	3132	3575	3883	4109	4622	4765	5071

ตารางที่ 6 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 6 องศา

RL-125 MaxLumina RANGE LANTERN for 12 Degree Beam Width Angle

EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidt-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE						
			CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	76	44	50	54	56	63	65	69
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	197	113	128	138	146	163	168	179
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	255	143	163	177	187	211	217	231
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	364	201	231	251	267	301	310	330
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	606	325	378	414	440	499	515	549
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	104	60	68	73	77	86	89	94
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	279	160	181	195	206	231	238	253
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	419	235	268	291	308	346	357	380
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	844	451	525	576	612	695	717	765
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	1057	554	650	716	763	868	897	957
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	1470	762	899	992	1059	1206	1246	1331
12V, 3.00A CC-8, S-11	0.305	3842	—	2215	2494	2695	3123	3237	3470
*120V, 100W CC-8, T-3.5	0.113	3310	1855	2117	2299	2433	2737	2821	3003

ตารางที่ 7 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 12 องศา

RL-125 MaxLumina RANGE LANTERN for 20 Degree Beam Width Angle

EFFECTIVE INTENSITY TABLE (Schmidt-Clausen Method)

Electrical Rating / Lamp Type	Incandescent Time (sec)	Fixed Intensity (cd)	EFFECTIVE INTENSITY IN CANDELAS - FLASHING WHITE						
			CCT 0.3 sec	CCT 0.4 sec	CCT 0.5 sec	CCT 0.6 sec	CCT 1.0 sec	CCT 1.2 sec	CCT 2.0 sec
6.2V, 0.25A C-8, S-8	0.050	38	22	25	27	28	32	32	35
6.2V, 0.46A C-8, S-8	0.076	108	62	70	76	80	89	92	98
6.2V, 0.70A C-8, S-8	0.100	146	82	93	101	107	121	124	132
6.2V, 0.92A C-8, S-8	0.130	198	109	126	137	145	163	169	180
6.2V, 1.40A C-8, S-8	0.170	346	185	216	236	251	285	294	314
12V, 0.25A C-8, S-8	0.050	60	35	39	42	45	50	51	54
12V, 0.55A C-8, S-8	0.088	160	92	104	112	118	133	137	145
12V, 0.77A C-8, S-8	0.110	248	139	159	172	182	205	211	225
12V, 1.15A C-8, S-8	0.150	493	263	307	336	358	406	419	447
12V, 1.35A C-8, S-8	0.170	583	305	359	395	421	479	495	528
12V, 2.03A C-8, S-8	0.230	936	485	573	632	674	768	794	847
12V, 3.00A CC-8, S-11	0.305	2104	—	1213	1366	1476	1710	1772	1901
*120V, 100W CC-8, T-3.5	0.113	1605	899	1026	1115	1180	1327	1368	1456

ตารางที่ 8 Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ RL-125 ที่มุม 20 องศา

13.1.2 การหาค่ากำลังส่องสว่างของตะเกียงแบบเลนส์หมุน

13.1.2.1 ตะเกียงแบบ TRB-400

การหาค่าแรงเทียนและระยะการมองเห็นของแสงไฟของตะเกียงเลนส์หมุนแบบ TRB-400 เราสามารถหาได้จากตาราง Effective Intensity Tables ซึ่งการหาค่าแรงเทียนและระยะการมองเห็นของแสงไฟ สิ่งที่เราจะต้องทราบ คือ

ก. ขนาดค่าแรงดัน กระแสหรือกำลังงานของหลอดไฟและชนิดของหลอดไฟ

ข. ชนิดของเลนส์ (เลนส์แบบ 6 Panels หรือ 8 Panels)

ค. อัตราความเร็วการหมุนของเลนส์ (RPM)

ตัวอย่าง ตะเกียงระบบเลนส์หมุนรุ่น TRB-400 เป็นเลนส์ชนิด 6 Panels มีอัตราความเร็วการหมุนของเลนส์ 1 PRM หลอดไฟที่ใช้เป็นหลอด Halogen ขนาด 12 Volt 100 Watts จงหาค่าแรงเทียนและระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟ

วิธีหา จากตาราง Effective Intensity Tables เลนส์ชนิด 6 Panel ที่อัตราความเร็ว 1 RPM และหลอดไฟ Halogen 12 V./100 W. จะได้ค่ากำลังส่องสว่าง 260,755 แรงเทียน และระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟที่ T = 0.74 จะได้ประมาณ 22.1 ไมล์ทะเล

6 Panel Configuration

Lamp Size	Horizontal Divergence (Degree)	Vertical Divergence (Degree)	Fixed Intensity (CD)	Effective Intensity in White (E.F.I.)				
				0.5 RPM	1 RPM	2 RPM	3 RPM	4 RPM
12V/20W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.05°	1.60°	233,777	94,686 0.350 19.6 NM 30.8 NM	57,362 0.175 18.3 NM 28.7 NM	32,690 0.087 17.0 NM 26.4 NM	22,860 0.058 16.2 NM 25.0 NM	17,575 0.044 15.8 NM 23.7 NM
12V/35W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.16°	1.60°	422,372	192,221 0.387 21.4 NM 34.1 NM	120,387 0.193 20.2 NM 32.2 NM	70,197 0.097 18.8 NM 30.0 NM	49,543 0.064 18.0 NM 28.0 NM	38,280 0.048 17.2 NM 26.9 NM
12V/50W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.30°	1.83°	532,975	218,717 0.433 21.7 NM 34.5 NM	154,076 0.217 20.8 NM 33.4 NM	90,055 0.108 19.5 NM 30.7 NM	63,620 0.072 18.7 NM 29.0 NM	49,183 0.054 17.9 NM 28.0 NM
12V/75W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.25°	2.00°	592,004	295,693 0.417 22.4 NM 35.9 NM	191,091 0.208 21.4 NM 34.1 NM	113,934 0.104 20.0 NM 31.8 NM	81,162 0.069 19.1 NM 30.2 NM	63,032 0.052 18.7 NM 29.0 NM
12V/100W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.40°	2.20°	781,101	400,076 0.467 23.2 NM 37.3 NM	260,755 0.233 22.1 NM 35.1 NM	156,499 0.117 20.8 NM 33.4 NM	111,799 0.078 20.0 NM 31.6 NM	86,961 0.058 19.2 NM 30.6 NM
12V/110W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.45°	2.35°	831,948	411,507 0.483 23.3 NM 37.4 NM	265,058 0.242 22.2 NM 35.2 NM	157,641 0.121 20.8 NM 33.4 NM	112,180 0.081 20.0 NM 31.8 NM	87,070 0.060 19.3 NM 30.6 NM
12V/1.0A - CC8 On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.00°	1.40°	118,958	50,394 0.333 18.0 NM 28.0 NM	30,906 0.167 16.8 NM 26.1 NM	17,760 0.083 15.6 NM 23.9 NM	12,460 0.056 14.8 NM 22.2 NM	9,596 0.042 14.3 NM 21.3 NM

ตารางที่ 9 Effective Intensity Tables ของตะเกียง TRB-400 (เลนส์ 6 Panels)

กรณีที่เป็นเลนส์แบบ 8 Panels จากตัวอย่างที่แล้วเมื่อเรานำมาหาค่าในตาราง Effective Intensity Tables ของเลนส์ 8 Panels จะได้ค่ากำลังส่องสว่าง 175,449 แรงเทียน และระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟที่ T = 0.74 จะได้ประมาณ 21.2 ไมล์ทะเล จะเห็นว่าในขณะที่ใช้หลอดไฟเท่ากันและอัตราความเร็วในการหมุนของเลนส์เท่ากัน แต่ขนาดของเลนส์ต่างกันจะทำให้ค่ากำลังส่องสว่างและระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟลดลง (เลนส์ 8 Panels จะมีขนาดของเลนส์เล็กกว่าแบบ 6 Panels)

8 Panel Configuration

Lamp Size	Horizontal Divergence (Degree)	Vertical Divergence (Degree)	Fixed Intensity (CD)	Effective Intensity in White (E.F.I.)				
				0.5 RPM	1 RPM	2 RPM	3 RPM	4 RPM
12V/20W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	0.95°	1.60°	163,644	62,415 0.317 18.5 NM 29.0 NM	38,530 0.158 17.3 NM 26.9 NM	21,836 0.079 16.0 NM 24.5 NM	15,293 0.053 15.0 NM 22.5 NM	11,812 0.040 14.5 NM 22.0 NM
12V/35W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.05°	1.60°	295,660	127,289 0.350 20.4 NM 32.0 NM	81,103 0.175 19.2 NM 30.0 NM	46,997 0.088 17.8 NM 27.5 NM	33,085 0.058 17.0 NM 26.2 NM	25,661 0.044 16.4 NM 25.0 NM
12V/50W HP On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.17°	1.83°	373,082	161,866 0.390 20.8 NM 33.0 NM	103,353 0.195 19.9 NM 31.0 NM	60,243 0.098 18.2 NM 28.8 NM	42,255 0.065 17.5 NM 27.2 NM	32,767 0.049 17.0 NM 26.2 NM
12V/75W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.13°	2.00°	414,403	196,630 0.377 21.4 NM 34.0 NM	128,816 0.188 20.4 NM 32.0 NM	76,261 0.094 19.1 NM 29.8 NM	54,330 0.063 18.2 NM 28.5 NM	41,994 0.047 17.5 NM 27.2 NM
12V/100W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.26°	2.20°	546,771	265,655 0.420 22.1 NM 35.2 NM	175,449 0.210 21.2 NM 33.7 NM	104,489 0.105 19.9 NM 31.0 NM	74,399 0.070 19.0 NM 29.7 NM	58,255 0.053 18.1 NM 28.5 NM
12V/110W Halogen On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	1.31°	2.35°	582,364	273,405 0.437 22.3 NM 35.5 NM	178,540 0.218 21.2 NM 33.7 NM	105,432 0.109 19.9 NM 31.0 NM	75,000 0.073 19.0 NM 29.7 NM	58,361 0.055 18.1 NM 28.5 NM
12V/1.0A - CC8 On-Time Range T=0.74 Range T=0.85	0.90°	1.40°	83,271	33,154 0.300 17.0 NM 26.3 NM	20,697 0.150 15.9 NM 24.2 NM	11,817 0.075 14.6 NM 24.2 NM	8,269 0.050 13.8 NM 20.6 NM	6,360 0.037 13.2 NM 19.7 NM

ตารางที่ 10 Effective Intensity Tables ของตะเกียง TRB-400 (เลนส์ 8 Panels)

13.1.2.2 **ตะเกียงแบบ APRB-252**

การหาค่าแรงเทียนและระยะการมองเห็นของแสงไฟของตะเกียงเลนส์หมุนแบบ APRB-252 เราสามารถหาได้จากตาราง Effective Intensity Tables เช่นเดียวกับการหาค่าของตะเกียงเลนส์หมุนแบบ TRB-400

EFFECTIVE INTENSITIES IN CANDELAS

RPM and FLASH INTERVAL

LAMP	FIXED	1 RPM 10 SEC. BR	1 RPM 10 SEC. SC	2 RPM 5 SEC. BR	2 RPM 5 SEC. SC	5 RPM 2 SEC. BR	5 RPM 2 SEC. SC	10 RPM 1 SEC. BR	10 RPM 1 SEC. SC
12V 0.55 C-8	15,700	7,770	4,000	5,190	2,290	2,540	1,000	1,430	519
12V 0.77 C-8	29,200	14,900	7,980	9,990	4,620	5,000	2,040	2,810	1,060
12V 1.15 C-8	44,100	22,500	12,200	15,100	7,050	7,550	3,120	4,250	1,620
12V 2.03 C-8	45,000	24,900	15,100	17,200	9,080	8,900	4,130	4,960	2,610
12V 3.05 C-8	73,200	40,900	25,000	28,840	15,100	14,800	6,880	8,230	3,610
12V 9.0 C-8*	230,000	159,000	111,000	121,000	73,500	70,700	36,400	41,700	19,800
12V 0.5 CC-8	25,800	13,700	8,840	9,330	5,330	4,770	2,430	2,430	1,280
12V 1.0 CC-8	56,400	31,400	20,300	21,700	12,400	11,400	5,710	6,340	3,010
12V 2.0 CC-8	76,400	47,200	33,900	34,100	21,800	18,500	10,500	10,500	5,650
12V 3.0 CC-8	119,000	75,100	54,700	54,800	35,600	30,200	17,300	17,600	9,340

These values apply to a clear (white) beam. Multiply by 0.34 for red and by 0.31 for green.
BR - The effective intensities are calculated by the Blondel-Rey method.
SC - The effective intensities are calculated by the Schmidt-Clausen method.
** Special cooling and high voltage lampchanger required.*

ตารางที่ 11 Effective Intensity Tables ของตะเกียง APRB-252 (เลนส์ 6 Panels)

ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟตะเกียงระบบเลนส์หมุนที่ได้จากตารางนั้นจะเป็นไฟสีขาว ถ้าเป็นไฟสีแดง และไฟสีเขียว ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

*** ไฟสีแดง ให้คูณด้วย 0.34 ของกำลังส่องสว่างที่ได้จากตาราง

*** ไฟสีเขียว ให้คูณด้วย 0.31 ของกำลังส่องสว่างที่ได้จากตาราง

*** หมายเหตุ ***

BR : เป็นการหาค่ากำลังส่องสว่างโดยวิธี Blondel-Ray

SC : เป็นการหาค่ากำลังส่องสว่างโดยวิธี Schmidt-Clausen

13.2 <u>การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟโดยวิธีการคำนวน</u>

การหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟโดยวิธีการคำนวณ นั้น มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$Ie = (Io \times t)/(a + t)$$

เมื่อ : Ie = ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟ (เป็นแรงเทียน)

Io = ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟสูงสุด คือ กรณีเป็นไฟนิ่ง (Fixed Intensity) ซึ่งสามารถหาได้จากตาราง Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบต่าง ๆ

t = คาบเวลาส่วางของไฟ

a = ค่าคงที่ (กรณีเป็นไฟวับ-วาบ ใช้ค่า $a = 0.2$ และกรณีเป็นตะเกียงแบบเลนส์หมุน ใช้ค่า $a = 0.3$)

<u>ตัวอย่าง</u> กระโจมไฟเกาะซี ติดตั้งตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ ML-300 มีลักษณะไฟสว่าง 1.0 วินาที มืด 9.0 วินาที รวม 10.0 วินาที หลอดไฟที่ใช้เป็นแบบ CC-8 ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ ขนาดกระแส 1.9 แอมแปร์ จงคำนวณหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟเป็นแรงเทียน

<u>วิธีทำ</u> จากสูตร $Ie = (Io \times t)/(a + t)$

เมื่อ : Ie = ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟ (เป็นแรงเทียน)

Io = ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟสูงสุด คือ กรณีเป็นไฟนิ่ง (Fixed Intensity) ซึ่งจากตาราง Effective Intensity Table ของตะเกียงแบบ ML-300 ในช่องของ Fixed Intensity ที่หลอดไฟขนาด 12 V. 1.9 A. จะได้ค่า $Io = 1,920$ Cd.

t = คาบเวลาส่วางของไฟ = 1.0 วินาที

a = กรณีเป็นไฟวับ-วาบ ใช้ค่า $a = 0.2$

เพราะฉะนั้น $Ie = (1,920 \times 1.0)/(0.2 + 1.0)$

$= 1,600$ แรงเทียน

จากการคำนวณจะเห็นได้ว่า ค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟที่ได้จากการคำนวณ (1,600 แรงเทียน) จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการเปิดตาราง (1,583 แรงเทียน)

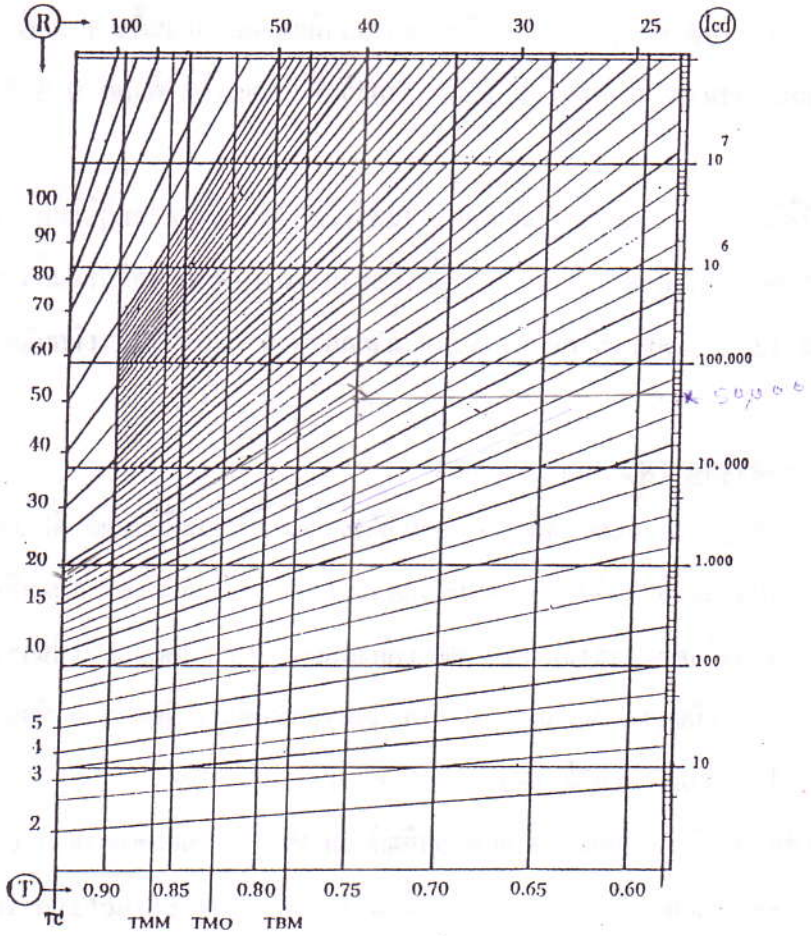
บทที่ 14
การหาระยะมองเห็นได้ไกลของแสงไฟ

ระยะการมองเห็นของแสงไฟของประภาคาร และกระโจมไฟ ได้ถูกนิยามไว้ 3 อย่าง คือ

1. ระยะเห็นทำนาย (Luminous Range)
2. ระยะเห็นมาตรฐาน (Nominal Range)
3. ระยะเห็นภูมิศาสตร์ หรือระยะเห็นทางทฤษฎี (Geographical Range)

14.1 ระยะเห็นทำนาย (Luminous Range)

ระยะเห็นทำนายเป็นระยะไกลสุดจากกระโจมไฟที่ผู้ตรวจสามารถเห็นไฟ ณ เวลาใด ๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยประกอบ คือ กำลังส่องแสงสว่างของตะเกียง และสภาพอุตุนิยมวิทยาขณะนั้น ระยะดังกล่าวมิได้นำเอาสูงตาผู้ตรวจ และความโค้งของโลกมาร่วมพิจารณา จะหาได้จากไดอะแกรมสำเร็จรูปในทำเนียบไฟ



ตารางที่ 12 ไดอะแกรมระยะเห็นได้ไกลของแสงไฟแบบ Luminous Range

จากตารางไดอะแกรม R = ระยะเห็นได้ไกล (เป็นไมล์ทะเล)

Icd = ความเข้มของแสงไฟ หรือกำลังส่องสว่างของแสงไฟ (เป็นแรงเทียน)

T = Transmission Factor คือ ตัวเกณฑ์ที่ใช้หาระยะเห็นได้ไกล

Transmission Factor นั้น กำหนดเป็นมาตรฐานสากล โดยให้ค่าทัศนวิสัยในขณะที่ความโปร่งใสของอากาศ (มีค่า T = 0.74) จะเห็นวัตถุที่ขอบฟ้าได้ไกล 10 ไมล์

แต่ในทางปฏิบัตินั้น ในอ่าวไทยมีค่าความโปร่งใสของอากาศสูง คือ 0.85 ขึ้นไป ดังนั้นระยะเห็นของไฟจะมากกว่าระยะกำหนดในการเห็นไฟ คือ จะเห็นไฟได้ไกลกว่าที่กำหนดไว้ในทำเนียบไฟ

ตัวอย่าง กระโจมไฟแห่งหนึ่งมีกำลังส่องสว่าง 1,000 แรงเทียน เมื่อทำการหาจากไดอะแกรมจะเห็นได้ไกล 9.3 ไมล์ทะเล (T = 0.74)

วิธีหา ลากเส้น Icd ที่ 1,000 แรงเทียน ทางขวามือมาตัดกับเส้นตั้ง T = 0.74 แล้วลากเส้นนอนทะแยงมาทางซ้ายที่ค่า R ซึ่งมีค่าบอกไว้เป็นระยะเห็นได้ไกล 9.3 ไมล์

ระยะเห็นได้ไกล 9.3 ไมล์ จะถูกกำหนดไว้ในทำเนียบไฟ แต่ในทางปฏิบัตินั้น ในอ่าวไทยมีค่าความโปร่งใสของอากาศสูง คือ 0.85 ขึ้นไป ดังนั้นเมื่อทำการลากเส้นมาตัดกับเส้นตั้ง T = 0.85 จะได้ระยะเห็นได้ไกล 13.2 ไมล์ทะเล คือ จะเห็นไฟได้ไกลกว่าที่กำหนดไว้ในทำเนียบไฟ

14.2 ระยะเห็นมาตรฐาน (Nominal Range)

ระยะเห็นมาตรฐานเป็นระยะเห็นของไฟภายใต้สภาวะมาตรฐานที่กำหนด คือ บรรยากาศมีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน และทัศนะวิสัยทางอุตุนิยมวิทยาเท่ากับ 10 ไมล์ทะเล ระยะนี้จะใช้พิมพ์ลงในแผนที่

จากการหาค่ากำลังส่องสว่างของแสงไฟตะเกียงแบบต่าง ๆ ที่ได้ออกมาเป็นแรงเทียนนั้น เมื่อเราทราบค่ากำลังส่องสว่างเป็นแรงเทียนแล้ว เราก็นำค่าเหล่านั้นมาเปิดตารางเพื่อหาระยะการมองเห็นมาตรฐานของแสงไฟเป็นไมล์ทะเลได้ (Range in nautical miles)

ตัวอย่างเช่น ตะเกียงระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ ML-300 มีลักษณะไฟ 1.0 + 9.0 = 10 วินาที ใช้หลอดไฟรุ่น CC-8 ขนาด 12 V. 1.9 A. เมื่อนำไปเปิดตาราง Effective intensity table ของตะเกียงแบบ ML-300 จะได้ค่ากำลังส่องสว่างเท่ากับ 1,583 แรงเทียน ดังนั้นเราจึงนำค่ากำลัง

ส่องสว่าง 1,583 แรงเทียน ไปเปิดในตาราง Range in nautical miles ก็จะได้ระยะการมองเห็นของแสงไฟออกมาเป็นไมล์ทะเล

สำหรับที่ตาราง Range in nautical miles จะมีค่า Transmission Factor (T) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะความโปร่งใสของอากาศ ซึ่งมีอยู่ 3 ค่า คือ T = 0.74, T = 0.85 และ T = 0.90 นั้น เราจะใช้ค่า Transmission Factor ที่ T = 0.74

จากตาราง Range in nautical miles เรานำค่ากำลังส่องสว่างที่ได้ 1,583 แรงเทียน ไปเทียบในตาราง Intensity ซึ่งจะมีค่าอยู่ในระหว่าง 1,500 กับ 1,600 แรงเทียน ดังนั้นเราจึงต้องทำการเทียบค่าเพื่อที่จะได้ระยะการมองเห็นได้ไกลของแสงไฟที่แท้จริงออกมา ดังนี้

Intensity = 1,500 แรงเทียน ที่ T = 0.74 จะได้ระยะการมองเห็นของแสงไฟ 10.2 ไมล์ทะเล
และ Intensity = 1,600 แรงเทียน ที่ T = 0.74 จะได้ระยะการมองเห็นของแสงไฟ 10.3 ไมล์ทะเล
ดังนั้นผลต่างของ 100 แรงเทียน (1,600 - 1,500) ระยะการมองเห็นของแสงไฟ = 0.1 (10.3-10.2)
เพราะฉะนั้น 83 แรงเทียน (1,583 - 1,500) จะได้ระยะการมองเห็นของแสงไฟ

= (0.1 x 83)/100

= 0.083 ไมล์ทะเล

ดังนั้น กำลังส่องสว่าง 1,583 แรงเทียน จะได้ระยะการมองเห็นของแสงไฟ = 10.2 + 0.083

= 10.283 ไมล์ทะเล

หรือประมาณ 10.3 ไมล์ทะเล

INTENSITY (candelas)	RANGE IN NAUTICAL MILES		
	TRANSMISSIVITY		
	0.74	0.85	0.90
1	1.0	1.1	1.1
2	1.4	1.5	1.6
3	1.6	1.8	1.9
4	1.8	2.1	2.2
5	2.0	2.3	2.4
6	2.2	2.4	2.6
7	2.3	2.6	2.8
8	2.4	2.7	3.0
9	2.5	2.9	3.1
10	2.6	3.0	3.2
11	2.6	3.1	3.4
12	2.7	3.2	3.5
13	2.8	3.3	3.7
14	2.9	3.4	3.8
15	3.0	3.5	3.9
16	3.1	3.6	4.0
17	3.2	3.7	4.1
18	3.2	3.8	4.2
19	3.3	3.9	4.3
20	3.3	4.0	4.4
25	3.6	4.3	4.8
30	3.8	4.6	5.1
35	4.0	4.8	5.4
40	4.1	5.1	5.7
45	4.3	5.3	6.0
50	4.4	5.5	6.2
55	4.6	5.7	6.4
60	4.7	5.8	6.7
65	4.8	6.0	6.9
70	4.9	6.1	7.0
75	5.0	6.2	7.2
80	5.1	6.4	7.4
85	5.2	6.5	7.6
90	5.3	6.7	7.7
95	5.4	6.8	7.9
100	5.4	6.9	8.0
110	5.5	7.1	8.3
120	5.6	7.2	8.5
130	5.8	7.4	8.8
140	5.9	7.6	9.0
150	6.0	7.8	9.2
160	6.1	8.0	9.4
170	6.2	8.1	9.6
180	6.3	8.3	9.8
190	6.4	8.4	10.0
200	6.5	8.5	10.1
220	6.7	8.8	10.5
240	6.8	9.0	10.7
270	7.0	9.3	11.2
300	7.2	9.6	11.5
330	7.3	9.8	11.9
360	7.5	10.0	12.2
400	7.7	10.4	12.6
450	7.9	10.6	13.0
500	8.1	11.0	13.5
550	8.2	11.3	13.8
600	8.4	11.6	14.2
650	8.6	11.8	14.5
700	8.7	12.0	14.8
800	8.9	12.4	15.4
900	9.2	12.8	15.9
1,000	9.4	13.2	16.3
1,100	9.6	13.5	16.8
1,200	9.8	13.8	17.1
1,300	9.9	14.1	17.5
1,400	10.1	14.3	17.8
1,500	10.2	14.5	18.2
1,600	10.3	14.7	18.5
1,700	10.5	15.0	18.8
1,800	10.6	15.2	19.0
1,900	10.7	15.3	19.3
2,000	10.8	15.5	19.6
2,200	11.0	15.8	20.0
2,400	11.2	16.1	20.4
2,700	11.4	16.5	21.0
3,000	11.7	16.9	21.5
3,500	12.0	17.5	22.3
4,000	12.2	17.9	23.0
5,000	12.7	18.8	24.2
6,000	13.1	19.5	25.2
7,000	13.5	20.0	26.0
8,000	13.8	20.5	26.7
9,000	14.1	21.0	27.4
10,000	14.3	21.4	28.0
15,000	15.2	23.0	30.3
20,000	15.9	24.1	32.0
30,000	16.8	25.8	34.5
40,000	17.5	27.0	36.2
50,000	18.1	28.0	37.6
70,000	18.9	29.4	39.8
100,000	19.8	31.0	42.1
150,000	20.8	32.8	44.8
200,000	21.5	34.1	46.7
300,000	22.6	35.9	49.4
400,000	23.3	37.2	51.4
500,000	23.9	38.3	53.0
700,000	24.8	39.9	55.4
1,000,000	25.7	41.5	57.9
1,500,000	26.8	43.5	60.8
2,000,000	27.6	44.9	62.9
3,000,000	28.6	46.8	65.9
4,000,000	29.4	48.2	68.0
5,000,000	30.0	49.4	69.7
7,000,000	31.0	51.0	72.2
10,000,000	31.9	52.8	76.0

ตารางที่ 13 Range in nautical miles ของระยะเห็นมาตรฐาน

14.3 <u>ระยะเห็นภูมิศาสตร์ หรือระยะเห็นทางทฤษฎี</u> (Geographical Range)

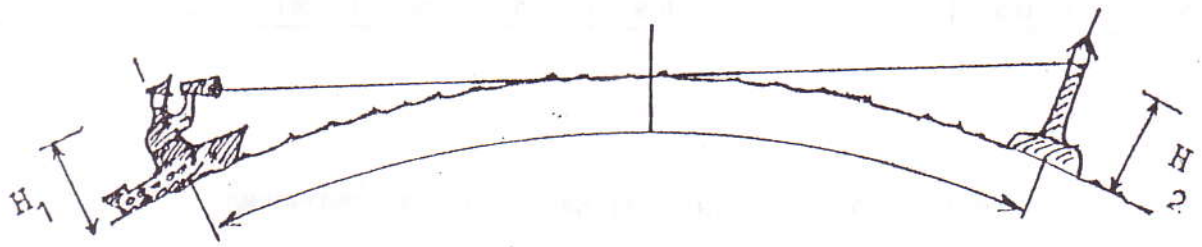
ระยะเห็นภูมิศาสตร์ หรือระยะเห็นทางทฤษฎีเป็นระยะไกลสุดทางทฤษฎี ซึ่งแสงจากดวงไฟสามารถเดินทางไปถึงผู้ตรวจ ระยะนี้จะพิจารณาจากปัจจัย คือ ความโค้งของโลก การหักเหของแสง ณ บรรยากาศ ความสูงของตะเกียง และความสูงของผู้ตรวจ โดยปกติจะมีค่ามากกว่าระยะเห็นสองชนิดแรก

$$\text{ระยะเห็นทางทฤษฎี } (R) = 2.08 \times (H_1 + H_2)$$

เมื่อ R = ระยะเห็นทางทฤษฎี (ไมล์ทะเล)

H_1 = ความสูงของผู้ตรวจ (เมตร)

H_2 = ความสูงจากระดับทะเลปานกลางถึงกึ่งกลางเลนส์ของตะเกียง (เมตร)



รูปที่ 52. ภาพแสดงแนวความคิดในการคำนวณหาระยะเห็นทางทฤษฎี

<u>ตัวอย่าง</u> กระโจมไฟแห่งหนึ่งมีความสูงจากระดับทะเลปานกลางถึงกึ่งกลางเลนส์ของตะเกียง 30 เมตร ความสูงตาของผู้ตรวจ 2 เมตร จงหาระยะเห็นทางทฤษฎีของแสงไฟ

<u>วิธีหา</u> จาก $R = 2.08 \times (H_1 + H_2)$

เมื่อ $H_1 = 2$ เมตร และ $H_2 = 30$ เมตร

ดังนั้น $R = 2.08 \times (2 + 30)$

$= 14.3$ ไมล์ทะเล

GEOGRAPHICAL RANGE TABLE

Height of Light (in metres)	RANGE IN NAUTICAL MILES TO OBSERVE LIGHT								
	Height of Observer (in metres)								
	2	3	5	7	10	15	20	25	30
2	5.9	6.5	7.6	8.4	9.5	11.0	12.2	13.3	14.3
3	6.5	7.2	8.3	9.1	10.2	11.7	12.9	14.0	15.0
5	7.6	8.3	9.3	10.2	11.2	12.7	14.0	15.1	16.0
7	8.4	9.1	10.2	11.0	12.1	13.6	14.8	15.9	16.9
10	9.5	10.2	11.2	12.2	13.2	14.6	15.9	17.0	17.8
15	11.0	11.7	12.7	13.6	14.6	16.1	17.4	18.5	19.5
20	12.2	12.9	14.0	14.8	15.9	17.4	18.6	19.7	20.7
25	13.3	14.0	15.1	15.9	17.0	18.5	19.7	20.8	21.8
30	14.3	15.0	16.0	16.9	17.8	19.5	20.7	21.8	22.8

ตารางที่ 14 Geographical Range ของระยะเห็นทางทฤษฎี

****

เอกสารอ้างอิง

* คู่มือ AIDS TO NAVIGATION บริษัท TIDELAND
* คู่มือ AIDS TO NAVIGATION บริษัท PHAROS MARINE/AUTOMATIC POWER INC
* หนังสือ BP SOLAR บริษัท บีพี ไทยโซล่าร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
* หนังสือการส่องสว่าง อาจารย์วัฒนา ถาวร
* หนังสือไฟฟ้ารถยนต์ อาจารย์สุจิตต์ สนองคุณ และคณะ
* หนังสือทำเนียบไฟ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

****