บทที่ 2

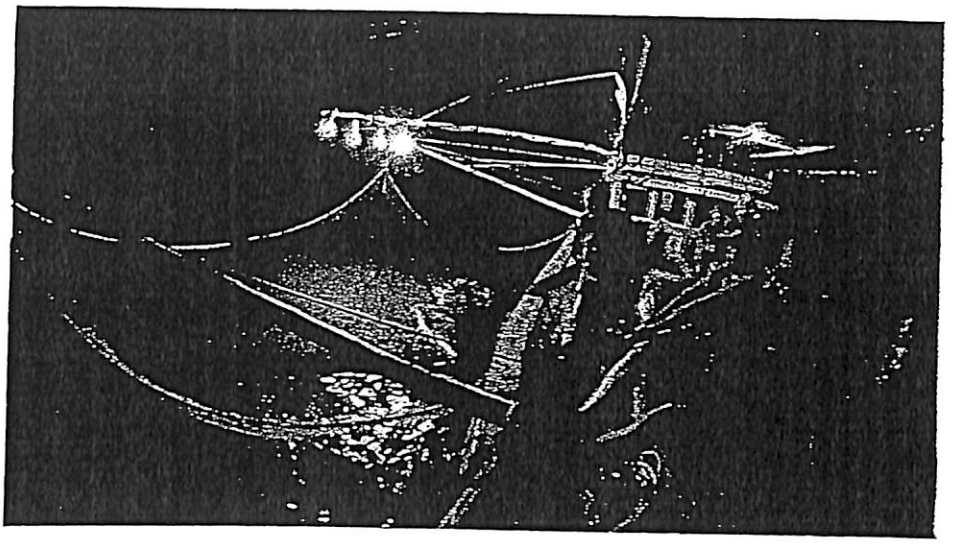
แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทำประมงโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ

การทำประมงเพื่อจับสัตว์น้ำ ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันชาวประมงได้พยายามคิดค้นวิธีการจับสัตว์น้ำให้ทันสมัย เพื่อที่จะสามารถจับสัตว์น้ำได้มากที่สุด การพัฒนาเครื่องมือประมงอีกชนิดหนึ่งที่มีการพัฒนากันมาอย่างยาวนานคือ การทำประมงโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ (Luring Light Fishing) ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในหลายประเทศเนื่องจากผลผลิตที่ได้มีปริมาณมาก อีกทั้งยังจับได้หลายชนิดในคราวเดียวกัน

2.1.1 อวนครอบหมึก (Squid Falling Nets)

อวนครอบหมึก หรืออวนมุ้ง หมายถึง เครื่องมือประมงที่มีลักษณะคล้ายแห หรืออวนรูปกล่อง ใช้จับหมึกเป็นเป้าหมายหลัก อวนครอบนี้ใช้วิธีปล่อยอวนลงมาจากด้านบน เพื่อครอบสัตว์น้ำที่อยู่ด้านล่าง ดังนั้นขอบล่างหรือตีนอวนจึงใช้น้ำหนักถ่วงค่อนข้างมาก เพื่อให้ผืนอวนจมตัวสกัดกั้นสัตว์น้ำได้ทัน ความยาวของอวนด้านข้างทั้งสองยาวด้านละ 9 - 10 เมตร ความลึกอวนตั้งแต่ 11 - 16 เมตร ผูกห่วงโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 - 7 เซนติเมตร ห่างกัน 1 - 1.5 เมตร และใช้เชือกขนาด 14 - 16 มิลลิเมตร ร้อยผ่านห่วงทุกห่วง ปลายทั้งสองของเชือกมาบรรจบใกล้กันที่กึ่งกลางอวนด้านที่แนบกราบเรือ เชือกเส้นนี้ใช้สำหรับรูดปิดด้านล่างของผืนอวน นอกจากนี้ที่ตะเข็บมุมอวนตามแนวความลึกผูกห่วงโลหะขนาดเล็กไว้ด้านใน ห่างกันประมาณ 2 เมตร และใช้เชือกขนาด 10 มิลลิเมตร ร้อยผ่านห่วงดังกล่าว ปลายข้างหนึ่งผูกกับมุมอวนด้านล่างแล้วร้อยผ่านรอกปลายคันไม้ไผ่เพื่อสำหรับกว้านรั้งเก็บเนื้ออวนไว้เหนือผิวน้ำก่อนปล่อยอวนลงมาครอบสัตว์น้ำ เนื้ออวนเป็นอวนไนล่อนขนาด 210d/6 มีขนาดตาอวน 25 มิลลิเมตร จังหวัดที่พบมาก ได้แก่ จังหวัดระยอง ตราด ชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น โดยลักษณะของอวนครอบหมึกดังภาพประกอบที่ 2.1

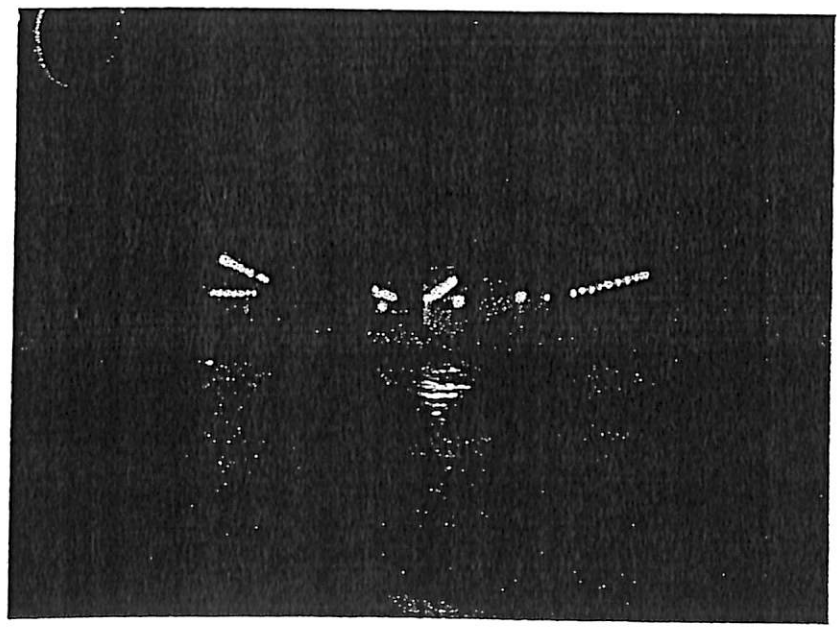


ภาพประกอบที่ 2.1 ลักษณะของอวนครอบ

2.1.2 เรือประมงสำหรับอวนครอบหมึก

ส่วนใหญ่จะมีขนาด 12-18 เมตร เครื่องยนต์ 60 - 275 แรงม้า มีอุปกรณ์ที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องเอคโคซาวเดอร์ วิทยุสื่อสาร เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(ไดนาโม) ขนาด 5 - 20 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ลูก หลอดไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 400 – 1,500 วัตต์ จำนวน 18 - 50 ดวง และหลอดไฟฟ้าแบบสปอตไลท์ ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 1 - 10 ดวง กำลังไฟฟ้าแสงสว่างภายในเรือที่ใช้สำหรับล่อสัตว์น้ำตั้งแต่ 10 - 40 กิโลวัตต์ ตามภาพประกอบที่ 2.2 ก. แสดงเรือประมงที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ และภาพประกอบที่ 2.2 ข. แสดงการเปิดไฟเพื่อล่อสัตว์น้ำของเรือประมง

ก.



ข.

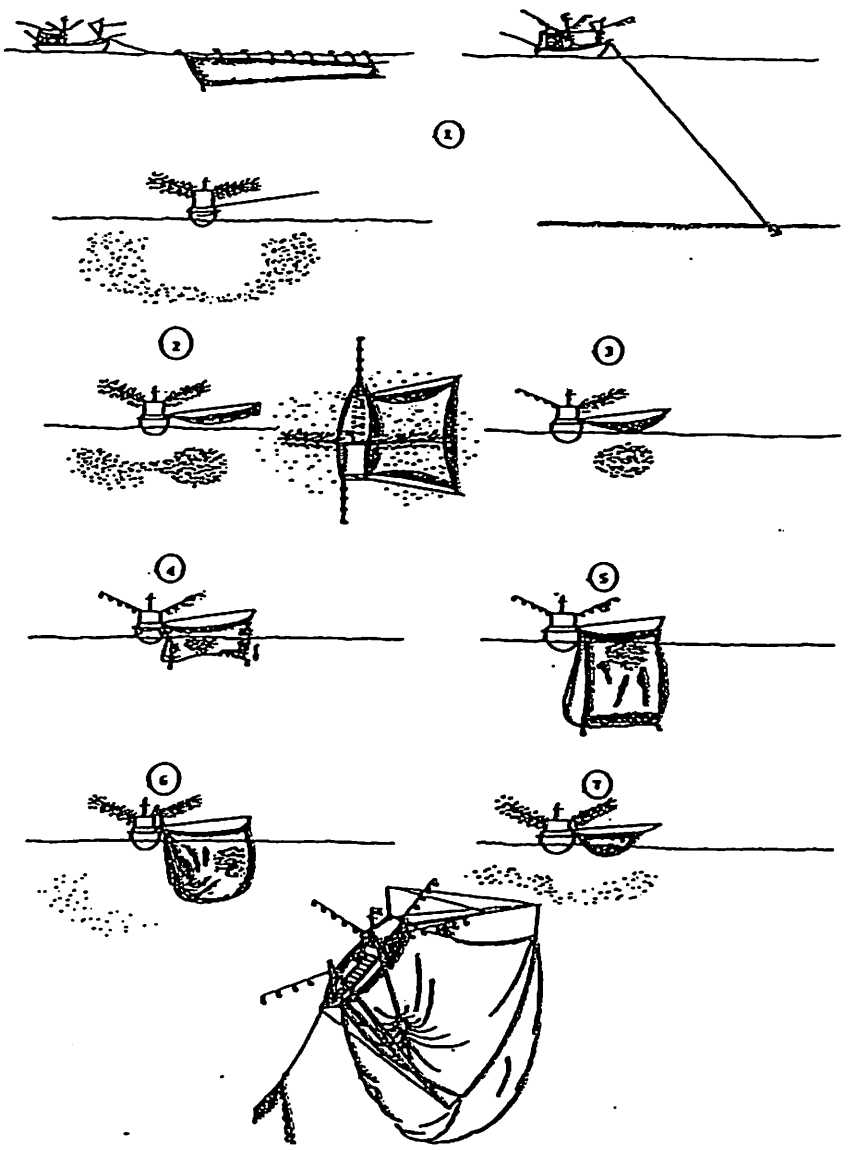
ภาพประกอบที่ 2.2 ลักษณะของเรือประมงที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ

ก. เรือที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ

ข. เรือที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำขณะทำการเปิดไฟเพื่อล่อสัตว์น้ำ

2.1.3 วิธีการทำประมง

ชาวประมงจะออกหาฝูงสัตว์น้ำเฉพาะกลางคืนในช่วงเดือนมืดที่ไม่มีแสงจากดวงจันทร์จะใช้ประการณ์ในการทำประมง และเครื่องมือช่วย เช่น เอคโคซาวดอร์ในการหาแหล่งของสัตว์น้ำ โดยจะทำประมงในน้ำลึกประมาณ 10 - 40 เมตร เมื่อพบฝูงสัตว์น้ำแล้วจะทำการทอดสมอเรือและจัดเตรียมเครื่องมืออวนขึงกับคันไม้ไผ่ขนาดใหญ่ทางกราบเรือด้านใดด้านหนึ่งให้เรียบร้อยและกว้านรั้งเก็บเนื้ออวนทั้งสี่ด้านไว้ที่ผิวน้ำ เปิดไฟทุกดวงเพื่อล่อหมึกให้สว่างที่สุดยกเว้นหลอดไฟฟ้าสปอตไลท์กลางลำเรือ ซึ่งจะใช้เวลาตั้งแต่นานตั้งแต่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป เมื่อเห็นว่ามีสัตว์น้ำหรือหมึกมาตอมแสงไฟมากพอแล้วจะทยอยดับดวงไฟที่ใช้ล่อทีละดวงตามลำดับ จนกระทั่งเหลือเฉพาะไฟราวกลางลำเรือ ด้านที่ใช้เครื่องมืออวนเสร็จแล้วเปิดไฟสปอตไลท์ที่ใช้และดับไฟดวงอื่นๆ จากนั้นเริ่มหรี่ไฟสีขาว โดยลดกำลังเครื่องยนต์จนเกือบมืดสนิท เมื่อสังเกตเห็นฝูงหมึกว่ายเข้ามาบริเวณผิวน้ำศูนย์กลางของไฟหรี่จึงปล่อยอวนครอบสัตว์น้ำแล้วรีบกว้านสายมานรูดปิดด้านล่างผืนอวนทันที จากนั้นจะเปิดไฟล่อใหม่กู้อวนขึ้นเรือจนสามารถคัดสัตว์น้ำใส่เรือได้ จะครอบอวนประมาณ 2 -15 ครั้งต่อคืน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่มืดและความชุกชุมของหมึก หากพบว่ามีสัตว์น้ำน้อยก็จะย้ายไปทำประมงแหล่งอื่นต่อไป โดยปกติแล้วจะใช้เวลาในการทำประมงเดือนละ 22 - 24 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพของคลื่นลมซึ่งสัตว์น้ำที่จับได้ส่วนใหญ่ คือ หมึกกล้วย หมึกหอม ปลากระตัก ปลาหลังเขียว ปลาอกแรกล้วย ปลาลัง ปลาสาก ปลาสีกุนข้างเหลือง ปลาแป้น และปลาแมว เป็นต้น ซึ่งลักษณะวิธีการทำประมงโดยใช้อวนครอบหมึกแสดงดังภาพประกอบที่ 2.3



ภาพประกอบที่ 2.3 วิธีทำประมงโดยใช้อวนครอบหมึก

(SEAFDEC, 1986)

2.2 ทฤษฎีการส่องสว่าง (Ilumination)

เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตกกระทบวัตถุ หรือพื้นที่ใดๆ เป็นผลให้แสงส่วนหนึ่งสะท้อนเข้าสู่ดวงตาทำให้เกิดการมองเห็น ปริมาณแสงที่ตกกระทบวัตถุหรือพื้นที่นั้นๆ จะเรียกว่าการส่องสว่าง หรือ ความสว่าง (Ilumination) โดยมีนิยามที่เกี่ยวข้องกับการส่งสว่าง ดังนี้ (BUDEZ,2014)

2.2.1 ปริมาณแสง (Luminous Flux)

ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง (Light Output) ในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นการบอกค่าพลังงาน หรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสง (Power of Light Source) ในรูปเส้นแรง ปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงนั้นๆ มีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen)

2.2.2 มุมเชิงของแข็ง (Solid Angle)

เป็นการวัดส่วนหนึ่งของพื้นผิวทรงกลมที่ถูกครอบคลุมด้วยพื้นที่สมมติรูปทรงกรวยที่มีส่วนแหลมของกรวยอยู่ที่จุดของทรงกลมนั้นๆ หรือ คืออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวส่วนที่พิจารณาของทรงกลมต่อรัศมีของทรงกลมนั้นๆ ยกกำลังสอง มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน (Steradian) (มนตรี เงาเดช, 2550)

$$\omega = \frac{A}{R^2} \qquad (2.1)$$

โดยที่ ω = มุมเชิงของแข็ง หรือ Solid angle

A = พื้นที่ผิวที่พิจารณาของทรงกลม

R = รัศมีของทรงกลม

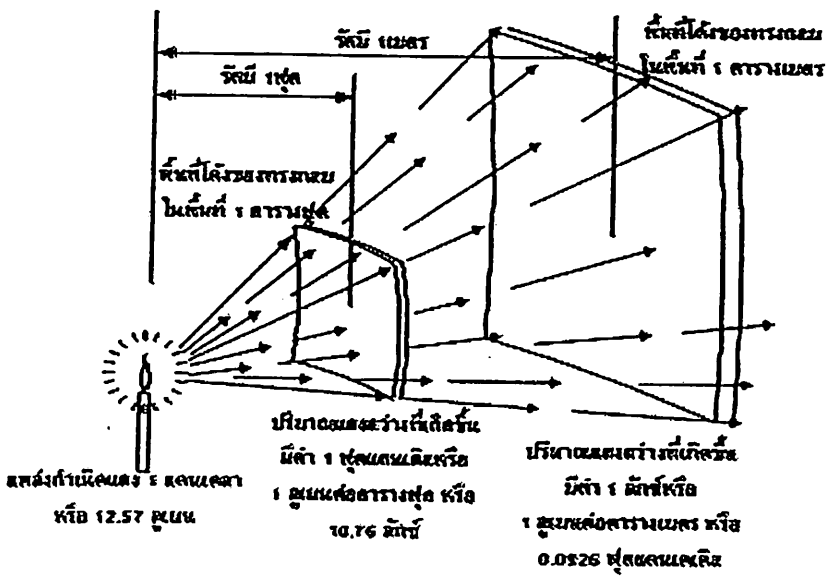
2.2.3 ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity)

ปริมาณแสงที่เปล่งออกมาแหล่งกำเนิดแสงใน Solid Angle ใดๆ ในทิศทางหนึ่งทิศทางใด ค่าความมากน้อยของพลังงาน หรือกำลังของแหล่งกำเนิดแสงใดๆ ในรูปความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หรือ กำลังส่องสว่าง (Candlepower) มีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candle) หรือ ลูเมนต่อสเตอเรเดียน (Lumen per Steradian) ใช้สำหรับการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดเล็กมาก จนถือว่าเป็นจุด (Point Source)

หากพิจารณาโดยการนำแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กมากจนเสมือนจุด และมีค่าความเข้มการส่องสว่างสม่ำเสมอทุกทิศทางเท่ากับ 1 แคเดลา มาวางไว้ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมรัศมี 1 หน่วย ปริมาณแสงที่พุ่งไปตกลงบนทุกๆหนึ่งตารางหน่วยพื้นที่บนพื้นผิวของทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน (Lumen) และเนื่องจากพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงกลมรัศมี 1 หน่วยมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ สามารถสรุปได้ว่า ความเข้มการส่องสว่าง 1 แคนเดลา สามารถเปล่งปริมาณเส้นแรงของแสงออกมาได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน

2.2.4 ความส่องสว่าง (Illuminace)

เมื่อปริมาณแสงตกกระทบลงบน 1 หน่วยพื้นที่ใดๆ ผลที่ได้คือความสว่าง มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (Lumen per Unit of Area) เช่นเดียวกับการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงในทรงกลม หากทรงกลมมีรัศมี 1 ฟุต ปริมาณแสง 1 ลูเมนที่พุ่งไปตกลงบนพื้นที่หนึ่งตารางฟุตของผิวทรงกลมปริมาณความส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางฟุต (Footcandle) แต่ถ้ารัศมีของทรงกลมมีค่าเท่ากับ 1 เมตร ปริมาณความส่องสว่างจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ 1 ลักซ์ (Lux) ซึ่งลักษณะของปริมาณแสง (Luminous Flux) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.4



ภาพประกอบที่ 2.4 ลักษณะของปริมาณแสง (Luminous Flux)
(มนตรี เงาเดช, 2550)

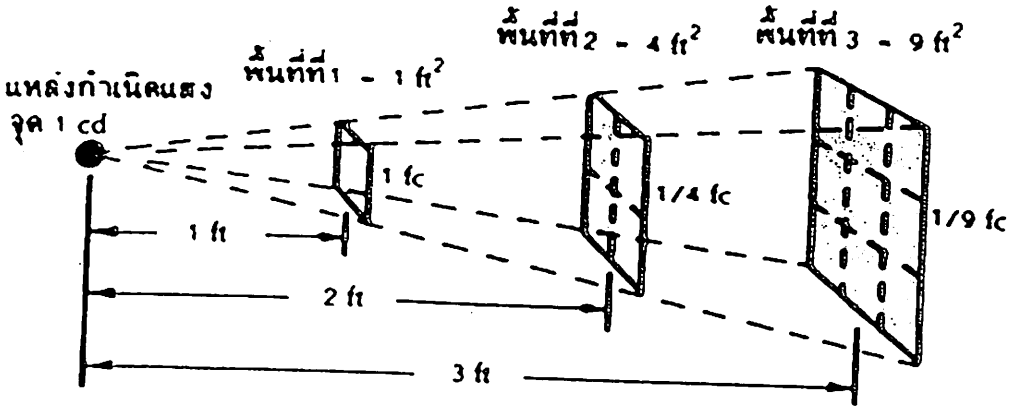
2.2.5 การส่องสว่าง (Illumination)

ปริมาณการส่องสว่างบนพื้นที่ผิวใดๆ จะแปรผันตรงกับความเข้มการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง และแปรผกผันกับค่าระยะทางยกกำลังสองระหว่างพื้นที่ผิวนั้นกับแหล่งกำเนิดแสง และเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) มีหน่วยเป็น ลักซ์ หรือ ฟุตแคนเดิล ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.5 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้(พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537)

โดยที่ E = ปริมาณความส่องสว่างบนพื้นผิวที่พิจารณา มีหน่วยเป็น หน่วยเป็น ลักซ์ (lx) หรือ ฟุตแคนเดิล (fc)

I = ความเข้มการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางที่พุ่งไปหาพื้นที่ผิวที่พิจารณา มีหน่วยเป็น แคนเดลา (cd)

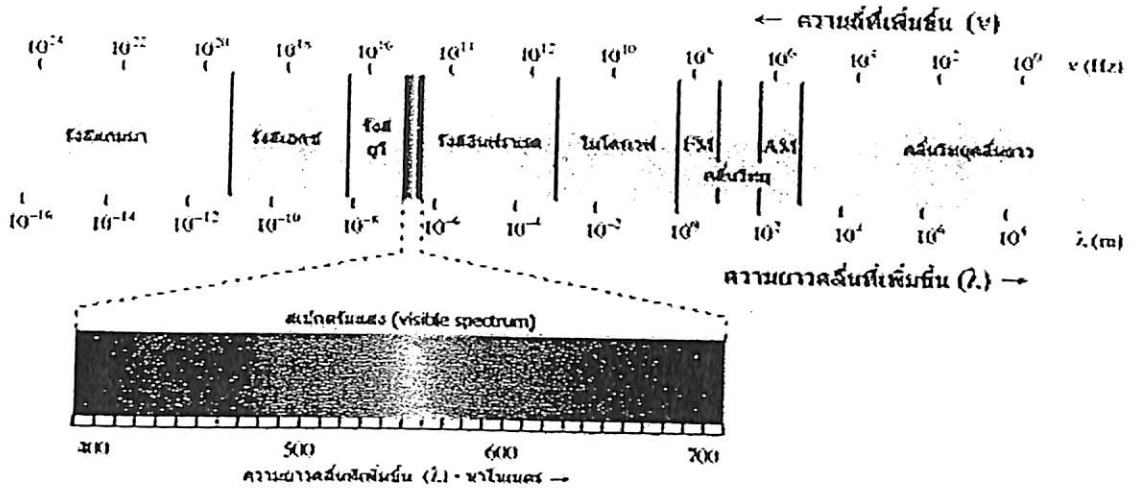
d = ระยะทางแหล่งกำเนิดแสงสว่างถึงจุดบนพื้นที่ที่ต้องการวัดแสงสว่าง มีหน่วยเป็นฟุต(ft) หรือ เมตร(m)



ภาพประกอบที่ 2.5 การกระจายของฟลักซ์จะลดลงโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง (พิบูลย์ ดิษฐอุดม, 2537)

2.3 แสงสว่าง

แสงสว่างเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นคลื่น สามารถเคลื่อนที่ได้มีลักษณะเหมือนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมีคุณสมบัติที่ทำให้ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นแสงว่างมีสีต่างๆ ได้ และสามารถแยกแยะขนาด รูปร่าง และสีของสิ่งของต่างๆ ได้แต่ความยาวคลื่นของสีแสงสว่างสีต่างๆ จะมีความยาวคลื่นต่างกันออกไป การมองเห็นแสงสว่างสีต่างๆ ได้ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงสว่างสีที่ตกกระทบตาว่าอยู่ที่ช่วงความยาวคลื่นของแสงสว่างสีเท่าไรก็จะเห็นแสงสว่างสีนั้นออกมา



ภาพประกอบที่ 2.6 ช่วงคลื่นต่างๆในรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) (วิษณุ เอื้อชูเกียรติ, 2552)

จากภาพประกอบที่ 2.6 พบว่ากลุ่มของแสงสว่างสีต่างๆ ที่มองเห็นได้นั้นจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่นของแสงสว่างระหว่าง 380 ถึง 760 นาโนเมตร ถ้าพลังงานแสงสว่างสีลดลงโดยเปลี่ยนจากแสงสว่างสีเขียวไปเป็นสีน้ำเงิน ผลตอบสนองของตาจะลดลงเรื่อยๆ และเมื่อลดลงถึง 380 นาโนเมตร ก็ไม่สามารถมองเห็นสีของแสงสว่างสีต่างๆได้ แต่ยังให้พลังงานคลื่นออกเป็นรังสีเหนือม่วง(Ultraviolet) ถ้าเริ่มแสงสว่างสีที่ความยาวคลื่นของแสงสว่างที่ 555 นาโนเมตรขึ้นไปจะเห็นสีของแสงสว่างสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นแสงสว่างสีแดง ผลตอบสนองของตาจะลดลง และจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงความยาวคลื่นของแสงสว่างที่ 760 นาโนเมตร จากนั้นจะไม่สามารถมองเห็นสีของแสงสว่างได้ พลังงานที่มีความยาวคลื่นมากกว่าความยาวคลื่นของแสงสว่างสีขึ้นไปอีกก็คือรังสีใต้แสงสีแดงซึ่งจะเป็นช่วงของรังสีอินฟาเรด(Infrared)

2.4 หลอดคายประจุความดันสูง (High Intensity Discharge Lamp ; HID)

หลอดไฟฟ้าคายประจุความดันสูง (High Intensity Discharge Lamp ; HID) เป็นหลอดไฟฟ้าที่มีค่าปริมาณเส้นแสงสว่างต่อวัตต์สูงกว่าหลอดไฟฟ้าชนิดอื่น มีขนาดกะทัดรัด ติดตั้งง่าย และส่องสว่างออกไปได้ไกลสามารถแบ่งเป็นชนิดต่างได้ 3 ชนิด คือ หลอดไฟฟ้าปรอทความดัน ไอสูง (High Pressure Mercury Lamp), หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์(Metal Halide Lamp) และ หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันสูง(High Pressure Sodium Lamp) ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์(Metal Halide Lamp) เท่านั้น

หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์เป็นหลอดไฟฟ้าฟ้าที่พัฒนามาจากหลอดไฟฟ้าแสงจันทร์ กำเนิดแสงโดยการอาร์กอิเล็กโทรดของไส้หลอด ภายในบรรจุสารประกอบจำพวกไอโอดีนของโลหะ เช่น ไอโอดีน (Iodine) โซเดียม (Sodium) หรือ โบรมายด์(Bromine) หลอดไฟฟ้าชนิดนี้เป็นประเภท High Intensity Discharge (HID) ของชนิดก๊าซดิสชาร์จเหมือนหลอดไฟฟ้าเมอร์คิวรี่ (Mercury Vapor Lamp) แต่มีสารประกอบโลหะสำหรับการจุดไส้หลอดไฟฟ้าเป็นการเพิ่มประสิทธิผล และ ความขาวของแสงหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์เหมือนกับหลอดไฟฟ้าปล่อยประจุชนิดอื่นๆ มีข้อดีคือมีสเปกตรัมแสงทุกสี ทำให้สีทุกชนิดเด่นภายใต้หลอดไฟฟ้าชนิดนี้ นอกจากความถูกต้องของสีสูงแล้ว แสงที่ออกมาก็อาจมีตั้งแต่ 3,000 - 4,500 เคลวิน(ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตต์) ส่วนใหญ่นิยมใช้กับสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ มีอายุการใช้งานประมาณ 6,000 - 9,000 ชั่วโมง และมีขนาดวัตต์ 100, 125, 250, 300, 400, 700 และ 1,000 วัตต์

2.4.1 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า

- กระเปาะแก้วด้านนอก(Outer Bulb or Glass Bulb) ทำมาจากแก้วบอโรซิลิเกต หรือแก้วหนา ทำหน้าที่ป้องกันกระเปาะแก้วด้านใน, กรองรังสีอุลตร้าไวโอเลต และรักษาอุณหภูมิของหลอดอาร์กให้คงที่

- กระเปาะแก้วด้านใน(Arc Tube) ทำมาจากแก้วควอตซ์ ชนิดทนความร้อนสูง ภายในบรรจุก๊าซอาร์กอนและปรอท นอกจากนี้ยังบรรจุก๊าซจำพวกอโอไดด์ของโลหะเข้าไป สารจำพวกนี้ได้แก่ โซเดียมไอโอไดด์, อิเดียมไอโอไดด์, ทัลเลียมไอโอไดด์ และดีสโปเซียมไอโอไดด์ เมื่อหลอดไฟฟ้าทำงานแล้วการแตกตัวของโลหะพวกไอโอไดด์ จะทำให้เกิดแสงสว่างที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันหลายๆ ความยาวคลื่น

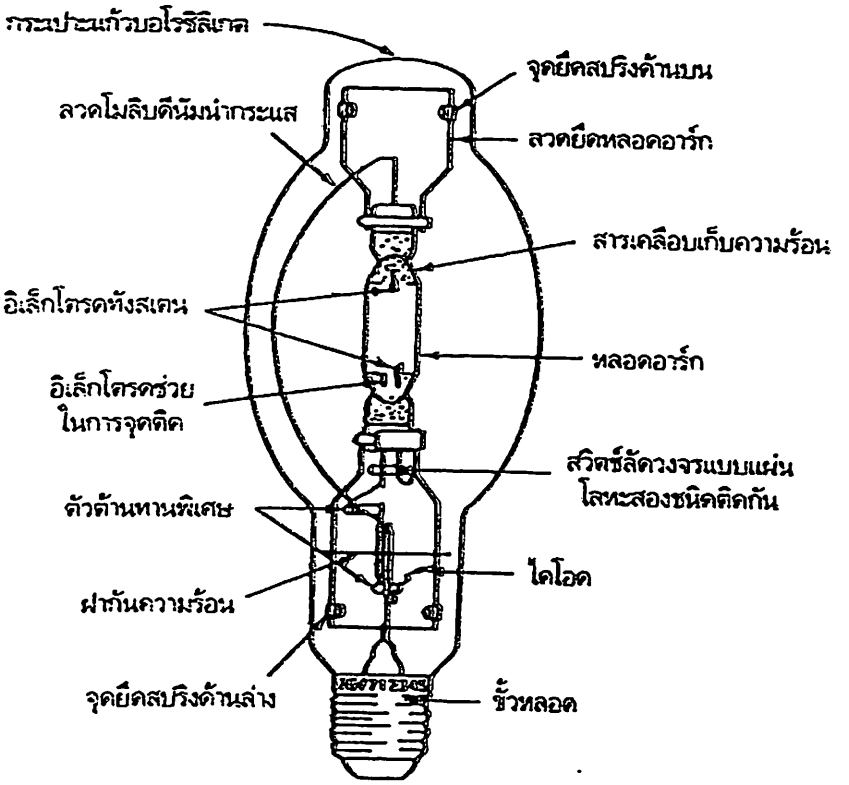
- อิเล็คโทรด (Electrode) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- Starting Electrode ทำหน้าที่ช่วยสตาร์ทหลอดไฟฟ้า อาจทำด้วยวัสดุ Molybdenum หรือทังสเตนก็ได้ โดยต่ออนุกรมกับ Starting Resistor ซึ่งมีค่าประมาณ 10,000 – 30,000 โอห์ม ที่ทำหน้าที่ลดกระแสตอนสตาร์ท

- Main Electrode ทำด้วยทังสเตนเคลือบด้วยแบเรียมออกไซด์ทำหน้าที่ปล่อยอิเลคตรอนออกมาเป็นจำนวนมาก ปัจจุบัน Main Electrode ทำด้วยแท่งธอเรียม

- ขั้วหลอด จะเป็นแบบเกลียวขนาดใหญ่(Mogul Screw) ทุกขนาดเนื่องจากเป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าสูง

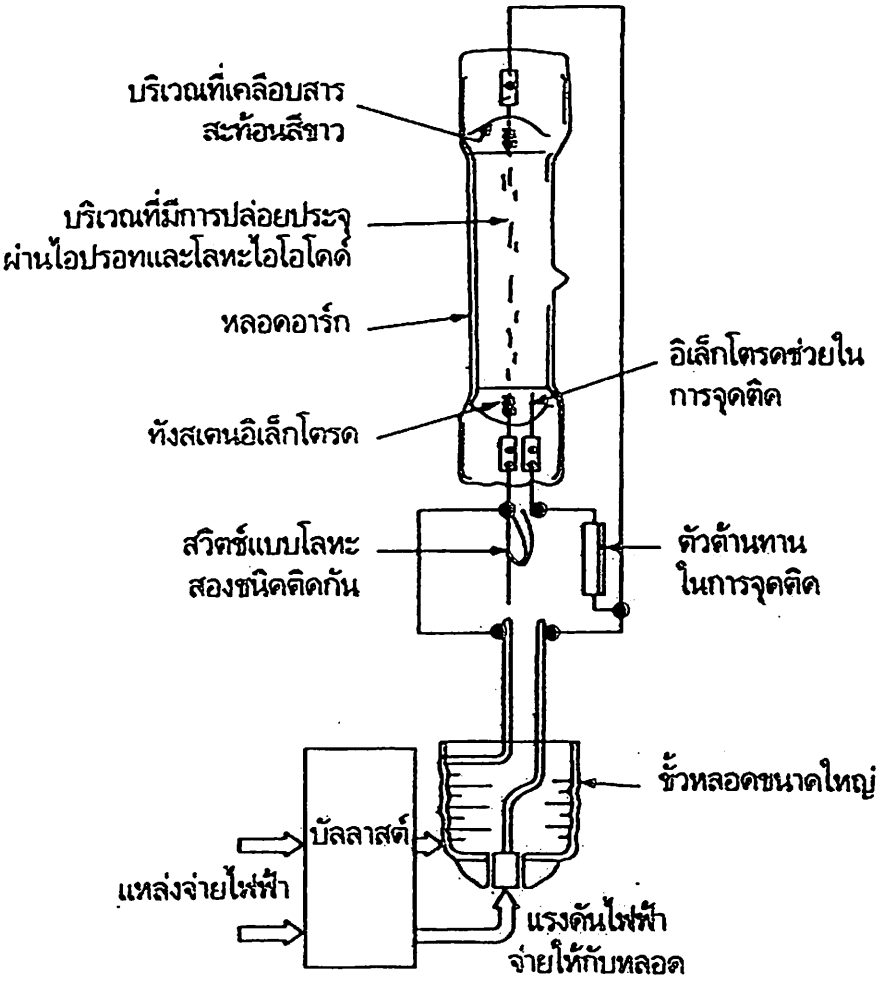
- Support ใช้ยึด Arc Tube กับขั้วด้านในของหลอดไฟฟ้า พร้อมทั้งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปยัง Electrode



ภาพประกอบที่ 2.7 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์
(มนตรี เงาเดช, 2550)

2.4.2 หลักการทำงาน

ในวงจรการทำงานของหลอดไฟฟ้าจะต้องใช้ตัวจุดหลอด(Pulse Startor or Ignitor) เป็นตัวสร้างพัลส์ที่มีความถี่สูง(ใช้เวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที) เพื่อที่จะทำให้บัลลาสต์สร้างแรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อไปขับหลอดไฟฟ้าและทำให้เกิดการแตกตัวของสาร คือไปกระตุ้นให้สารอโอไดด์เกิดการแตกตัว เมื่อหลอดไฟฟ้าทำงานแล้วตัวจุดหลอดจะหมดหน้าที่ เหลือแต่บัลลาสต์ตัวเดียวที่ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าและควบคุมแรงดันที่ไฟตกคร่อมที่ตัวหลอด ซึ่งสีของแสงที่ได้จะเป็นการผสมกันระหว่างแสงสีของไอปรอท ก๊าซอาร์กอนรวมกันกับสี ของสารไอโอไดด์ จะทำให้แสงมีความสมดุลมากขึ้น

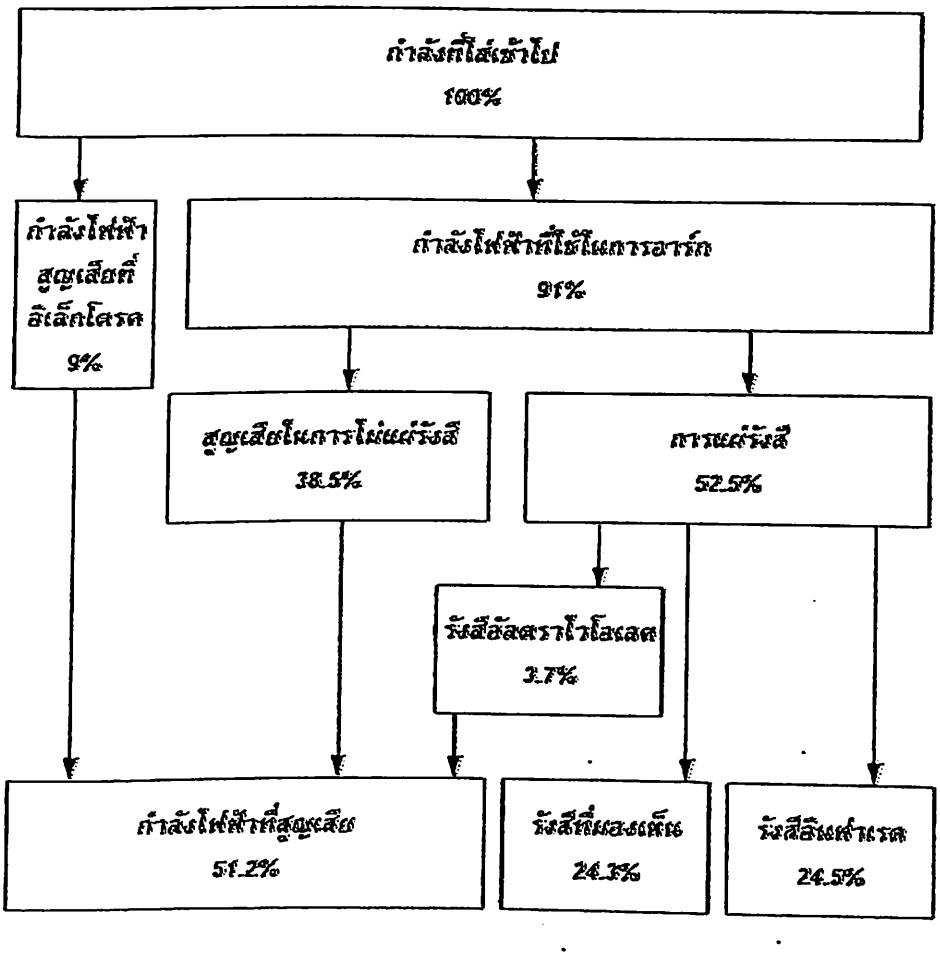


ภาพประกอบที่ 2.8 การทำงานของหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์

(มนตรี เงาเดช, 2550)

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติข้อดี – ข้อเสีย ของหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. อายุใช้งานนาน คือ 8,000 -24,000 ชั่วโมง 2. เป็นหลอดไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าสูง ที่มีราคาถูกที่สุด 3. ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์ ใช้เพียงบัลลาสต์และคาปาซิเตอร์ 4. มีหลอดไฟฟ้าชนิดไม่ใช้บัลลาสต์ 5. สามารถใช้โดยไม่ต้องมีฉากกั้นแสง	1. ประสิทธิภาพแสงต่ำในหลอดไฟฟ้ากำลังสูง < 80 lm/W 2. ความเสื่อมของหลอดไฟฟ้าสูง 3. ค่าดัชนีความเหมือนสีค่อนข้างต่ำ (Ra = 40 – 63) 4. มีฉหฎมิสีเฉพาะโทนสีขาว หรือขาวเย็น 5. ใช้เวลาอุ่นหลอดไฟฟ้า 3 – 7 นาที และรอจุดซ้ำ 3 – 6 นาที



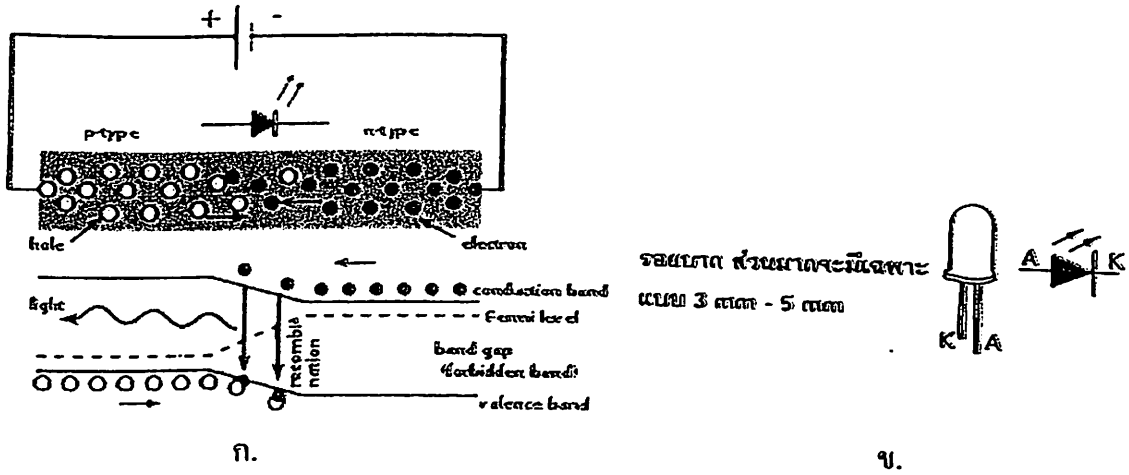
ภาพประกอบที่ 2.9 พลังงานที่ใส่ให้กับหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์และพลังงานที่ออกมา (มนตรี เงาเดช, 2550)

2.5 LED (Light Emitting Diode)

LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำพวกสารกึ่งตัวนำ ที่สามารถเปล่งแสงออกมาได้ โดยปกติหลอดไฟฟ้าชนิดนี้สามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพในการให้แสงก็ยังดีกว่าหลอดไฟฟ้าขนาดเล็ก หลอดไฟฟ้า LED สามารถให้แสงได้หลาย ๆ ความยาวคลื่น เช่น สามารถให้แสงสีแดง , แสงสีน้ำเงิน , แสงสีเขียว , แสงสีขาว ฯลฯ

2.5.1 หลักการทำงาน

หลอดไดโอดเปล่งแสงหรือหลอดไฟฟ้า LED โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจก เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัว LED โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอโนด (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหลเป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง ดังภาพที่ 2.11 หลักการทำงานและสัญลักษณะของหลอดไฟฟ้า LED โดยที่ขา A หรือมักเรียกว่า ขาแอโนด โดยขานี้จะต้องป้อนไฟบวก (+) ให้เท่านั้น (ขายาว) และขา K หรือมักเรียกว่า ขาแคโทด โดยขานี้จะต้องป้อนไฟลบ (-) ให้เท่านั้น (ขาสั้น)



ก. ข.

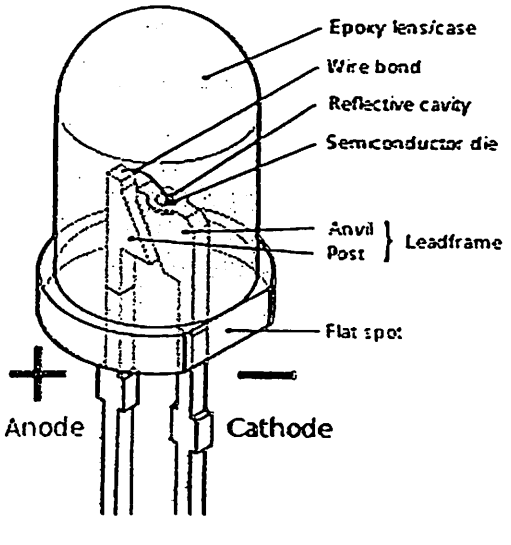
ภาพประกอบที่ 2.11 หลักการทำงานและสัญลักษณ์ของ LED

ก. หลักการทำงานของหลอดไฟฟ้า LED

ข. สัญลักษณ์ของหลอดไฟฟ้า LED

2.5.2 ส่วนประกอบของ LED

LED มีหลายขนาดแต่ที่พบได้ส่วนใหญ่จะเป็นขนาด 3 และ 5 มิลลิเมตร แกนของ LED มีลักษณะเป็นลูกบาศก์ ประกอบด้วยสารกึ่งด้วยนำที่เป็นขั้วบวกและลบ (PN junction) ที่ทำหน้าที่เปล่งแสงออกมา ชนิดของสารกึ่งตัวนำจะเป็นตัวกำหนดสี และทั้งหมดจะอยู่บนถ้วยที่ทำหน้าที่สะท้อนแสงให้พุ่งไปที่โดมที่ทำด้วยอีพอกซี่ใสที่ใช้เป็นเคส โดมจะทำหน้าที่เป็นเลนส์ โดยใช้ระยะจากถ้วยถึงโดมในการกำหนดระยะโฟกัส LED บางแบบจะใช้เคสอีพอกซี่แบบเรียบหรือเป็นเลนส์เว้าเพื่อให้กระจายแสงได้มากขึ้น โดยส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า LED สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2.12

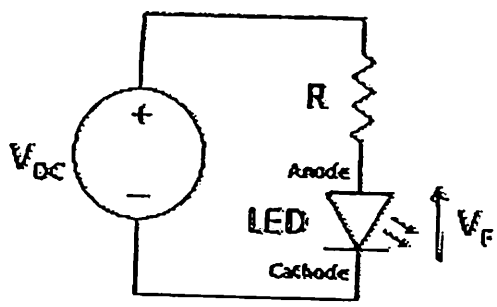


ภาพประกอบที่ 2.12 ส่วนประกอบของ LED

1. Lens หรือส่วนที่เป็นเรซิ่น ทำหน้าที่จำกัดทิศทางของแสงให้ไปในองศาที่ต้องการ
2. Bond wire สายเชื่อมต่อ นำไฟฟ้าระหว่าง Anode กับ LED Chip ทำจากอลูมิเนียมผสมหรือทำจากทองคำ
3. Reflector Cup ถ้วยสะท้อนใช้สำหรับสะท้อนแสงของ Chip LED มักทำเป็นชิ้นเดียวกับ Cathode ซึ่งอาจมีทั้งเหล็กและอลูมิเนียม บางแบบไม่มีแต่ใช้อย่างอื่นในการสะท้อนแทน เช่น Heat Sink
4. LED Chip คือสารกึ่งตัวนำ P และ N ต่อกันโดยการเกิดแสงนั้น แสงจะออกมาตามรอยต่อจึงต้องมี Reflector ช่วยในการกระจายแสง

2.5.3 วงจรการทำงาน

หลักการวงจรของ LED จ่ายไฟบวกกระแสตรงเข้าที่ขา อาร์โนด (Anode) และไฟลบเข้ากับขา แคโธด(Cathode) จะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัว LED ที่เรียกว่า VF หรือ Farword Voltage เมื่อมีแรงดันตกคร่อม VF คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำภายใน LED จะเปล่งแสงออกมาแต่เพื่อจำกัดไม่ให้กระแสไหลผ่าน LED มากจนเกินไปจำเป็นต้องต่อ ตัวต้านทาน หรือ Resistor อนุกรมเข้าไปในวงจร ตามภาพประกอบที่ 2.13



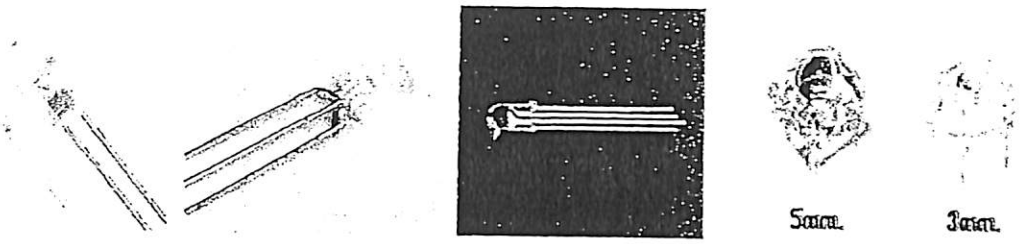
ภาพประกอบที่ 2.13 วงจรการใช้งาน LED

โดยคุณสมบัติสำคัญของไดโอด LED คือ แรงดันตกคร่อมหรือ VF และกระแสไหลผ่านที่ทนได้สูงสุดหรือ Imax ตัวต้านทานหรือ R ที่ต่อไว้เพื่อจำกัดกระแสจะมีความร้อนเกิดขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญในการออกแบบหลอดไฟฟ้าที่ใช้ LED สิ่งหนึ่งคือการเลือกตัวต้านทานหรือ R ที่มีอัตราการระบายความร้อนที่ดี เพื่อระบายความร้อนจากหลอดไฟฟ้า LED

2.5.4 รูปแบบของ LED

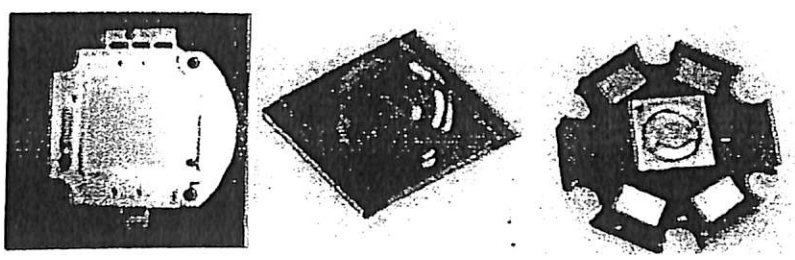
LED มีหลายรูปแบบสามารถแบ่งตามลักษณะของ Packet ได้ 2 แบบคือ

1. แบบ Lamp Type เป็น LED ที่พบกันอยู่ทั่วไปมีขายื่นออกมาจากตัว Epoxy สองขาหรือมากกว่า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 mm. ขึ้นไป โดยทั่วไปผู้ผลิตจะออกแบบให้ขับกระแสไฟฟ้าได้ไม่เกิน 150 mA โดยลักษณะของหลอดไฟฟ้า LED แบบ Lamp Type ดังภาพประกอบที่ 2.14



ภาพประกอบที่ 2.14 หลอดไฟฟ้า LED แบบ Lamp Type
(หทัยชนก หมื่นกล้า, 2556)

2. แบบ Surface Mount Type (SMT) มีลักษณะเป็น Packet เป็นตัวบางๆ สำหรับการประกอบต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ขนาดขับกระแสตั้งแต่ 20 mA – มากกว่า 1 A สำหรับ LED แบบ SMT ถ้าสามารถขับกระแสได้ตั้งแต่ 300 mA ขึ้นไป จะเรียกว่า Power LED การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ภายในเนื่องจากสารเคลือบหน้าหลอดไฟฟ้า LED ส่วนใหญ่จะเป็นซิลิโคน ซึ่งละอองน้ำหรือความชื้นสามารถซึมผ่านได้ โดยหลอดไฟฟ้า LED แบบ Surface Mount Type (SMT) ตามภาพประกอบที่ 2.15



ภาพประกอบที่ 2.15 หลอดไฟฟ้า LED แบบ Surface Mount Type (SMT)
(หทัยชนก หมื่นกล้า, 2556)

2.5.5 คุณสมบัติของ LED

1. มีประสิทธิภาพการให้พลังงานแสงสว่างที่ระดับสูงถึง 70 ลูเมน/วัตต์ สูงกว่าหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดที่มีประสิทธิภาพที่ระดับ 15 ลูเมน/วัตต์ แม้ประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างของหลอดไฟฟ้า LED ในปัจจุบันจะต่ำกว่าหลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซ็นต์ แต่แสงสว่างของหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์จะแพร่ออกไปทุกทิศทางทำให้สูญเปล่าจำนวนมาก ขณะที่แสงสว่างของหลอดไฟฟ้า LED จะส่องไปเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น ดังนั้นประสิทธิภาพของ LED ที่ระดับ 70 ลูเมน/วัตต์ จึงมีมากกว่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์ ที่ระดับ 100 ลูเมน/วัตต์

2. หลอดไฟฟ้า LED มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าหลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซ็นต์ เนื่องจากภายในบรรจุไอของปรอท

3. สามารถควบคุมคุณภาพและทิศทางของแสงที่ปล่อยออกมาได้มากกว่าหลอดไฟฟ้าทั่วไป

4. หลอดไฟฟ้า LED ปล่อยความร้อนออกมาน้อยกว่าหลอดไฟฟ้าทั่วไปเพราะพลังงานส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นแสงทั้งหมด

5. อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า LED ยาวนานถึง 100,000 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์ ซึ่งมีอายุใช้งาน 30,000 ชั่วโมงหรือหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดความร้อนที่มีอายุการใช้งานเพียง 1,000 – 2,000 ชั่วโมง

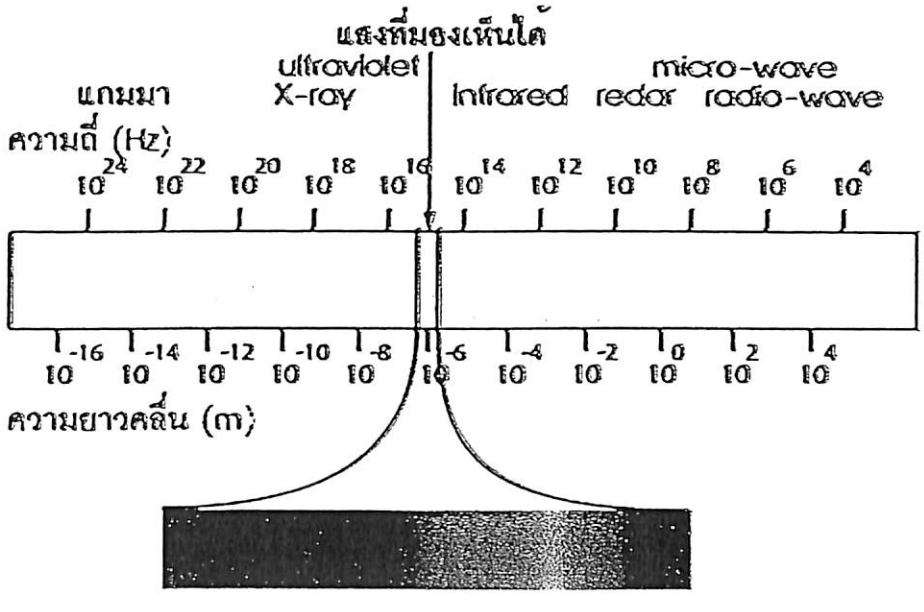
6. หลอดไฟฟ้า LED มีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนมากกว่า จึงเหมาะสมสำหรับ ติดตั้งในเครื่องบิน รถยนต์ หรือเรือ นอกจากนี้หลอดไฟฟ้า LED ไม่เปราะบางเหมือนกับหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดความร้อนหรือหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์

7. หลอดไฟฟ้า LED เหมาะสำหรับหลอดไฟฟ้าที่ต้องการให้เปิดปิดบ่อยครั้ง เนื่องจากสามารถเปิดปิดบ่อยๆ โดยไม่มีปัญหาแต่อย่างใด และเมื่อเปิดหลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างทันทีแตกต่างจากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซ็นต์ที่หากเปิดปิดบ่อยครั้งจะเสียง่าย หรือหลอดไฟฟ้าดายประจุความเข้มสูง(High Intensity Discharge, HID) ซึ่งเมื่อเปิดสวิตช์แล้วจะใช้เวลาช่วงหนึ่งในการจุดติดกว่าจะให้เกิดแสงสว่าง

2.5.6 สีของ LED

สีของแสงจาก LED ที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide,GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกลเลียมอาซีไนด์ ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide,GaAsP) เกิดแสงสีเหลือง และเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหล ผ่านหลอดไฟฟ้า LED หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดไฟฟ้ามีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งแสงที่ตามองเห็น (Visible Light) เป็นส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร (1 เมตร = 10^9 นาโนเมตร หรือ 100 ล้านนาโนเมตร) หากนำแท่งแก้วปริซึมมาหักเหแสงอาทิตย์ จะเห็นว่าแสงสีขาวถูกหักเหออกเป็นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง คล้ายกับสีของรุ้งกินน้ำ เรียกว่า สเปกตรัม (Spectrum) แสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน สีม่วงมีความยาวคลื่นน้อยที่สุด สีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด นอกจากแสงที่ตามองเห็นแล้วยังมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ชนิดอื่นๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น คลื่นไมโครเวฟ และ คลื่นรังสีแกมมา เป็นต้น ดังภาพประกอบที่ 2.16 เป็นการแสดงให้เห็นถึงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทต่างๆตามช่วงความยาวคลื่น



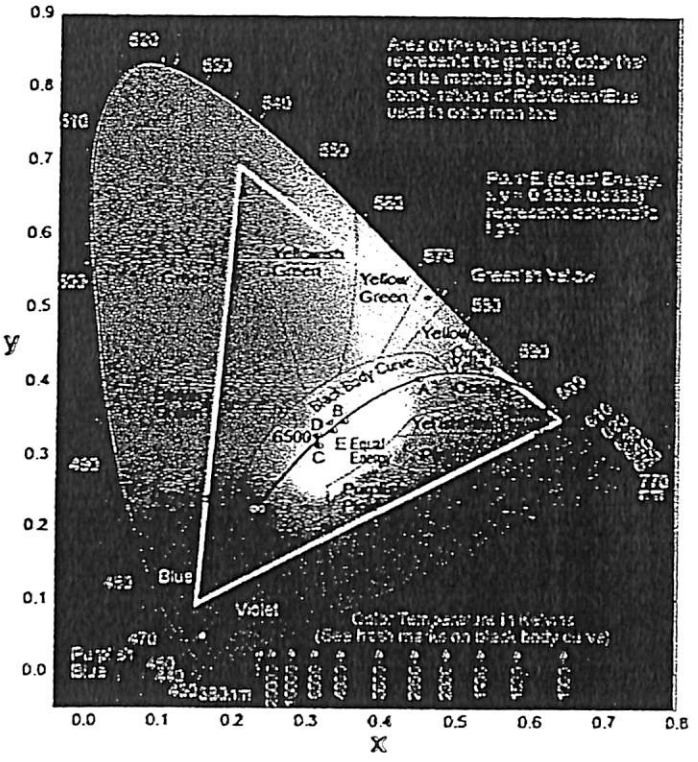
ภาพประกอบที่ 2.16 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทต่างๆ
(หทัยชนก หมื่นกล้า, 2556)

การเกิดสีในช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มองเห็นสีได้จะเริ่มตั้งแต่ช่วงแสงสีม่วง สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง ไปจนถึงแสงสีแดง โดยการมองเห็นสีของแสงที่ออกมานั้นจะมีช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป ดังนี้

สีแดง	มีความยาวคลื่นที่	610	ถึง	760	นาโนเมตร
สีเขียว	มีความยาวคลื่นที่	500	ถึง	570	นาโนเมตร
สีน้ำเงิน	มีความยาวคลื่นที่	450	ถึง	500	นาโนเมตร

โดยการวัดค่าสีจะใช้เครื่องมือวัด Spectrophotometer ที่สามารถวัดสีของวัตถุออกมาเป็นตัวเลขได้ ซึ่งจะวัดปริมาณการสะท้อนแสงของวัตถุเทียบมาตรฐานอ้างอิงที่เป็น Reflectance Curve วัตถุที่มีสีแตกต่างกันจะมีค่า Reflectance Curve ที่ต่างกันซึ่งการวัดสีในเครื่อง Spectrophotometer มีอยู่หลายระบบด้วยกัน เช่น ระบบ CIE Chromaticity Coordinate ดังภาพประกอบที่ 2.17 เป็น

แผนผังที่ใช้บอกสีรูปเกือกม้า ซึ่งเป็นวิธีการที่ระบุสีได้ชัดเจนขึ้น โดยค่าตามแนวแกน x จะบอกความเป็นสีแดงของวัตถุ แกน y จะบอกความเป็นสีเขียวของวัตถุ และค่า z จะบอกความเป็นสีน้ำเงินของวัตถุ



ภาพประกอบที่ 2.17 การวัดสีด้วยระบบ CIE Chromaticity Coordinate

(Stephen Evanczuk, 2011)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

. จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี 2557 พบว่าปริมาณการจับหมึกมีปริมาณรวม 100,914 ตัน(กรมประมง,2557) ซึ่งปริมาณการจับมีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาเป็นเครื่องมือช่วยมากขึ้น การทำประมงโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ(Fishing Luring Light) เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ใช้ในการจับสัตว์น้ำจะใช้เครื่องมือประเภทอวนครอบมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการจับหมึกกล้วยเป็นหลัก (อัศนีย์,2527) และยังสามารถจับหมึกชนิดอื่นๆรวมถึงปลาได้ด้วย โดยสัตว์น้ำเกือบทุกชนิดจะ

ตอบสนองต่อแสงไฟมีทั้งการตอบสนองโดยการ เข้าหาแสงไฟและการหลบหลีกแสงไฟ(Breder, 1967; Breder and Halpern, 1946) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิด(Douglas and Mustafa, 1990) แต่ส่วนใหญ่สัตว์น้ำจะตอบสนองในลักษณะเข้ามาหาแสงไฟ โดยที่พฤติกรรมการเข้าหาแสงไฟของสัตว์น้ำเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น การรวมฝูงและกินอาหารภายใต้แสง การเข้าหาแสงไฟจากสัญชาตญาณ หรือเป็นบริเวณที่เหมาะสมในการหาอาหาร (Arimoto,2006) เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมของหมึกพบว่าจะออกหาอาหารในเวลากลางคืนและในอ่าวไทยจะพบหมึกชุกชุมที่ระดับความลึก 5 - 40 เมตร (เจิดจินดา และคณะ, 2532)

ปัจจุบันมีการแข่งขันการทำประมงมากขึ้นจึงทำให้ชาวประมงเริ่มทำการแข่งขันโดยการเพิ่มกำลังไฟของหลอดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพราะเชื่อกันว่าหากใช้หลอดไฟฟ้ากำลังงานสูงจะสามารถดึงดูดสัตว์น้ำได้มากขึ้น หลอดไฟฟ้าที่ชาวประมงนิยมใช้เป็นตัวล่อสัตว์น้ำได้แก่ หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์และหลอดไฟฟ้าอินแคเดสเซนต์ ซึ่งหลอดไฟฟ้าทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณแสงที่มองเห็นได้เพียง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะเป็นรังสีอินฟราเรดและพลังงานสูญเสีย (มณฑล,2550) ปัจจุบันชาวประมงเริ่มใช้หลอดไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงมากขึ้น ทำให้ต้นทุนส่วนใหญ่ของการประมงอยู่ที่การปั่นไฟเพื่อล่อสัตว์น้ำ(วาสนา และวุฒิชัย,2557) แม้ผลการศึกษาการทำประมงด้วยแสงไฟเพื่อจับปลากะตักหรือหมึกกล้วยนั้น พบว่าสัตว์น้ำจะว่ายเข้าหาแสงไฟโดยมีระยะห่างอยู่ในช่วงของความเข้มแสงที่ใช้ซึ่งความเข้มของแสงที่มาก บริเวณใกล้ลำเรือดูเสมือนว่าจะไม่มีประโยชน์ในการดึงดูดสัตว์ (Ogura, 1968; Protasov, 1968; Kawamura, 1986) โดยภายใต้การใช้ความเข้มของแสงไฟที่มากจะพบว่าสัตว์น้ำจะว่ายอยู่บริเวณริมขอบรอบนอกที่สลัวของแสงไฟซึ่งเป็นที่สามารถปรับการมองเห็นได้ดี (Hanlon and Messenger, 1996) ดังนั้นการลดความเข้มของแสงไฟลงนอกจากจะส่งผลให้สัตว์น้ำว่ายเข้ามาใกล้ลำเรือมากขึ้นก็น่าจะเป็นผลให้มีการจับสัตว์น้ำได้ดีขึ้น(Kawamura, 1986) โดยลักษณะของแสงไฟแอลอีดี (Light Emitting Diode:LED) พบว่ามีความเหมาะสมสำหรับการทำประมงโดยใช้แสงไฟ(Li TianHua and Jing Xing, 2013) และผลศึกษาการเข้าหาแสงไฟสีต่างๆจากหลอดไฟฟ้า LED ของหมึกหอมพบว่าเพศไม่มีผลต่อการเข้าหาแสงไฟ(จรวย,2557) โดยที่แสงไฟจากหลอดไฟฟ้า LED แสงสีขาว สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง หมึกจะมีอัตราการเข้าแสงบ่อยที่สุดตามลำดับ(Monton,2007) แสดงให้เห็นว่าแสงสีจากหลอดไฟฟ้ามีผลต่อการล่อสัตว์น้ำ สำหรับประเทศไทยนั้น จากภาพถ่ายผ่านดาวเทียมทางอากาศขององค์การบริหาร การบินและอวกาศแห่งชาติ(นาซา) พบว่ามีแสงไฟสีเขียวกระจายอยู่บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการทำประมงโดยใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำ (SARA,2014)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณการใช้แสงไฟในการทำประมง โดยการออกแบบการใช้แสงไฟที่เหมาะสมและทดสอบการทำประมงจากหลอดไฟฟ้า HID และหลอดไฟฟ้า LED กับเรือประมงที่ใช้แสงไฟเป็นตัวล่อสัตว์น้ำจำนวน 1 ลำ เพื่อวิเคราะห์ว่าการใช้แสงไฟในปริมาณที่มาก อาจไม่ส่งผลต่อปริมาณการจับสัตว์น้ำและเป็นสาเหตุของการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง