

หน่วยที่ 9

วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

หัวข้อเรื่อง

- 9.1 แหล่งกำเนิดแสงสว่าง
- 9.2 หลอดไฟ
- 9.3 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง
- 9.4 วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง
- 9.5 หลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง
- 9.6 การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง
- 9.7 บทสรุป

สาระสำคัญ

การที่จะทำให้เกิดแสงสว่างในวงจรไฟฟ้าได้นั้น วงจรจะต้องประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟฟ้า สำหรับป้อนแรงดันและกระแสให้กับหลอดไฟ ผ่านสายไฟ โดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า จะเป็นแบบไฟฟ้า กระแสตรง หรือกระแสสลับ ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟจะต้องการใช้กับไฟฟ้าประเภทใด

วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสว่างกับพื้นที่ใช้งาน เช่น สำนักงาน อาคารที่พักอาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น หลักสำคัญในการติดตั้ง วงจร อุปกรณ์ คือ การประหยัดพลังงานไฟฟ้า จำนวนหลอดไฟ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสว่างเพียงพอกับความต้องการแต่ละพื้นที่

การต่อหลอดไฟ เป็นวงจรพื้นฐานที่แสดงการทำงานของหลอดไฟฟ้าทั่วไป เนื่องจาก สามารถแปลงแสงออกมาทันทีเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไส้หลอด ระบบไฟฟ้าที่ใช้มีสายเส้นไฟหรือ สายไลน์ ซึ่งเป็นสายที่มีไฟ ส่วนสายที่ไม่มีไฟเรียกว่า สายนิวทรัล

การออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง สามารถเขียนแบบทางไฟฟ้าได้ 4 แบบ ได้แก่ แบบรูปจริง (Pictorial) แบบไวร์ริงไดอะแกรม (Wiring diagram) สำหรับตรวจสอบการเดิน สายไฟฟ้าได้ง่าย ส่วนภาพที่แสดงรายละเอียดการเดินสาย เรียกว่า สคีมเมติกไดอะแกรม (Schematic diagram) และภาพที่แสดงการเดินสายไฟที่ใช้กับงานติดตั้ง เรียกว่า วันไลน์ไดอะแกรม (One line diagram)

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง
2. เลือกใช้งานอุปกรณ์แสงสว่างและดวงโคม
3. ต่อดวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง
4. ติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างและดวงโคมตามหลักการ
5. น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการปฏิบัติงาน
6. แสดงพฤติกรรมความปลอดภัย สนใจใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบและตรงต่อ

เวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

- 1.1 บอกกระบวนการที่ทำให้เกิดแสงสว่างได้ถูกต้อง
- 1.2 อธิบายโครงสร้างและคุณสมบัติของหลอดไส้ได้ถูกต้อง
- 1.3 อธิบายโครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง
- 1.4 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของหลอดฮาโลเจนได้ถูกต้อง
- 1.5 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของหลอดเมทัลฮาไลด์ได้ถูกต้อง
- 1.6 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของหลอดไอปรอทได้ถูกต้อง
- 1.7 ระบุสาระสำคัญของข้อกำหนดเกี่ยวกับดวงโคมไฟฟ้าได้
- 1.8 อธิบายโครงสร้างและการใช้งานของวงจรไฟฟ้ากำลังได้ถูกต้อง
- 1.9 อธิบายหลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างได้ถูกต้อง

2. ด้านทักษะ

- 2.1 ต่อดวงจรไฟฟ้าหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ถูกต้อง
- 2.2 ต่อดวงจรไฟฟ้าหลอดแอลอีดี E27 ได้ถูกต้อง
- 2.3 ต่อดวงจรไฟฟ้าตัวรับร่วมกับวงจรไฟฟ้าหลอดอินแคนเดสเซนต์และวงจรไฟฟ้าหลอดแอลอีดี E27 ได้ถูกต้อง
- 2.4 ต่อดวงจรหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ได้ถูกต้อง
- 2.5 ต่อดวงจรไฟฟ้าหลอดแอลอีดี T8 ได้ถูกต้อง
- 2.6 ต่อดวงจรไฟฟ้าตัวรับร่วมกับวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์และวงจรหลอดแอลอีดี T8 ได้ถูกต้อง
- 2.7 ต่อดวงจรไฟฟ้าหลอดอินแคนเดสเซนต์ควบคุมด้วยสวิตช์สามทางได้ถูกต้อง
- 2.8 ต่อดวงจรไฟฟ้าตัวรับร่วมกับวงจรหลอดอินแคนเดสเซนต์ควบคุมด้วยสวิตช์สามทางได้ถูกต้อง

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 เห็นความสำคัญของหลอดไฟและดวงโคมแบบต่าง ๆ
- 3.2 มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

เนื้อหาสาระ

9.1 แหล่งกำเนิดแสงสว่าง

แสงสว่าง เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ เกิดจากการเผาไหม้จนทำให้วัตถุเกิดความร้อน จนเปล่งแสงออกมา อีกวิธีหนึ่ง เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อน ให้เป็นพลังงานแสง พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หลอดไฟแสงสว่างในอาคาร ที่พักอาศัย สำนักงานหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มาจากไฟฟ้ากระแสสลับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งรับผิดชอบในการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับประชาชน สถานประกอบการ ในการที่หลอดไฟจะให้แสงสว่างออกมาได้นั้น จะต้องต่อสายไฟ หรือประกอบวงจรให้ถูกต้อง ตามหลักการออกแบบของวงจรไฟฟ้าแต่ละประเภท

9.1.1 แสงสว่างเกิดจากการเผาไหม้

แหล่งกำเนิดแสงที่เกิดจากการเผาไหม้หรือทำให้วัตถุร้อนจนเปล่งแสงออกมา เรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงร้อน (Hot source) แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้จะให้พลังงานของแสงสีแดงมากกว่าพลังงานของแสงสีน้ำเงิน ถ้าโลหะที่ถูกทำให้ร้อนเป็นแท่งเหล็กจะให้รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) และรังสีอินฟราเรด (Infrared) ออกมาด้วย ตัวอย่างของแหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ ได้แก่ แสงจากการเชื่อมโลหะ แสงจากการเผาวัสดุต่าง ๆ แสงจากหลอดไส้ (Incandescent lamp) ดังภาพที่ 9.1 เป็นต้น



ภาพที่ 9.1 แหล่งกำเนิดแสงสว่างจากการเผาวัสดุ

ที่มา (<https://sites.google.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.1.2 แสงสว่างเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานแสง

แหล่งกำเนิดแสงเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง อาจจะเกิดจากปฏิกิริยาเคมี หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของวงจรโคจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือเกิดจากการปล่อยประจุของก๊าซ เรียกว่า แหล่งกำเนิดแสงเย็น (Cold source) หรือแหล่งกำเนิดแสงแบบเรืองแสง (Luminescence) แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้ ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) และหลอดแสงจันทร์ (Mercury lamp)

ความสว่างส่วนใหญ่ในอาคาร สำนักงาน เกิดจากพลังงานไฟฟ้า ที่จ่ายเข้ามาตามสายไฟ แล้วต่อวงจร จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้ากับหลอดไฟ เพื่อให้เกิดการไหลของกระแสแล้วเกิดความร้อนจนให้แสงสว่างออกมา

การที่หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างได้ เป็นไปตามหลักการที่กำหนดว่า เมื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ซึ่งมีความต้านทานสูง พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ทำให้ไส้หลอดร้อนจัดจนเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ดังภาพที่ 9.2 ซึ่งมีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานไฟฟ้า ----> พลังงานความร้อน ----> พลังงานแสง



ภาพที่ 9.2 แหล่งกำเนิดแสงเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานแสง

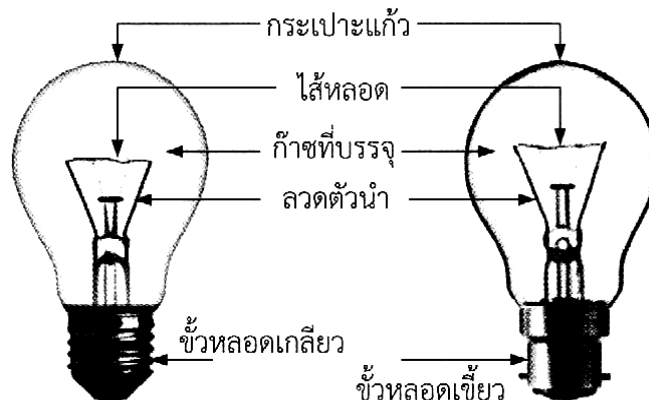
ที่มา (<https://produto.mercadolivre.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2 หลอดไฟ

หลอดไฟเป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างแก่พื้นที่ เพื่อการมองเห็น ในปัจจุบันหลอดไฟ ยังเป็นเหมือนอุปกรณ์ตกแต่งสถานที่ต่าง ๆ ให้สวยงามยิ่งขึ้น หรือเป็นอุปกรณ์แสดงภาพ เมื่อต้องการจะโฆษณาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและคนเห็นมากขึ้น ถือเป็นมัลติมีเดียอีกประเภทหนึ่ง ในยามค่าค่านหลอดไฟสามารถทำให้เมืองทั้งเมืองดูสว่างไสวและสวยงามมาก หลอดไฟก็แบ่งออกเป็นหลายประเภทใช้ประโยชน์ได้มากมาย หลอดไฟฟ้าตาม มอก. 4 แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือแบบขั้วหลอดเกลียวและแบบขั้วหลอดไขว้ทั้ง 2 แบบนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทให้หลักการส่องสว่างธรรมดาและประเภทให้หลักการส่องสว่างสูง และแต่ละประเภทยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดสุญญากาศและชนิดบรรจุก๊าซ

9.2.1 หลอดไส้

หลอดไส้เป็นหลอด ที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อน โดยการให้กระแสไหลผ่าน ไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตน จนร้อนแล้วเปล่งแสงออกมา แต่ให้ประสิทธิภาพ การส่องสว่างต่ำราว 5 - 12 lumen/watt ขึ้นอยู่กับวัตต์ของหลอด อายุการใช้งานสั้นคือประมาณ 1000-2,000 ชั่วโมง (เป็นอายุเฉลี่ยที่ได้จากห้องปฏิบัติการ แต่การใช้งานจริงอาจมีอายุสั้น หรือมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและสภาพแวดล้อมในการใช้งาน) มีอุณหภูมิสีประมาณ 2500 - 2700 องศาเคลวิน แต่ให้ดัชนีความถูกต้องของสีถึง 97 % เนื่องจากเป็นหลอดที่ไม่ประหยัดไฟ จึงนิยมใช้ในงานตกแต่งแสงสี หรือเน้นความสว่างเฉพาะจุด ในบ้านเรือน ห้องแสดงสินค้า ห้องอาหาร เป็นต้น ข้อดีของหลอดชนิดนี้คือราคาถูก จุดติดตั้งง่าย และยังใช้กับอุปกรณ์หรือไฟได้ด้วย ปัจจุบันหลอดเผาไส้ยังมีใช้งานอยู่ ติดตั้งง่าย และมีราคาถูกอายุการใช้งานประมาณ 1,000–2,000 ชั่วโมง ไส้หลอดทำจากขดลวดทังสเตนบรรจุในหลอดแก้ว ขั้วหลอดมี 2 แบบ คือ แบบขั้วหลอดเกลียว (E27) และแบบขั้วหลอดเขี้ยว (B22) โครงสร้างแสดงดังภาพที่ 9.3



ภาพที่ 9.3 หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์

ที่มา (ธารรงค์ดี หมินก้าหริ่ม, 2559: 61)

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องของหลอดไส้ มอก. 4-2549 IEC 60432-1 IEC 60064
ขนาดมาตรฐานของหลอดไส้ 25, 40, 60, 80, 100 และ 120 วัตต์

9.2.1.1 โครงสร้างของหลอดไส้

โครงสร้างภายในหลอดไส้ประกอบด้วยไส้หลอดที่ทำมาจากทังสเตน ก้านยึดไส้หลอด ลวดนำกระแส แผ่นฉนวนหักความร้อน ฟิวส์ ท่อดูดอากาศและขั้วหลอด ภายในหลอดแก้วจะบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น อากอน หรือไนโตรเจน เพื่อไม่ให้หลอดที่ขณะป้อนกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้เกิดการเผาไหม้ไส้หลอดอาจจะขาดได้

หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์ มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังภาพที่ 9.3

- 1) กระเปาะแก้ว

กระเปาะแก้ว (Bulb) ทำด้วยแก้วอ่อนธรรมดาสามารถทนต่ออุณหภูมิและความดันขณะหลอดทำงานได้ รูปร่างต่างกันไป ถ้าหลอดมีขนาดวัตต์สูงๆ จึงจะใช้แก้วแข็งแทน ตัวกระเปาะอาจเป็นแก้วใสหรือถูกเคลือบผิวภายในด้วยสารชนิดต่างๆ

2) ขั้วหลอด

ขั้วหลอด (Base) มีทั้งแบบเกลียวและแบบเขี้ยว อาจทำด้วยทองเหลืองหรืออลูมิเนียม โดยโลหะที่ใช้ยึดไส้หลอดจะถูกเชื่อมเข้ากับส่วนที่เป็นเกลียวและกลางขั้วหลอดด้านล่างสุด (สำหรับขั้วแบบเกลียว)

3) ก๊าซ

ก๊าซ (Gas) เป็นก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน นีออน อาร์กอน คริปตอน ปรกติใช้ส่วนผสมของไนโตรเจนและอาร์กอน หรือคริปตอนบ้างเล็กน้อย เพื่อให้ไส้หลอดกลายเป็นไอช้าลง

4) เส้นลวดยึดไส้หลอด

เส้นลวดยึดไส้หลอด (Lead in wire) ทำด้วยทองแดงตั้งแต่ขั้วหลอดถึงส่วนที่ซ่อนอยู่ในแก้ว จากนั้นใช้ทองแดงเคลือบด้วยนิเกิล หรือนิเกิลล้วนๆ ทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าไปยังไส้หลอด

5) ลวดยึดไส้หลอด

ลวดยึดไส้หลอด (Support wire) ใช้พยู่งไส้หลอดไม่ให้แกว่งไปมา ทำด้วยลวด molybdenum

6) แก้วเสียบลวดยึดไส้หลอด

แก้วเสียบลวดยึดไส้หลอด (Button rod) เป็นแก้วทนความร้อน ใช้ฝังลวดยึดไส้หลอด

7) แก้วสำหรับสอดลวดยึดก้านหลอด

เป็นแก้วใช้หุ้มและป้องกันไม่ให้อากาศเข้าสู่ไส้หลอด โดยมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเท่ากับไส้หลอด

8) หลอดดูดอากาศออก

หลอดดูดอากาศออก (Exhaust tube) เป็นท่อแก้วเล็กๆ ใช้สำหรับเป็นทางสูบเอาอากาศภายในออกระหว่างกระบวนการผลิต และบรรจุก๊าซเฉื่อยเข้าแทนที่ เสร็จแล้วจึงปิดรูหลอดไว้

9) ฟิวส์

ฟิวส์ (Fuse) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ ทำหน้าที่ป้องกันหลอดและวงจรภายในโดยจะขาดก่อนหลอดเกิดการอาร์กขึ้น

10) ไส้หลอด

ไส้หลอด (Filaments) ในยุคแรกทำจากคาร์บอนแต่พบว่าการระเหิดตัวเป็นไปอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันจึงเปลี่ยนมาใช้ ทังสเตนเนื่องจากมีข้อดีคือ

- (1) มีจุดหลอมเหลวสูง
- (2) การกลายเป็นไอต่ำ
- (3) แข็งแรงและสามารถรีดเป็นเส้นได้
- (4) เปล่งแสงได้ดี

โดยทั่วไปหลอดไส้จะผลิตเป็น 3 แบบคือ แบบตรง (Straight) แบบขด (Coil) และแบบขดในตัวเอง (Coil Coil) ดังภาพที่ 9.4



ภาพที่ 9.4 หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์รูปทรงแบบต่าง ๆ

ที่มา (<http://www.thaielectricity.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.1.2 ขั้วหลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดไส้ แต่ละชนิดจะมีขั้วหลอดแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) ขั้วหลอดแบบเกลียว

ขั้วหลอดแบบเกลียว (Edison lamp base) เช่น E10 E11 E12 E14 E17 E27 E40 โดยตัวเลข หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลางของขั้วหลอด หน่วยเป็นมิลลิเมตร ดังภาพที่ 9.5

2) ขั้วหลอดแบบเขี้ยว

ขั้วหลอดแบบเขี้ยว (Bayonet) ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ B22 และ Ba9S



ภาพที่ 9.5 ขั้วหลอดแบบไข้ว

ที่มา (<http://www.ssl.co.th>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp: FL) เป็นหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน เพราะให้แสงสว่าง แสงนวล สบายตาและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า ลักษณะของหลอดไฟเป็นรูปทรงกระบอก รูปวงกลม และตัวยู มีขนาดอัตราทนกำลัง 10 วัตต์ 18 วัตต์ 20 วัตต์ 36 วัตต์ และ 40 วัตต์ เป็นต้น ขนาด 36 วัตต์ มีการใช้งาน 8,000 ถึง 12,000 ชั่วโมง ให้แสงสว่างของแสงประมาณ 3,100 ลูเมน จัดเป็นหลอดก๊าซดีสชาร์จความดันต่ำ หรือหลอดความดันไอต่ำ เดิมเป็นแบบ T12 (T: Tubular, 12: เส้นผ่านศูนย์กลาง 381 มม. (12 นิ้ว) หรือ 1 2/8 นิ้ว) เรียกว่า หลอดอ้วน ปัจจุบันได้เลิกใช้แล้ว ต่อมาพัฒนาเป็นแบบ T8 เรียกว่า หลอดผอม ซึ่งใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันและมีการพัฒนาต่อเป็นแบบ T5 อายุการใช้งานประมาณ 8,000–10,000 ชั่วโมง ปัจจุบันการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้รณรงค์ให้ประชาชนใช้เพื่อประหยัดพลังงาน

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ได้แก่ มอก. 236–2548 มอก. 344–2549 มอก. 956–2548 IEC 60081 IEC 61195 ดังภาพที่ 9.6



ภาพที่ 9.6 หลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา (<http://www.ssl.co.th>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้แสงสว่างโดยการเรืองแสงของสารเรืองแสง ประกอบด้วยหลอดแก้วยาวๆ ที่หัวท้ายจะมีขาคอนแทคต์ ด้านละ 2 ขาซึ่งอยู่กับอิเล็กโทรด ภายในหลอดอิเล็กโทรดนี้ทำด้วยโลหะทั้งสแตนเลสเล็กๆ แล้วเคลือบด้วยวัตถุเคมีเรียกว่า Active material ซึ่งประกอบขึ้นจากแบเรียม (Barium) และ สตรอนเตียมคาร์บอเนต (Strontium carbonate) ทำหน้าที่กระจายอิเล็กตรอนจากอิเล็กโทรดหนึ่ง ไปยังอีกอันหนึ่ง ทั้งยังช่วยให้อิเล็กโทรดทนทาน ไม่เปราะหรือขาดง่ายเมื่อร้อนจัด ที่หัวท้ายทั้งสองไม่มีส่วนที่เป็นตัวนำต่อถึงกันแต่อย่างใด ภายในบรรจุด้วยไอปรอทและก๊าซอาร์กอน หรือส่วนผสมของก๊าซอาร์กอนและก๊าซนีออน ที่ผิวด้านในของหลอดถูกเคลือบด้วยสารฟอสเฟอร์ (Phosphor) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแสงอัลตราไวโอเล็ต ที่เกิดขึ้นภายในหลอดซึ่งตามองไม่เห็น ให้เป็นแสงที่ตามองเห็น (visible light) ดังภาพที่ 9.7



ภาพที่ 9.7 โครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา (<http://phuminmos.blogspot.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

1) ตัวหลอดหรือกระเปาะแก้ว

ตัวหลอดหรือกระเปาะแก้ว (Bulb) ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ส่วนใหญ่จะเป็นหลอดทรงกระบอก เป็นหลอดแก้วใสหนาประมาณ 0.8 - 1.0 มม. มีหลายขนาด เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 , 2 1/2 , และ 1 1/2 นิ้ว ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด ที่ขาคอนแทคต์ของหลอดแก้วจะเติมก๊าซเข้าไปข้างในและป้องกันอากาศข้างนอกเข้าไป ดังภาพที่ 9.8 (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้านครเหนือ, 2544: 42)



ภาพที่ 9.8 ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์รูปร่างต่าง ๆ

ที่มา (<http://thaicontractor.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

สำหรับหลอดไฟชนิดอุ่นไส้ ที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ แสงแบบกลางวันเย็นตา แสงขานวล แต่ละแบบจะให้แสงสีที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับสารเคลือบเรืองแสงที่ฉาบไว้ภายใน สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปจะใช้แบบแสงกลางวัน (Daylight) ที่มีสีโทนขาว-ฟ้า ส่วนแสงขานวล (Warm white) จะมีสีโทนขาว-ส้มคล้ายสีหลอดไส้ เป็นต้น หลอดไฟเหล่านี้ อาจใช้รหัสแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับแต่ละบริษัทผู้ผลิต

2) ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ แตกต่างกันไปตามชนิดของหลอด สำหรับหลอดชนิด คาโอดร้อน จะมีจุดต่อวงจรอยู่ 4 จุด ขั้วหลอดจึงมีด้านละ 2 เขี้ยว เรียกว่า 2 เขี้ยว (Bipin) ส่วนชนิดคาโอดเย็น จะเป็นแบบเขี้ยวเดี่ยว (Single pin) คือมีเขี้ยวยื่นออกมาข้างละเขี้ยวเท่านั้น แต่รูปแบบใช้ร่วมกับขั้วหลอดต่างกันออกไป ดังภาพที่ 9.9



ภาพที่ 9.9 ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา (<http://www.siamchantier.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

3) สารเคลือบเรืองแสง

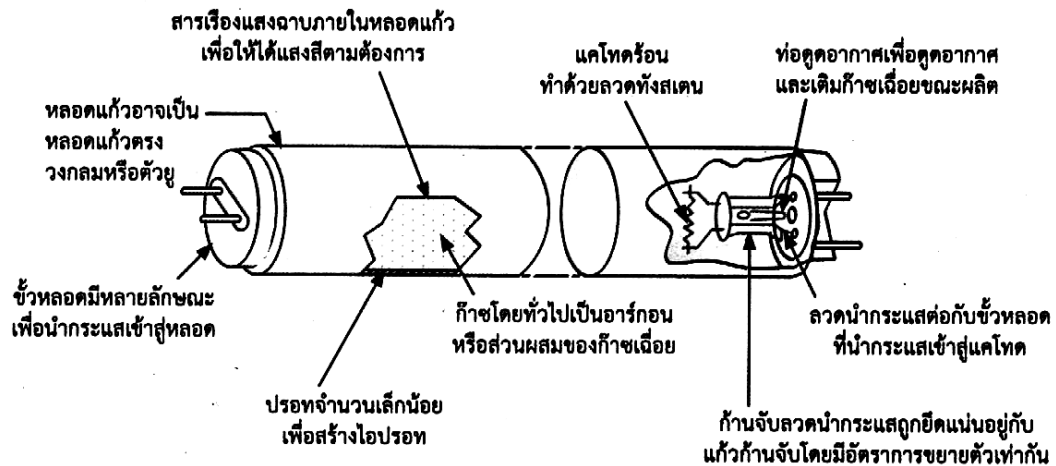
สารเคลือบเรืองแสง (Phosphor) ใช้ฉาบไว้ที่ผนังด้านในของหลอดแก้ว เพื่อเปลี่ยนรังสีอัลตราไวโอเลตให้เป็นแสงที่ตามองเห็นได้ ซึ่งสีที่เปล่งออกมาจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติทางเคมีของสารเรืองแสงนั้น ในภาวะปกติที่หลอดยังไม่ทำงานจะยังคงมองเห็นหลอดเป็นสีขาว ต่อเมื่อหลอดทำงานแล้ว จึงมองเห็นแสงสีแตกต่างกัน (ยกเว้นหลอดบางแบบที่ฉาบเมทัลล์ไว้ภายใน ก็ จะเห็นหลอดเป็นสีนั้นๆ ทั้งขณะที่หลอดทำงานและไม่ทำงาน)

9.2.2.2 ประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบ่งเป็นประเภทตามลักษณะการทำงาน หรือการ จู๊ดติ๊ดได้ดังนี้

1) หลอดประเภทอุ่นไส้

หลอดชนิดอุ่นไส้ (Preheat start lamp) เป็นแบบที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางทั่วไปสังเกตง่ายๆ คือการทำงานต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ การทำงานต้องอุ่นไส้หลอดให้ร้อนก่อนโดยใช้สตาร์ทเตอร์ ดังภาพที่ 9.10

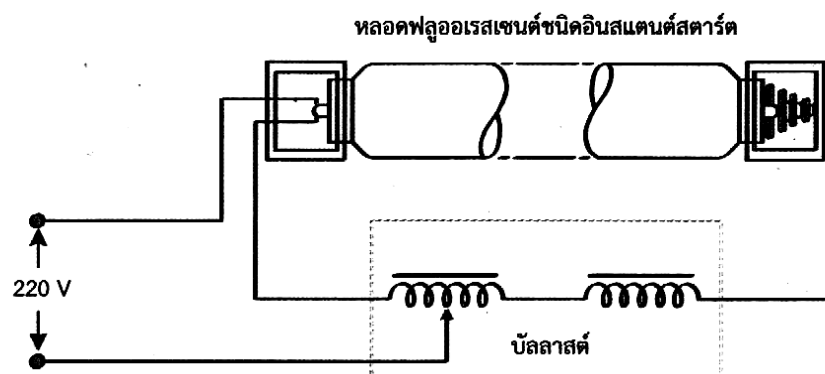


ภาพที่ 9.10 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้

ที่มา (พุดพิงค์ ไชยราช, 2558: 170)

2) หลอดประเภทติดเร็ว

หลอดประเภทติดเร็ว (Rapid start lamp) เป็นหลอดที่รวมเอาคุณสมบัติของหลอดประเภทอุ่นไส้กับหลอดประเภทติดทันทีเข้าด้วยกัน สามารถให้แสงของหลอดได้อีกด้วย หลอดประเภทติดเร็ว ไม่ต้องอาศัยสตาร์ทเตอร์เนื่องจากใช้บัลลาสต์แบบพิเศษ ที่จ่ายไฟเลี้ยงไส้หลอดให้อุ่นตลอดเวลา ทำให้จุดติดง่ายกว่า และหลอดก็ต่างจากแบบอุ่นไส้ ไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ เหมาะกับสถานที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ และยังสามารถใช้ร่วมกับเครื่องหรี่ไฟได้ด้วย ดังภาพที่ 9.11

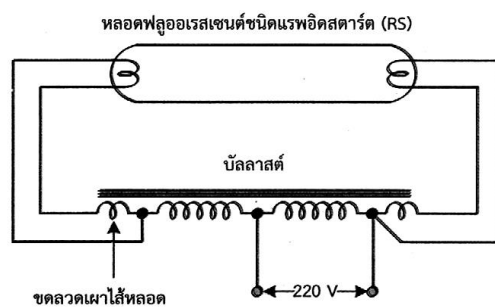


ภาพที่ 9.11 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทติดเร็ว

ที่มา (พุดพิงค์ ไชยราช, 2558:170)

3) หลอดประเภทติดทันที

หลอดประเภทติดทันที (Instant start lamp) เป็นหลอดที่สามารถจุดติดได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์เช่นกัน หลอดแบบติดทันทีจะทำการจ่ายแรงดันสูงประมาณ 400-1000 V เข้าที่ตัวหลอดโดยผ่านบัลลาสต์ เพื่อกระตุ้นให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากคาโอด ลักษณะขั้วหลอดโดยทั่วไป เป็นแบบ single pin แต่อาจมีแบบ bipin ในบางรุ่นเพื่อให้สามารถใช้ร่วมกับ ขั้วหลอดทั่วไปได้ หลอดประเภทติดทันทีเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหลอด slimline ดังภาพที่ 9.12



ภาพที่ 9.12 หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทติดทันที
ที่มา (พุดิพงษ์ ไชยราช, 2558: 170)

9.2.3 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact fluorescent lamp) หรือหลอดตะเกียบชนิดที่ให้สีของแสงออกมาเทียบเท่ากับหลอดไส้ (ให้สีของแสงดีที่สุด) สำหรับใช้แทนหลอดไส้เพื่อช่วยประหยัดไฟ และอายุการใช้งานนานกว่า 8 เท่าของหลอดไส้ มี 2 ประเภท คือ แบบขั้วเกลียวและแบบขั้วเสียบ แต่ถ้าแบ่งตามลักษณะและการใช้งานของหลอดจะมี 5 ชนิด ตัวอย่างหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือเรียกว่า หลอดตะเกียบ จัดเป็นหลอดก๊าซ ดิสชาร์จความดันต่ำหรือหลอดความดันไอต่ำ ดังภาพที่ 9.10 มีให้เลือกใช้ 2 ชนิด

9.2.3.1 ชนิดใช้บัลลาสต์ภายใน

ชนิดใช้บัลลาสต์ภายในมีขั้วหลอด 2 ชนิด คือ ชนิดขั้วหลอดเกลียวและชนิดขั้วหลอดเสียบ

1) หลอด SL แบบขั้วเกลียว

หลอด SL แบบขั้วเกลียว มีบัลลาสต์ในตัว มีขนาด 9, 13, 18 และ 25 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 75 ของหลอดไส้ เหมาะกับสถานที่ที่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ หรือบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก เช่น โคมไฟหัวเสาบริเวณทางเดินบันได เป็นต้น ตัวอย่างดังภาพที่ 9.13



ภาพที่ 9.13 หลอด SL

2) หลอดตะเกียบ

หลอดตะเกียบแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

(1) หลอดตะเกียบ 4 แ่ง ขั้วเกลียว (หลอด PL*E/C) ขนาด 9, 11, 15 และ 20 วัตต์ มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัวปิดติดทันที ไม่กะพริบ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้และยังสามารถใช้ได้ในพื้นที่อุณหภูมิต่ำถึง -20 องศาเซลเซียส ตัวอย่างดังภาพที่ 9.14



ภาพที่ 9.14 หลอดตะเกียบ 4 แ่งแบบขั้วเกลียว

(2) หลอดตะเกียบตัวยู 3 ขด (หลอด PL*E/T) ขนาดกะทัดรัด 20 และ 23 วัตต์ ขจัดปัญหาหลอดยาวเกินโคมให้ความสว่างมากและสามารถใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้ ตัวอย่างดังภาพที่ 9.15



ภาพที่ 9.15 ตัวอย่างหลอดตะเกียบตัวยู 3 ขด

9.2.3.2 ชนิดใช้บัลลาสต์ภายนอก

หลอดชนิดใช้บัลลาสต์ภายนอก มีอายุการใช้งานประมาณ 5,000–8,000 ชั่วโมง ให้แสงสว่างสูงกว่าหลอดเผาไส้และนำมาใช้แทนหลอดเผาไส้ได้ถ้าขั้วหลอดขนาดเดียวกัน เช่น E27 เป็นต้น โดยไม่ต้องติดตั้งขั้วรับหลอดใหม่ (ปัจจุบันชนิดขั้วหลอดเขี้ยวนิยมใช้น้อยลง) มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง มอก. 2233–2548, มอก. 2234–2548, IEC 60969 ขนาดมาตรฐาน: 5, 7, 9, 11, 13, 18 และ 25 W

1) หลอดตะเกียบขั้วเสียบ (หลอด PLS) บัลลาสต์ภายนอกขนาด 7,9 และ 11 วัตต์ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้ ตัวอย่างดังภาพที่ 9.16



ภาพที่ 9.16 ตัวอย่างหลอดตะเกียบ 3 แ่งขั้วเสียบ

2) หลอดตะเกียบ 4 แ่ง ขั้วเสียบ (หลอด PLC) บัลลาสต์ภายนอก ขนาด 8,10,13,18 และ 26 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้ ตัวอย่างดังภาพที่ 9.17

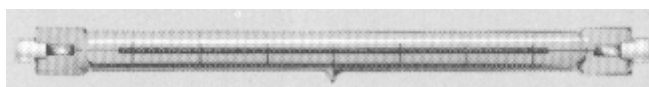


ภาพที่ 9.17 ตัวอย่างหลอดตะเกียบ 4 แ่งขั้วเสียบ

9.2.4 หลอดฮาโลเจน

หลอดฮาโลเจน (Tungsten halogen) เป็นหลอดที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อน โดยการให้กระแสไหลผ่านไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตนจนร้อน แล้วเปล่งแสงออกมา เช่นเดียวกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ต่างกันตรงที่มีการบรรจุสารตระกูลฮาโลเจน ได้แก่ ไอโอดีน คลอรีน โบรมีน และฟลูออรีนลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ สารที่เติมเข้าไปนี้จะป้องกันการระเหิดตัวของไส้หลอด ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3000-3400 องศาเซลวิน ช่วยให้หลอดมีอายุยาวนานขึ้นกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ ราว 2-3 เท่า คือ 1500-3000 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ คือประมาณ 12 - 22 ลูเมนต่อวัตต์ และสีของลำแสงขาวกว่าคือมีอุณหภูมิสีประมาณ 2800 องศาเซลวิน ทำให้มีค่าดัชนีความถูกต้องของสีสูงถึง 100% ปรกติหลอดจะมีลักษณะยาวตรง แต่ก็มียูปรองอย่างอื่นเพื่อให้เหมาะกับลักษณะงานที่ต่างกัน เช่น หลอดที่ใช้ใน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ หรือ เครื่องฉายสไลด์ ดังภาพที่ 9.18

การใช้งานต้องติดตั้งภายในดวงโคมสำหรับหลอดฮาโลเจนโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับกระเปาะแก้ว ทั้งจากความชื้นและการสัมผัสกระเปาะแก้วโดยตรง ดวงโคมที่พบเห็นทั่วไป ซึ่งไม่ว่าจะเป็นโคมรุ่นใด โครงสร้างภายในแทบไม่ต่างกันโดยเฉพาะใช้กับหลอดชนิดยาวตรง



(ก) ลักษณะของหลอดฮาโลเจนแบบยาว

ภาพที่ 9.18 ลักษณะของหลอดฮาโลเจน



(ข) ลักษณะของหลอดฮาโลเจน

ภาพที่ 9.18 ลักษณะของหลอดฮาโลเจน (ต่อ)

ที่มา (<https://www.ialtenergy.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ IEC 60432-2, IEC 60432-3, IEC 60357 ขนาดมาตรฐาน สำหรับแรงดันไฟฟ้า 12, 24 V มีขนาด 20, 30, 35, 40, 50, 100 และ 250 W มีแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ มีขนาด 150, 250, 300, 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 W

ข้อมูลทั่วไปของหลอดทั้งสแตนฮาโลเจน ดังภาพที่ 9.15 เป็นหลอดเผาไส้ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยไส้ทั้งสแตนที่ถูกปิดผนึกอยู่ภายในหลอดแก้วที่เต็มไปด้วยก๊าซเฉื่อยและเติมสารฮาโลเจน ลงไป เพื่อป้องกันขี้หลอดดำ ให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงกว่าหลอดเผาไส้ธรรมดา อายุการใช้งานประมาณ 1,000–2,000 ชั่วโมง และสามารถทำงานได้ภายใต้อุณหภูมิที่สูงมากขึ้น

9.2.4.1 หลักการทำงานของหลอดฮาโลเจน

เมื่อมีกระแสไหลผ่านไส้หลอดทั้งสแตนจะทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3000 องศาเซลเซียส ภายในหลอดแก้วควอทซ์ ที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 470 องศาเซลเซียส ทำให้อนุภาคของทั้งสแตนระเหิดออกจากไส้หลอด ระหว่างที่อนุภาคของทั้งสแตนซึ่งร้อนเคลื่อนที่ห่างจากไส้หลอด ก็จะรวมตัวกับอนุภาคหรือโมเลกุลของสารฮาโลเจน เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้ผนังแก้วควอทซ์มากขึ้น ก็จะรวมตัวกับอนุภาคของสารฮาโลเจนมากยิ่งขึ้น โมเลกุลที่เกิดจากการรวมกันของอนุภาคทั้งสแตนและสารฮาโลเจน เมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะกลายเป็นโมเลกุลที่ไม่มีเสถียรภาพ และวิ่งเข้าหาไส้หลอด ระหว่างที่วิ่งเข้าหาไส้หลอดอนุภาคของสารฮาโลเจนจะแยกตัวออกจากโมเลกุลใหญ่ เนื่องจากความร้อน เมื่อเข้าใกล้หลอดมากขึ้น อนุภาคของสารฮาโลเจนก็จะแยกตัวออกไปจนหมด เหลือแต่อนุภาคของทั้งสแตน วิ่งไปจับที่ไส้หลอด อย่างไรก็ตามพบว่าการกลับมาเกาะที่ไส้หลอดของอนุภาคทั้งสแตนเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ทำให้ไส้หลอดมีขนาดไม่เท่ากัน ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีความต้านทานสูงกว่าส่วนอื่น อุณหภูมิ ณ จุดนั้นก็สูงกว่า การระเหิดจึงมากกว่า จนไส้หลอดขาดจากกัน ข้อดีของหลอดชนิดนี้คือ มีค่าดำรงอุณหภูมิตลอดอายุการใช้งานสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ทั่วไป โดยมีค่า LLD ประมาณ 0.98 ที่ 90% ของอายุการใช้งาน หรือประมาณ 0.94 - 0.95 ที่อายุการใช้งานที่กำหนด

ปัจจุบันมีการใช้หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำกันมากขึ้นเนื่องจากให้แสงที่ขาวนวล เน้นสินค้าได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีการเคลือบสารพิเศษเรียกว่า Dichroic film ที่งานสะท้อนแสง ทำให้ความร้อนส่วนใหญ่ ประมาณ 60% กระจายออกไปทางด้านหลังของหลอด ลำแสงที่ได้รับจึงเย็นลงกว่าเดิม เมื่อนำไปส่องสินค้าประเภทผ้าฝ้าย เนื้อสด จึงไม่ทำให้ สินค้าเสียหายมากนัก

9.2.4.2 ขั้วหลอดฮาโลเจน

หลอดฮาโลเจนจะมีขั้วหลอดแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานที่หลากหลาย ทั่วไปจะคล้ายกับขั้วหลอดอินแคนเดสเซนต์ ดังภาพที่ 9.19



ภาพที่ 9.19 ขั้วหลอดฮาโลเจน

ที่มา (<http://klongthomshoppingmal.tarad.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.4.3 การใช้งานหลอดฮาโลเจน

หลอดฮาโลเจนนิยมใช้กับโคมไฟอ่านหนังสือ ส่องสินค้าในตู้โชว์ อาคารเพดานสูง (เฉพาะวัดตสูง) ดังภาพที่ 9.20



(ก) โคมไฟอ่านหนังสือ ส่องสินค้าในตู้โชว์

ภาพที่ 9.20 การใช้งานหลอดฮาโลเจน



(ข) อาคารเพดานสูง (เฉพาะวัดสูง)

ภาพที่ 9.20 การใช้งานหลอดฮาโลเจน (ต่อ)

ข้อควรระวัง

1) หลอดฮาโลเจนทุกประเภท ห้ามใช้มือเปล่าจับตัวหลอดเด็ดขาด ถ้าจับแล้วต้องใช้ผ้าแห้งสะอาดชุบแอลกอฮอล์เช็ดให้ทั่ว แล้วปล่อยให้แห้ง จึงสามารถเปิดใช้งานได้มีฉนวนกันกระเปาะแก้วจะเกิดคราบสีดำปิดกั้นแสง ไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป ดังภาพที่ 9.21



(ก) หลอดที่ใช้งานอย่างถูกต้องกระเปาะแก้วไม่ดำ

ภาพที่ 9.21 สภาพการใช้งานหลอดฮาโลเจน



(ข) หลอดที่ใช้งานไม่ถูกต้องกระเปาะแก้วจะดำ

ภาพที่ 9.21 สภาพการใช้งานหลอดฮาโลเจน (ต่อ)

- 2) ห้ามจับหลอดขณะใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิสูงมาก
- 3) หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำที่ใช้แรงดัน 12 หรือ 120 โวลต์ จำเป็นต้องใช้หม้อแปลง ถ้าแรงดันที่หลอดได้รับจากหม้อแปลง สูงกว่าที่กำหนด จะทำให้หลอดอายุสั้น

4) โคมดาวน์ไลท์ (downlight) สำหรับหลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำที่ไม่มีหม้อแปลงติดตั้งมาพร้อมจากโรงงาน หากผู้ติดตั้งวางหม้อแปลง บนฝ้าเพดานและไม่มีการป้องกันที่ดีพอ โดยอาจรู้เท่าไม่ถึงการณ์อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้

5) อย่าติดตั้งหลอดฮาโลเจนใกล้กับวัสดุไวไฟเช่น ทินเนอร์ เบนซิน หรือวัสดุที่ไวต่อความร้อน

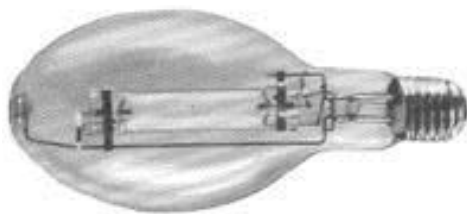
6) หลีกเลี่ยงการสัมผัสงานสะท้อนแสงของหลอดฮาโลเจน เพื่อป้องกันไม่ให้สาร Dichroic เสียหาย

7) การใช้อุปกรณ์หรีไฟกับหลอดฮาโลเจนอาจทำให้หลอดอายุสั้นลง ทั้งนี้หาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากแต่ละบริษัทที่อาจมีข้อกำหนด การใช้อุปกรณ์หรีไฟต่างกัน

9.2.5 หลอดไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์

หลอดไอปรอท (Mercury vapor lamp) เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ที่ให้กำเนิดแสงโดยกระบวนการ อาร์กภายในหลอดอาร์ก เรียกกันทั่วไปว่า หลอดแสงจันทร์ มีทั้งแบบกระเปาะแก้วใสและแบบเคลือบผิวภายในด้วยสารฟอสเฟอร์ เป็นหลอดไฟ ที่ต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์ ให้แสงสว่างสูง ใช้ทั่วไปในสถานที่ สาธารณะ ไฟถนน ห้างสรรพสินค้า โรงงานอุตสาหกรรม หรืออาคารที่มีเพดานสูง ดังภาพที่ 9.22

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง: IEC 60188 ขนาดมาตรฐานของหลอดไอปรอท 80, 125, 250, 400 และ 1,000 W



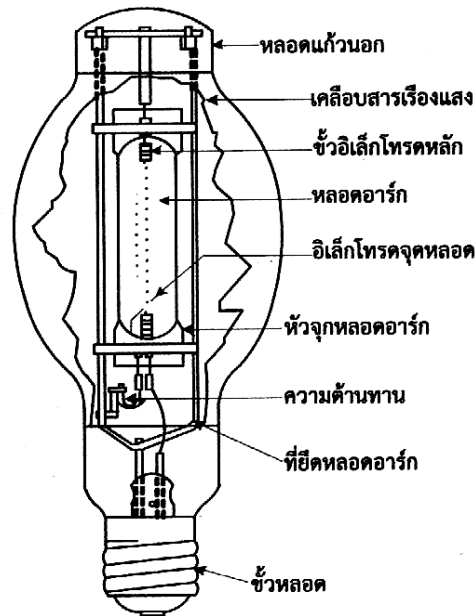
ภาพที่ 9.22 ลักษณะหลอดไอปรอท

ที่มา (<http://irrigation.rid.go.th/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.5.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดแสงจันทร์

หลอดแสงจันทร์ หรือ หลอดไฟไอปรอท เป็นหลอดไฟฟ้าระบบปล่อยประจุชนิดหนึ่ง ทำงานโดยใช้ไฟฟ้าแรงสูง กระโดดผ่านไอปรอทที่อยู่ในหลอดเพื่อให้เกิดแสงสว่าง โครงสร้างจะประกอบด้วยหลอดแก้วควอตซ์ขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุไอปรอทและขั้วไฟฟ้า ครอบด้วยหลอดแก้วบอโรซิลิเกตขนาดใหญ่ ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันความร้อน และปิดกั้นรังสีเหนือม่วงที่เปล่งออกมาจากไอปรอทพร้อมกับแสง หลอดแสงจันทร์จะทำงานโดยใช้ความดันไอปรอท

ประมาณ 1 บรรยากาศ และต้องอาศัยบัลลาสต์กับสตาร์ทเตอร์ ลักษณะคล้ายหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่สตาร์ทเตอร์จะบรรจุอยู่ในตัวหลอด และจะต้องใช้เวลา 4-7 นาทีหลังหลอดติด เพื่อให้สว่างเต็มที่ ดังภาพที่ 9.23 แสดงโครงสร้างของหลอดไอปรอท



ภาพที่ 9.23 โครงสร้างและส่วนประกอบของหลอดแสงจันทร์

ที่มา (พุดิพงษ์ ไชยราช, 2558: 137)

1) กระเปาะส่วนนอก

กระเปาะส่วนนอก (Outer bulb or glass bulb) ทำด้วยแก้วอ่อนธรรมดาเคลือบผิวด้านในด้วยฟอสเฟอร์ เพื่อเปลี่ยนรังสีอัลตราไวโอเลตให้เป็นแสงที่มองเห็นได้

2) กระเปาะส่วนใน

กระเปาะส่วนใน (Arc tube) ปรกติทำด้วยควอทซ์หรือแก้วแข็ง (hard glass) ใช้หุ้มส่วนที่ให้กำเนิดแสงอันประกอบด้วยอิเล็กโทรด เม็ดปรอทและก๊าซอาร์กอน ช่องว่างระหว่างกระเปาะนอกและในจะบรรจุก๊าซไนโตรเจนไว้เพื่อป้องกันการเกิด oxidation ของกระเปาะส่วนใน

3) อิเล็กโทรด

อิเล็กโทรดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

(1) อิเล็กโทรดเริ่มต้น ทำหน้าที่ช่วยเริ่มต้นการทำงานของหลอดไฟ อาจทำด้วยวัสดุ Molybdenum หรือทังสเตนก็ได้ โดยต่ออนุกรม กับ ความต้านทานเริ่มต้น ซึ่งมีค่าประมาณ 10,000 - 30,000 โอห์ม ที่ทำหน้าที่ลดกระแสตอนเริ่มต้นจุดติด

(2) อิเล็กโทรดหลัก ทำด้วยทั้งสแตนเคลือบด้วยแบเรียมออกไซด์ ทำหน้าที่ปล่อยอิเล็กตรอนออกมาเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันอิเล็กโทรดหลัก นิยมทำด้วยแท่งธอเรียม

4) ตัวยึด (Support)

ใช้ยึดกระเปาะส่วนในกับขั้วด้านในของหลอด พร้อมทั้งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปยังอิเล็กโทรด

9.2.5.2 หลักการทำงานของหลอดแสงจันทร์

หลอดไอปรอทเป็นหลอดที่อาศัยการอาร์กจึงต้องอาศัยบัลลาสต์เพื่อช่วยควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด เมื่อจ่ายแรงดัน ให้แก่หลอดจะมีแรงดันตกคร่อมระหว่างเมนอิเล็กโทรดกับอิเล็กโทรดหลัก ส่วนหนึ่งและระหว่างเมนอิเล็กโทรด กับอิเล็กโทรดเริ่มต้น อีกส่วนหนึ่งซึ่งประการหลังนี้เองพบว่าช่องว่างระหว่างอิเล็กโทรดน้อยกว่า จึงทำให้ก๊าซที่อยู่บริเวณนี้เกิดการแตกตัว (ionize) ความต้านทานของก๊าซภายในกระเปาะส่วนใน จะเริ่มลดลงกระบวนการนี้จะถูก จำกัดกระแสโดยความต้านทานภายใน จนกระทั่งความต้านทานก๊าซระหว่างอิเล็กโทรดหลัก ต่ำกว่าความต้านทานภายนอก ก็จะเกิดอาร์กขึ้นอย่างต่อเนื่องระหว่างอิเล็กโทรดหลัก ทำให้เมื่อดำเนินการภายในกระเปาะส่วนใน กลายเป็นไอมากขึ้น และมีกระแสไหลผ่านอิเล็กโทรดหลัก พลังงานไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดจะกระตุ้นให้อะตอมของไอปรอทคายรังสีอัลตราไวโอเลตออกมากระทบกับฟอสเฟอร์ที่เคลือบไว้ที่กระเปาะส่วนนอกและเรืองแสงขึ้นมา

เมื่อหลอดติดสว่างและใช้งานตามปกติเป็นเวลานานแล้วปิดสวิตช์หรือหลอดเกิดดับ อุณหภูมิและความดันภายในกระเปาะส่วนในจะเริ่มลดลง การจุดหลอดให้ติดใหม่ที่อุณหภูมิและความดันสูงจำเป็นต้องใช้แรงดันสูงมากนับพันโวลต์ แต่เมื่ออุณหภูมิของกระเปาะส่วนในลดต่ำลงแรงดันจุดไส้หลอดก็ลดลงเช่นกันจนแรงดันในระดับปกติก็สามารถจุดหลอดให้ติดอีกครั้งได้ ระยะเวลาที่ใช้ในการ ระบายความร้อนของกระเปาะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิรอบด้าน และก๊าซที่เติมในกระเปาะส่วนนอก ซึ่งใช้เวลาการจุดหลอดใหม่อ่าว 3 - 5 นาที

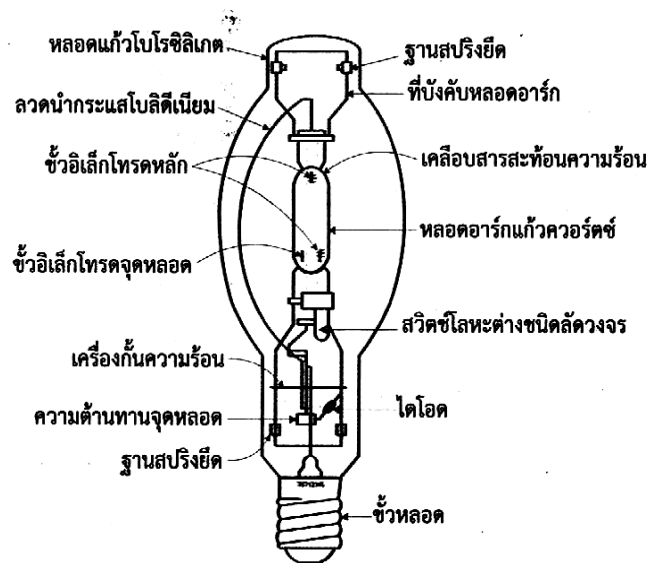
9.2.6 หลอดเมทัลฮาไลด์

โดยทั่วไปหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal halide lamp) จัดเป็นหลอดก๊าซดิสชาร์จ ความดันสูงหรือหลอดความดันไอสูง คล้ายกับหลอดไอปรอท ซึ่งกระเปาะส่วนในทำด้วย พิวส์ซิลิกา แต่มีขนาดเล็กกว่ากระเปาะส่วนในของหลอดไอปรอท ภายในบรรจุอิเล็กโทรดที่ทำด้วยทั้งสแตนลัวนๆ ไม่นิยมเคลือบด้วย สารเร่งอิเล็กตรอน เนื่องจากสารนี้จะถูกทำลาย เมื่อรวมกับฮาโลเจน ภายในกระเปาะมีการเติมสารตระกูลฮาไลด์ (Halide) ลงไปได้แก่ ทาเลียม โซเดียม นอกเหนือไปจากอาร์กอน นีออน คริปตอน โซเดียมและหดยดปรอท สารฮาไลด์ที่เติมเข้าไปทำให้ ได้รับปริมาณแสงเพิ่มขึ้น เกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับหลอดไอปรอท และมีแสงสีสมดุลงขึ้น จนดูใกล้เคียงแสงแดด ดังนั้น

กระเปาะแก้วจึงไม่จำเป็นต้องเคลือบสารฟอสเฟอร์ แต่อาจเคลือบเพื่อให้แสงสีนวลขึ้น เท่านั้น นิยมใช้ในสนามกีฬาโดยเฉพาะที่มีการถ่ายทอดทางโทรทัศน์ สวนสาธารณะ ไฟสดอาคาร เป็นต้น การติดตั้งหลอดต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนดในเรื่องมุมของการจุดไส้หลอด เพื่อให้ได้ปริมาณแสง และ อายุการใช้งานรวมทั้งแสงสีที่ถูกต้อง ภาพที่ 9.24 แสดงโครงสร้างหลอดเมทัลฮาไลด์

การใช้งานต้องใช้ร่วมกับบัลลาสต์และตัวจุดชนวน (Ignitor) ใช้เวลาดังแต่ อุ่นหลอดจนสว่างเต็มที่ประมาณ 5 นาที อายุการใช้งานประมาณ 7,500–15,00 ชั่วโมง โดยทั่วไป นำไปใช้งานในระบบแสงสว่างที่ต้องการความถูกต้องของสีสูง เช่น สนามกีฬา โชว์รูมรถยนต์ เป็นต้น

มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ IEC 61167 และ ขนาดมาตรฐานของหลอด เมทัลฮาไลด์ ประกอบด้วย 70, 100, 150, 250, 400, 1,000 และ 2,000 W



ภาพที่ 9.24 หลอดเมทัลฮาไลด์

ที่มา (<http://www.thaider.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.6.1 การต่อวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์

วงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ มีส่วนประกอบ ดังนี้

1) บัลลาสต์

บัลลาสต์ เป็นตัวสร้างความถี่สูง หลอดเมทัลฮาไลด์ ต้องใช้ไฟฟ้าเพื่อควบคุมในการอาร์ก และให้แรงดันเหมาะสมกับหลอดอาร์ก สร้างความดันสูงให้กับไอปรอทของเมทัลฮาไลด์ ให้มีไฟฟ้าที่เริ่มต้นอาร์ก เมื่อหลอดไฟติดเป็นครั้งแรก (ซึ่งจะสร้างเสียงสั่นเล็กน้อยเมื่อหลอดไฟเปิดในครั้งแรก) และอาจจะมีเสียงจี้ต ซึ่งเป็นเรื่องปกติของเสียงความถี่ (เสียงจะดังมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบของบัลลาสต์ ยี่ห้ออื่นๆ) หลอดเมทัลฮาไลด์จะไม่มีไฟฟ้าเริ่มต้น แต่ต้องใช้

ตัวจุดชนวน เพื่อสร้างไฟฟ้าแรงสูง (1-5 kV และจะหยุดทำงานเมื่อเย็นกว่า 30 kV บน restriking ร้อน) ของหลอดเพื่อเริ่มอาร์ก บัลลาสต์ที่มาตรฐานจะสร้างระบบการกำหนดค่าสำหรับส่วนประกอบหลอดเมทัลฮาไลด์ (ยกเว้นบางยี่ห้อที่ถูกออกแบบมากับตัวจุดชนวนของตัวเอง สังเกตได้ว่าจะมีตัวจุดชนวนเพียงสองสาย) สำหรับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรจะรวมตัวจุดชนวนและบัลลาสต์เป็นชุดเดียวกัน บัลลาสต์เหล่านี้ใช้ความถี่สูงในการขับหลอด มีข้อดีคือสูญเสียความร้อนน้อยกว่าแบบขดลวด และยังสามารถลดความถี่ลงได้ ด้วยการหรี่ (Dim) ความถี่ของบัลลาสต์จะมีการใช้พลังงานด้วย ดังนั้นควรเลือกชนิดที่มีขนาดแอมแปร์เหมาะสมกับประสิทธิภาพสำหรับหลอดไฟ ลักษณะบัลลาสต์แสดงดังภาพที่ 9.25

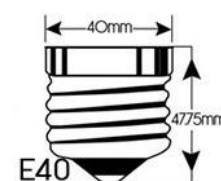


ภาพที่ 9.25 บัลลาสต์และตัวจุดชนวน

ที่มา (<http://www.ebigthailand.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

2) ขั้วหลอด

ขั้วหลอด หลอดเมทัลฮาไลด์ มีหลายชนิด แต่ที่เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายคือ ฐาน Edison เป็นโลหะสกรู มีขนาดต่างๆ ส่วนใหญ่อยู่ที่ E27 (สำหรับ 150 วัตต์) E40 (สำหรับ 250, 400 และ 1000 วัตต์) เรียกขั้วหลอดแบบนี้ว่า Single End คือใส่หลอดข้างเดียว (ไม่ใช่หลอดขั้วเดียว เพราะมีสองขั้วเช่นกัน) ส่วนประเภทอื่นๆ ที่เป็นขั้วสองข้างจะใช้รหัสชื่อว่า R7s-24 หรือที่นิยมเรียกว่า Double end ฐานขั้วจะประกอบด้วยเซรามิกเป็นตัวป้องกันและเชื่อมต่อกระแสไฟด้วยโลหะหลายชนิดเช่น FerNiCo ผสมธาตุเหล็กโคบอลต์ นิกเกิลซึ่งให้การเชื่อมต่อไฟฟ้าที่ดี ดังภาพที่ 9.26

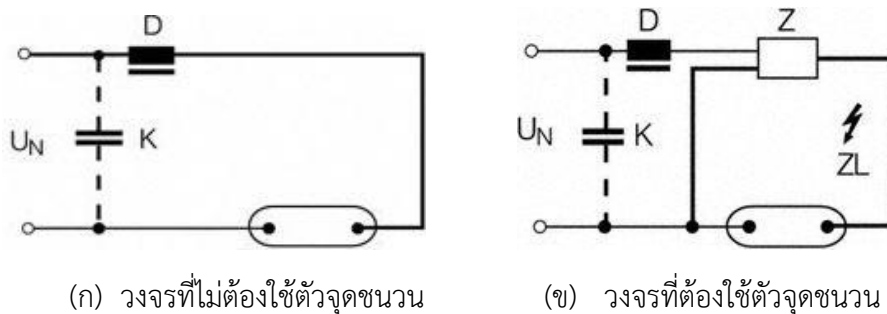


ภาพที่ 9.26 หลอดไฟเมทัลฮาไลด์ 250W/E40

ที่มา (<http://www.ledonhome.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.6.2 หลักการทำงาน

หลอดเมทัลฮาไลด์มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับหลอดไอปรอทเพียงแต่ต้องอาศัยตัวจุดชนวนช่วยจุดหลอด โดยไปกระตุ้นให้ สารไอโอด (iodide) กลายเป็นไอซึ่งมีคุณสมบัติเปล่งแสงออกมาได้หลายช่วงความยาวคลื่น สายตาจึงสามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารฟอสเฟอร์เข้าช่วย ระยะเวลาที่ใช้ในการจุดหลอดราว 3 นาที และต้องใช้เวลานานถึง 4 - 6 นาที เพื่อให้ได้แสงสว่างเต็มที่และใช้เวลาเริ่มทำงานใหม่ราว 10 - 15 นาทีการต่อใช้งานดังภาพที่ 9.27



ภาพที่ 9.27 หลอดเมทัลฮาไลด์

ที่มา (<http://montri.rmutl.ac.th/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.2.7 หลอดแอลอีดี

หลอดแอลอีดี (Light emitting diode : LED) เป็นเทคโนโลยีของการส่องสว่างที่กินไฟน้อย ทนทาน ให้ความสว่างสูง เกิดความร้อนต่ำมากด้วยคุณสมบัติการทำงานที่ไม่มีการเผาไหม้หลอด จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นแสงสว่างได้เต็มที่ มีแสงหลายสีให้เลือกใช้งาน ขนาดที่เล็กทำให้ยืดหยุ่นในการออกแบบ การจัดเรียง นำไปใช้ด้านตกแต่งได้ดี มีความทนทาน มีอายุการใช้งานถึง 50,000-60,000 ชั่วโมง ไม่มีการเสื่อมสภาพไปตามจำนวนการกดสวิตช์ นอกจากนี้ยังไม่มีมลพิษรังสียูวีหรือก๊าซอันตราย อีกทั้งยังให้แสงที่สบายตาว่าหลอดชนิดอื่น ที่สำคัญยังช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 70% เมื่อเทียบกับหลอดไส้ แต่มีข้อเสีย คือในปัจจุบันหลอดแอลอีดี มีราคาสูงกว่าหลอดธรรมดาทั่วไป ลักษณะดังภาพที่ 9.28



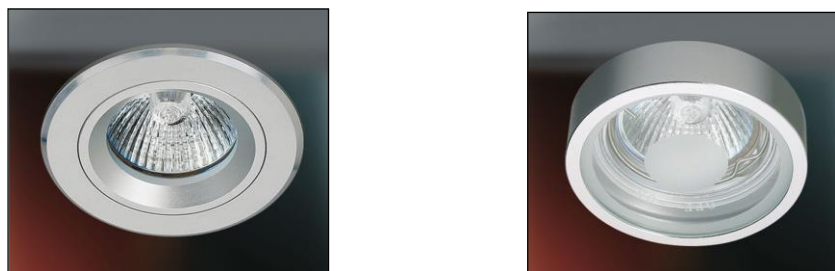
ภาพที่ 9.28 หลอดแอลอีดี

ที่มา (<http://www.tsus.co.th/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.3 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง

ดวงโคมไฟฟ้า หมายถึง องค์ประกอบรวมของหลอดไฟฟ้า อุปกรณ์ประกอบในวงจร หลอดไฟและโคมไฟฟ้า (Fixtures) หรือ อุปกรณ์สำเร็จใช้จับยึดหลอดไฟฟ้า อุปกรณ์ประกอบและต่อวงจรของหลอดไฟฟ้าเพื่อการกระจาย กรอง หรือสะท้อนแสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้า รวมทั้ง ป้องกันหลอดและบังคับทิศทางของแสงตามต้องการ

หลอดไฟฟ้ามักมีหน้าที่ให้ความสว่างแต่ส่วนใหญ่จะมีการให้ความสว่างรอบตัวหลอดเอง คือ ไม่มีทิศทางการส่องสว่างที่แน่นอน ยกเว้นหลอดประเภทที่มีตัวสะท้อนแสงภายในตัวเอง หลอดที่ให้แสงสว่างรอบตัวมีประสิทธิภาพการใช้งานต่ำเพราะมีแสงออกรอบทิศแทนที่จะส่องไปในบริเวณที่ต้องการ ดังนั้นการผลิตโคมไฟฟ้า มาใช้กับหลอดไฟฟ้าก็เพื่อบังคับให้แสงส่องไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของหลอดไฟฟ้าสูงมากขึ้น นอกจากนี้ โคมไฟฟ้าบางชนิดยังใช้เป็นเครื่องประดับห้องหรือพื้นที่นั้นไปในตัวด้วย โคมไฟฟ้ามีหลายแบบแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน โคมไฟสามารถแบ่งออกตามการใช้งานได้ เป็น โคมภายใน และโคมภายนอก โคมภายในที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพสูง ไม่ให้แสงบาดตามากเกินไป มีความสวยงามด้วย ส่วนโคมภายนอกควรสามารถกันน้ำได้ และมีความปลอดภัยต่อการสัมผัส โคมไฟฟ้าใช้ภายในอาคารมีมากมายหลายแบบ ดังภาพที่ 9.29



ภาพที่ 9.29 ดวงโคมไฟฟ้า

ที่มา (<http://www.micronthai.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.3.1 มาตรฐานการติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

การติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ที่ใช้กับหลอดไฟ มีรายละเอียดดังนี้

9.3.1.1 ขอบเขต

ให้ใช้กับโคมไฟฟ้า ขั้วรับหลอด สายเข้าดวงโคมชนิดแขวน หลอดไส้ หลอดไฟอาร์ค หลอดไฟปล่อยประจุ การเดินสายของดวงโคมและบริภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดวงโคม

9.3.1.2 ป้องกันการสัมผัส

โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

9.3.1.3 สภาพแวดล้อมการติดตั้ง

โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง เมื่อการติดตั้งในสถานที่ที่เปียกหรือสถานที่ชื้น ต้องเป็นดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรืออุปกรณ์ประกอบการติดตั้งได้ เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานปกติ

9.3.1.4 การป้องกันความร้อน

ดวงโคมใกล้วัสดุติดไฟ ต้องมีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้วัสดุติดไฟได้รับความร้อนเกิน 90 องศาเซลเซียส

9.3.1.5 การจับยึด

ดวงโคมและขั้วรับหลอดต้องมีการจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัม หรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มม. ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

9.3.2 การเดินสายดวงโคมไฟฟ้า

การเดินสายดวงโคมไฟฟ้า จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ในการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

9.3.2.1 การป้องกันความเสียหายทางกายภาพ การเดินสายดวงโคมต้องจัดทำให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพ และให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย

9.3.2.2 ขนาดของสายไฟฟ้า

การเดินสายดวงโคม ขนาดของสายไฟฟ้าต้องไม่เล็กกว่า 0.50 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

9.3.2.3 การตรวจสอบบำรุงรักษา

โคมไฟฟ้าต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสาย ระหว่างสายของดวงโคมกับสายของวงจรย่อยได้สะดวก

9.3.3 ฉนวนของสายในดวงโคมไฟฟ้า

ฉนวนของสายในดวงโคมไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

9.3.3.1 กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และอุณหภูมิ

ฉนวนของสายในดวงโคม ต้องเหมาะสมกับกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และอุณหภูมิใช้งาน

9.3.3.2 สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง

ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้นหรือสถานที่ที่มีการผุกร่อนได้ ต้องใช้สายไฟฟ้าชนิดที่ได้รับการรับรอง เพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้น

9.3.4 การต่อสายและการต่อสายแยก

การต่อสายและการต่อสายแยก มีข้อกำหนดดังนี้

9.3.4.1 จุดต่อ หรือจุดต่อแยกของสาย

จุดต่อ หรือจุดต่อแยกของสาย จุดต่อ หรือจุดต่อแยกของสาย จุดต่อ หรือจุดต่อแยกของสาย ต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม

9.3.4.2 การเดินสายไฟฟ้าในช่องเดินสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่อยู่ในตู้แสดงสินค้าต้องเดินในช่องเดินสายและส่วนของที่มีไฟฟ้าต้องไม่อยู่ในที่เปิดเผย

9.3.4.3 ฝาครอบหรือปิดด้วยฝาครอบดวงโคม

กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบหรือปิดด้วยฝาครอบดวงโคม

9.3.5 โคมไฟที่นิยมใช้กันทั่วไป

โคมไฟ มีมากมายหลายชนิด ออกแบบมาให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน การให้แสงสว่างกับพื้นที่ จะกล่าวถึงชนิดที่ใช้งานกันทั่วไป ดังนี้

9.3.5.1 โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์

โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ มีแบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) โคมฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

โคมฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย (Bare type luminaire) ดังภาพที่ 9.30 ใช้กับงานที่ต้องการแสงออกด้านข้าง เหมาะสำหรับติดตั้งที่เพดานไม่สูงมากนักโดยทั่วไปไม่เกิน 4 เมตร เช่น ห้องเก็บของที่จอดรถ พื้นที่ที่มีชั้นวางของ พื้นที่ใช้งานไม่บ่อยและไม่ต้องการความสวยงามมาก เป็นต้น



ภาพที่ 9.30 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบเปลือย

ที่มา (<http://www.industry.in.th/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

2) โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง

โคมฟลูออเรสเซนต์กรองแสง (Diffuser luminaire) โดยทั่วไปแผ่นกรองแสงมี 3 แบบคือแบบเกร็ดแก้ว (Prismatic diffuser) แบบขาวขุ่น (Opal diffuser) และแบบผิวสัมผัส (Stipple diffuser) โคมประเภทนี้มีทั้งแบบติดฝังฝ้า ติดลอย หรือแบบกระจายแสง (Diffuser surface) ดังภาพที่ 9.31 เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการแสงบาดตาและไม่ต้องการความเข้มส่องสว่างสูงมากนัก เช่น ในพื้นที่โรงพยาบาลที่ไม่ให้แสงรบกวนคนไข้ ห้องประชุมที่ไม่ต้องการแสงบาดตาและแสงสว่างมาก เป็นต้น และมีประสิทธิภาพต่ำไม่เหมาะกับการประหยัดพลังงาน

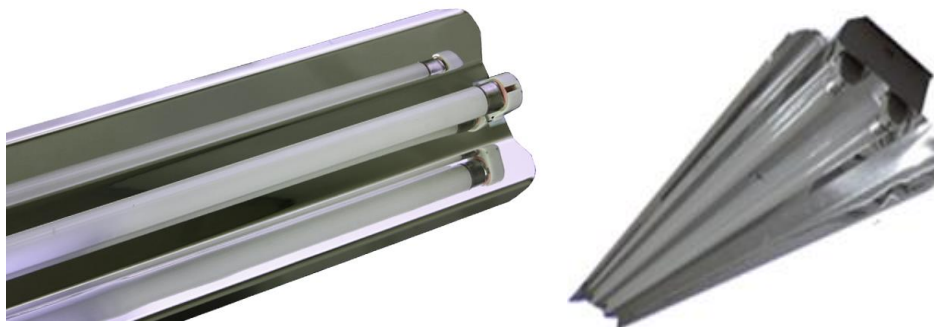


ภาพที่ 9.31 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์กรองแสง

ที่มา (<http://www.sangchai.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

3) โคมฟลูออเรสเซนต์แบบโรงงาน

โคมฟลูออเรสเซนต์แบบโรงงาน (Industrial type luminaire) หรือเรียกว่าแบบอุตสาหกรรมดังภาพที่ 9.29 เป็นโคมที่มีแผ่นสะท้อนแสงเพื่อควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ แผ่นสะท้อนแสงอาจทำจากแผ่นอะลูมิเนียม แผ่นเหล็กพ่นสีขาว หรือวัสดุอื่นที่มีการสะท้อนแสงสูง ทำความสะอาดง่ายและให้แสงสว่างมากในทิศทางที่ส่องไป ไม่มีตัวครอบป้องกันวัตถุภายนอกมากระแทกกับหลอดทำให้หลอดสามารถหลุดร่วงลงมาได้ ไม่เน้นความสวยงาม และมีแสงบาดตาจากหลอดไฟ ดังภาพที่ 9.32

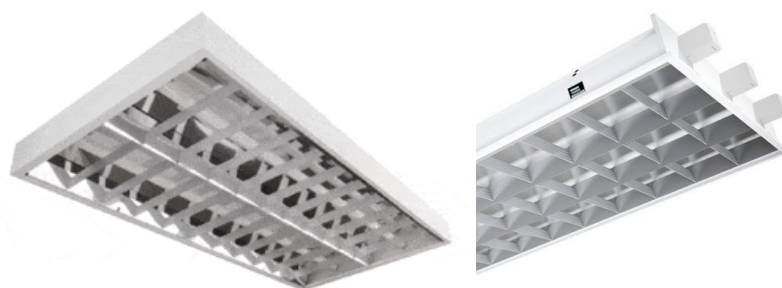


ภาพที่ 9.32 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบโรงงาน

ที่มา (<http://www.sangchai.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

4) โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง

โคมฟลูออเรสเซนต์ตะแกรง (Louver luminaire) โดยทั่วไปตะแกรงมี 3 แบบ คือ แบบตัวขวาง แบบพาราโบลิค และแบบช่องถี่ ดังภาพที่ 9.33 มีทั้งแบบติดลอยและฝังฝ้า ลักษณะของโคมไฟประกอบด้วยแผ่นสะท้อนแสงด้านข้าง (Reflector) เพื่อสะท้อนแสงและควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ส่วนตัวขวางจะช่วยลดแสงบาดตา โดยทั่วไปแผ่นสะท้อนแสงและตัวขวางจะทำจากอะลูมิเนียมมีทั้งแบบเงาและแบบกระจาย



ภาพที่ 9.33 โคมไฟฟลูออเรสเซนต์แบบตะแกรง

ที่มา (<http://www.lighting.co.th/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.3.5.2 โคมไฟดาวนไลต์

โคมไฟดาวนไลต์ หรือเรียกว่า โคมไฟส่องลง ดังภาพที่ 9.34 ใช้กับหลอดไฟได้หลายชนิด เช่น หลอดเผาไส้แบบสะท้อนแสง (หลอด PAR) หลอดเผาไส้ธรรมดา หลอดฮาโลเจน เป็นต้น ใช้ติดตั้งแบบฝังฝ้าเพดาน หรือติดตั้งบนพื้นผิวเพดาน ให้แสงส่วนมากส่องใต้ดวงโคม มีการกระจายแสงออกด้านข้างเล็กน้อย



ภาพที่ 9.34 โคมดาวนไลต์

ที่มา (<https://app.builk.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.3.5.3 โคมไฟไฮเบย์

โคมไฟไฮเบย์ นิยมใช้ในโรงงานที่มีโครงสร้างของหลังคาสูงมากกว่า 6 เมตร ดังภาพที่ 9.35 ใช้กับหลอดก๊าซดิสชาร์จความดันสูง การกระจายแสงของโคมเป็นแบบแคบ



ภาพที่ 9.35 โคมไฟไฮเบย์

ที่มา (<https://app.builk.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.4 วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting) หมายถึง วงจรการติดตั้งหลอดไฟชนิดต่างๆ ภายในอาคารบ้านเรือนที่พักอาศัย สำนักงาน โดยทั่วไปจะใช้สวิตช์ควบคุมการปิด-เปิด

วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสว่างกับพื้นที่ใช้งาน เช่น สำนักงาน อาคารที่พักอาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น หลักสำคัญในการติดตั้งวงจรอุปกรณ์ คือ การประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยการติดตั้งอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสว่างเพียงพอกับความต้องการแต่ละพื้นที่

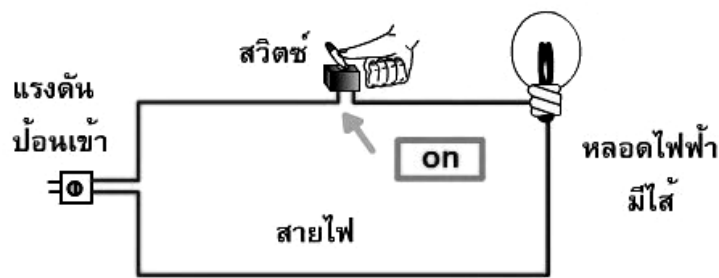
วงจรไฟฟ้ากำลัง หมายถึง การติดตั้งเต้ารับ หรือการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ เพื่อรองรับการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตาไรด หม้อหุงข้าว เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าวงจรแสงสว่าง โดยทั่วไปเต้ารับกับสวิตช์จะติดตั้งคู่กันเพื่อประหยัดแป้นรอง ซึ่งอาจเป็นแป้นไม้หรือพีวีซี วงจรที่ต่ออยู่ในแป้นรองจึงเป็น 2 ลักษณะ คือ วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและวงจรไฟฟ้ากำลัง อาจต่อร่วมกันหรือแยกกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

หน่วยการเรียนรู้ วงจรไฟฟ้าแสงสว่างจะกล่าวถึงวงจรหลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดไส้ วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์และวงจรสวิตช์สามทางหรือสวิตช์บันได เพื่อเป็นพื้นฐานในการติดตั้งวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและวงจรไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเกี่ยวข้องกับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (อ้างอิงดี หมินกำหริ่ม, 2559: 150)

9.4.1 วงจรไฟฟ้าหลอดไส้

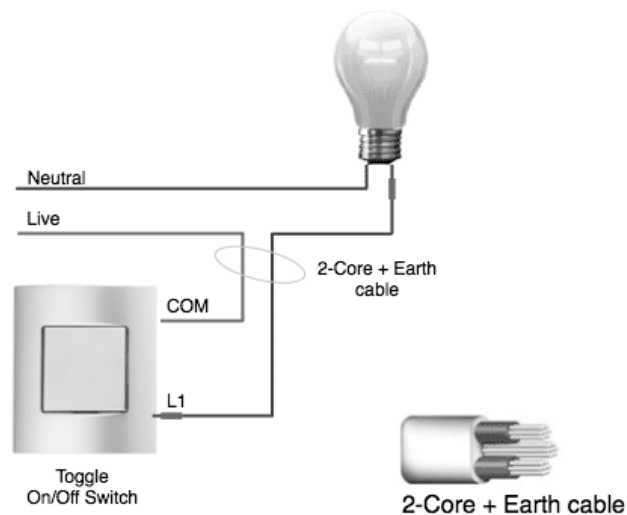
วงจรหลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือหลอดเผาไส้ ประกอบด้วย หลอด ขั้วยึดหลอด และอุปกรณ์ควบคุม ได้แก่ สวิตช์ทางเดียว และอุปกรณ์วงจรไฟฟ้ากำลัง คือ เต้ารับ

วงจรหลอดไส้ประกอบด้วยหลอดแบบไส้ ขั้วรับหลอด อุปกรณ์ควบคุมหรือสวิตช์ การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากการต่อสายไฟฟ้า 220 โวลต์ กระแสสลับผ่านสวิตช์และต่อเข้าหลอดไฟ ส่วนสายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อเข้าหลอดไฟ โดยตรง เมื่อทำการปิดสวิตช์จะมีกระแสไหลผ่านทำให้หลอดไฟสว่าง มีการต่อใช้งานง่ายกว่าหลอดประเภทอื่น ๆ หลอดไฟประเภทนี้มีขนาดอัตราทนกำลัง 25 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์และ 100 วัตต์ หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์ มีอายุการใช้งาน 1,250 ชั่วโมง ให้แสงสว่าง 430 ลูเมน เป็นต้น ภาพที่ 9.36 และ 9.37 แสดงภาพจำลองการต่อหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์



ภาพที่ 9.36 วงจรหลอดอินแคนเดสเซนต์

ที่มา (<https://sites.google.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560)

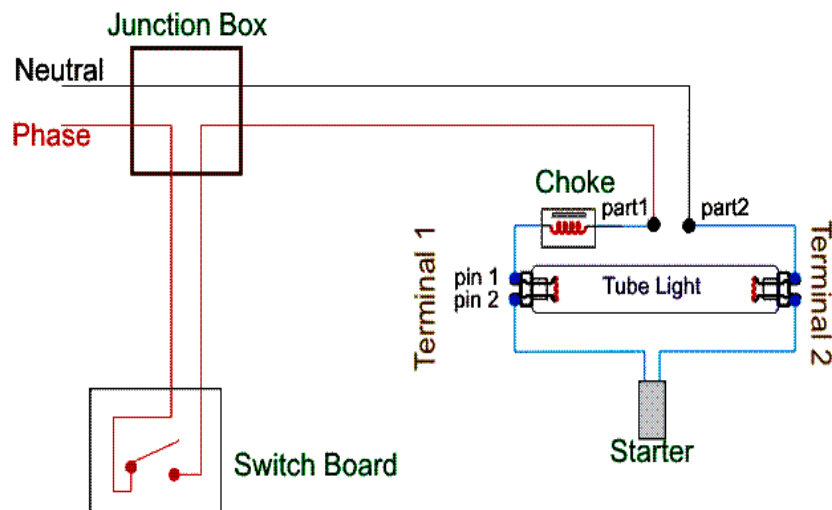


ภาพที่ 9.37 ภาพจำลองการต่อวงจรหลอดอินแคนเดสเซนต์

ที่มา (<https://www.vesternet.com/>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.4.2 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากการต่อสายไฟฟ้า 220 โวลต์ กระแสสลับผ่านสวิตช์ บัลลาสต์ และต่อเข้าขั้วหลอด ส่วนสายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อเข้าขั้วหลอดอีกด้านหนึ่ง ขั้วหลอดไฟที่เหลือนำไปต่อกับสตาร์ทเตอร์ เมื่อทำการปิดสวิตช์จะมีกระแสผ่านทำให้หลอดไฟสว่าง การใช้งาน หลอดไฟประเภทนี้มีขนาดอัตราทากำลัง 10 วัตต์ 18 วัตต์ 36 วัตต์ อายุการใช้งาน 1,250 ชั่วโมง ให้แสงสว่าง 430 ลูเมน เป็นต้น วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แสดงดังภาพที่ 9.38



ภาพที่ 9.38 ไดอะแกรมการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์อาคารที่พักอาศัย
ที่มา (<https://www.electrical4u.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.4.2.1 อุปกรณ์ประกอบของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

การต่อใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องใช้อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

1) บัลลาสต์

บัลลาสต์ เป็นชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญ ในชุดของชิ้นส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลสู่ไส้หลอด เปรียบเหมือนหม้อแปลงขนาดเล็ก ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับหม้อแปลงไฟฟ้าโดยทั่วไป คือ ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น ในขณะเริ่มต้นจุดให้หลอดทำงาน นอกจากนี้ยังมีชิ้นส่วนประกอบภายในซึ่งทำหน้าที่บังคับวงจรกระแสไฟฟ้าด้วยอำนาจแม่เหล็ก เพื่อควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลสู่ไส้หลอด ไม่ให้สูงเกินไปอันอาจมีผลทำให้ไส้หลอดขาดเร็วกว่าปรกติ แสดงดังภาพที่ 9.39



ภาพที่ 9.39 บัลลาสต์

ที่มา (<https://www.electrical4u.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

2) การเริ่มต้นทำงาน

เมื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่วงจร วงจรจะเริ่มทำงานอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงดันสูง เมื่อหลอดจุดติดแล้วหน้าที่ของสตาร์ทเตอร์จะหมดไป และมีบัลลาสต์ทำหน้าที่ต่อแทน โดยมีการใช้ก๊าซเฉื่อยใส่เข้าไปในหลอดด้วยเพื่อช่วยในการกระตุ้นอิเล็กตรอนไอปรอท อาจกล่าวได้ง่าย ๆ ว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดนีออนนั้น ใช้สตาร์ทเตอร์ช่วยจุดหลอดไฟนั่นเอง เมื่อกดสวิตช์ไฟ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์สตาร์ทเตอร์ครบวงจร ทำให้ไส้หลอดตรงหัวหลอดร้อนขึ้น และปลดปล่อยอิเล็กตรอนออกมาในหลอด ลักษณะของสตาร์ทเตอร์ แสดงดังภาพที่ 9.40



ภาพที่ 9.40 สตาร์ทเตอร์

ที่มา (<https://www.electrical4u.com>. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2560.)

3) ขาหลอดและขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

ขาหลอด ทำหน้าที่ยึดขั้วหลอด และขั้วหลอดจะยึดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ขั้วหลอดสัมผัสกับขั้วจ่ายไฟ ดังภาพที่ 9.41



ภาพที่ 9.41 ขาหลอดและขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์

ที่มา (<https://www.electrical4u.com>. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2560.)

9.4.2.2 การทำงานของวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

จากภาพที่ 9.38 เมื่อจ่ายไฟฟ้าให้แก่วงจร กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านบัลลาสต์ไปยังไส้หลอด และผ่านไส้หลอดไปยังสตาร์ทเตอร์ และออกไปทางสายนิวทรัล และพอไส้หลอดอุ่นพอก็จะมีอิเล็กตรอนวิ่งผ่านแก๊สในหลอดจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งหนึ่ง สตาร์ทเตอร์ก็จะเปิดวงจร (ไม่มี

กระแสไฟไหลผ่านสตาร์ทเตอร์แต่ไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์แทน) ดังนั้นในช่วงแรกที่เปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นจะเห็นสตาร์ทเตอร์สว่างแบบกะพริบ (เป็นจังหวะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน) และเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์แล้วไฟที่สตาร์ทเตอร์จะดับถ้าไม่มีสตาร์ทเตอร์จะเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่ได้ แต่เมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ติดแล้วสามารถถอดสตาร์ทเตอร์ออกได้โดยที่หลอดจะไม่ดับ

9.4.3 วงจรสวิตช์สามทาง

วงจรสวิตช์สามทางใช้กรณีเปิด-ปิดไฟบันไดสองชั้น ควบคุมไฟบันได ที่สามารถเปิดและปิด ได้ทั้งสองชั้น เช่น เปิดไฟจากชั้นที่หนึ่ง พอเดินขึ้นถึงชั้นที่สองก็ปิดที่ชั้นที่สองได้เลย หรือจะใช้กรณีไฟบริเวณรั้วบ้าน เปิดและปิดได้ จากบริเวณรั้ว และภายในบ้าน หรือกรณีที่ต้องการควบคุมจากหลายสวิตช์ได้หลาย ๆ จุด (มากกว่าสองจุด) โดยมีจุดเดียวก็ได้ เพียงแต่เพิ่มสวิตช์ ที่กลางวงจรเท่านั้น หลักการนี้สามารถใช้วงจรสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมรีเลย์ ปิด-เปิดวงจรก็ได้ แล้วแต่การประยุกต์ใช้งาน ลักษณะของสวิตช์สามทางหรือสวิตช์บันไดดังภาพที่ 9.42

9.4.3.1 ลักษณะของสวิตช์สามทางหรือสวิตช์บันได

สวิตช์สามทางหรือสวิตช์บันได จะมีขั้วต่อสายไฟ จำนวน 3 ขั้ว

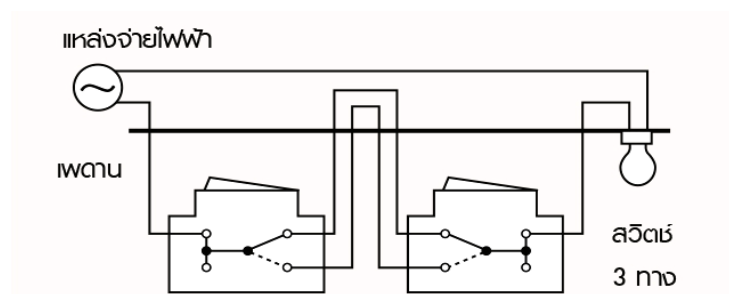


ภาพที่ 9.42 ลักษณะของสวิตช์สามทาง

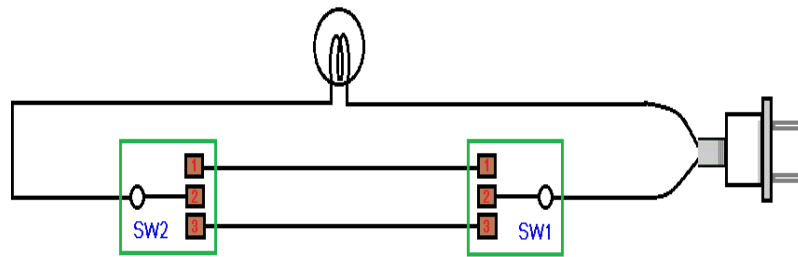
ที่มา (<https://dienpanasonic.com>. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2560.)

9.4.3.2 วงจรการต่อสวิตช์สามทาง

วงจรการต่อสวิตช์สามทางแสดงดังภาพที่ 9.43



(ก) แสดงโครงสร้างของสวิตช์ 3 ทาง



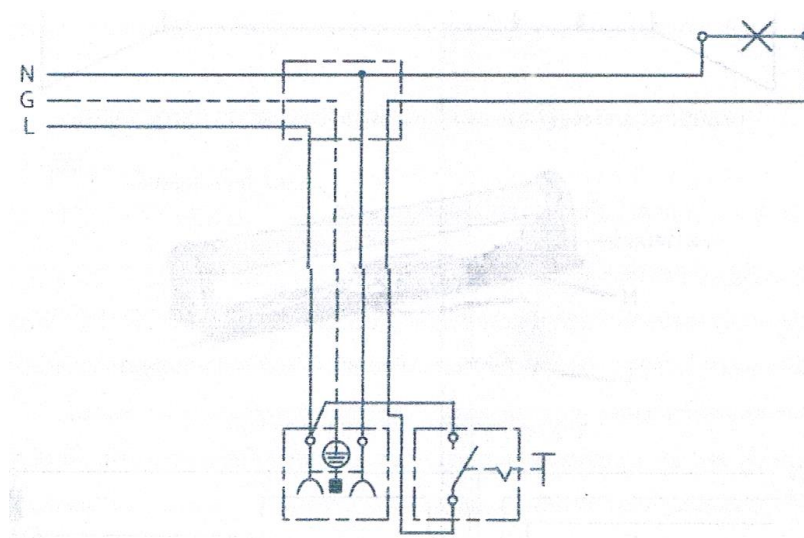
(ข) วงจรการต่อวงจรสวิตช์สามทาง

ภาพที่ 9.43 การต่อสวิตช์สามทาง

9.4.4 วงจรไฟฟ้ากำลัง

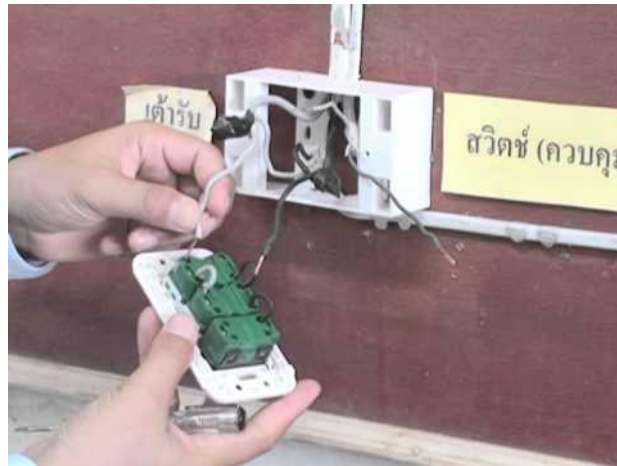
วงจรไฟฟ้ากำลัง เป็นวงจรที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่โหลด หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดตอน อุปกรณ์ป้องกันและเต้ารับ โดยทั่วไปติดตั้งบนแผงร่วมกับสวิตช์หลอดไฟแสงสว่าง ดังภาพที่ 9.44

9.4.4.1 วงจรไฟฟ้ากำลังและวงจรหลอดไฟชนิดไส้



ภาพที่ 9.44 วงจรการติดตั้งสวิตช์ทางเดียวและเต้ารับ

สำหรับในส่วนของวงจรไฟฟ้ากำลังนั้น จะติดตั้งไว้ที่บ็อกหรือจุดเดียวกัน ประกอบด้วย
เต้ารับ ดังภาพที่ 9.45

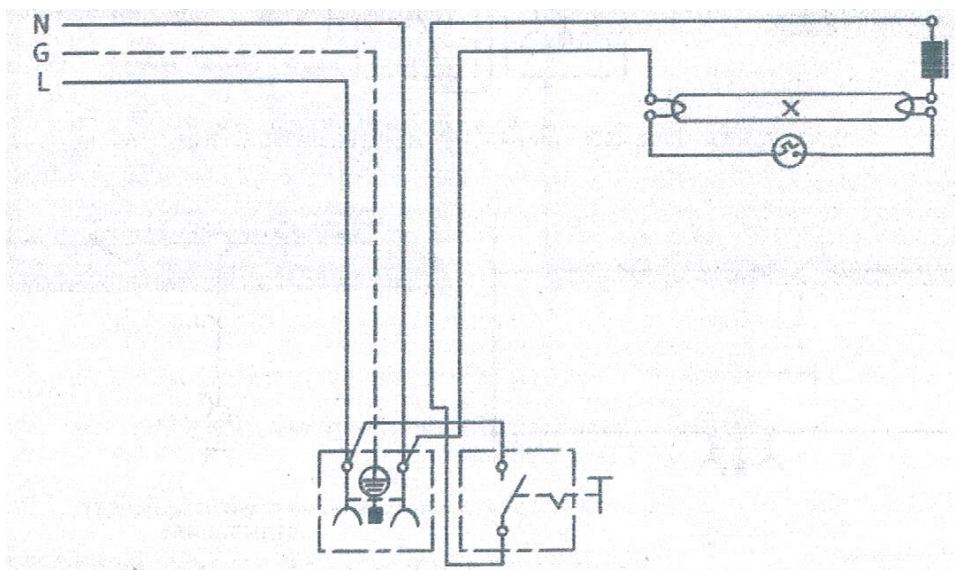


ภาพที่ 9.45 การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ

ที่มา (<https://sites.google.com>. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2560.)

9.4.4.2 วงจรไฟฟ้ากำลังและวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

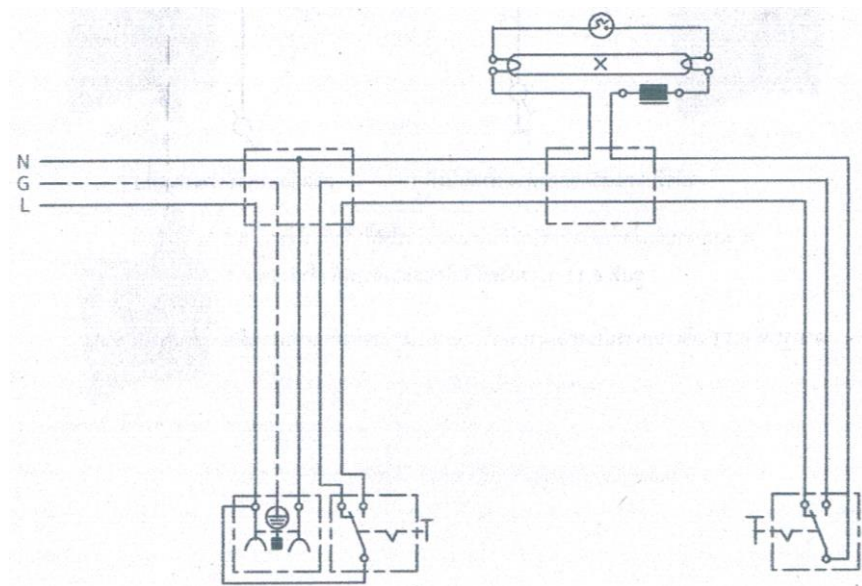
จากภาพที่ 9.46 เป็นวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ควบคุมด้วยสวิตช์ทาง
เดียว ซึ่งสวิตช์ติดตั้งบนแผงเดียวกับเต้ารับแบบมีขั้วสำหรับต่อสายดิน เพื่อความปลอดภัย



ภาพที่ 9.46 วงจรการติดตั้งสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์และเต้ารับ

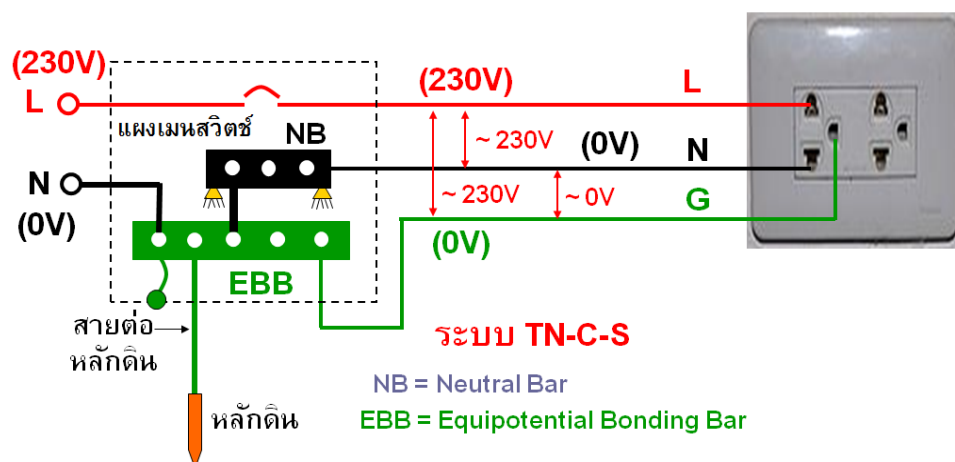
9.4.4.3 วงจรไฟฟ้ากำลังและวงจรสวิตช์ 3 ทาง

จากภาพที่ 9.47 เป็นวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ ควบคุมด้วยสวิตช์สามทาง ซึ่งสวิตช์ติดตั้งบนแผงเดียวกับเต้ารับแบบมีขั้วสำหรับต่อสายดิน เพื่อความปลอดภัย



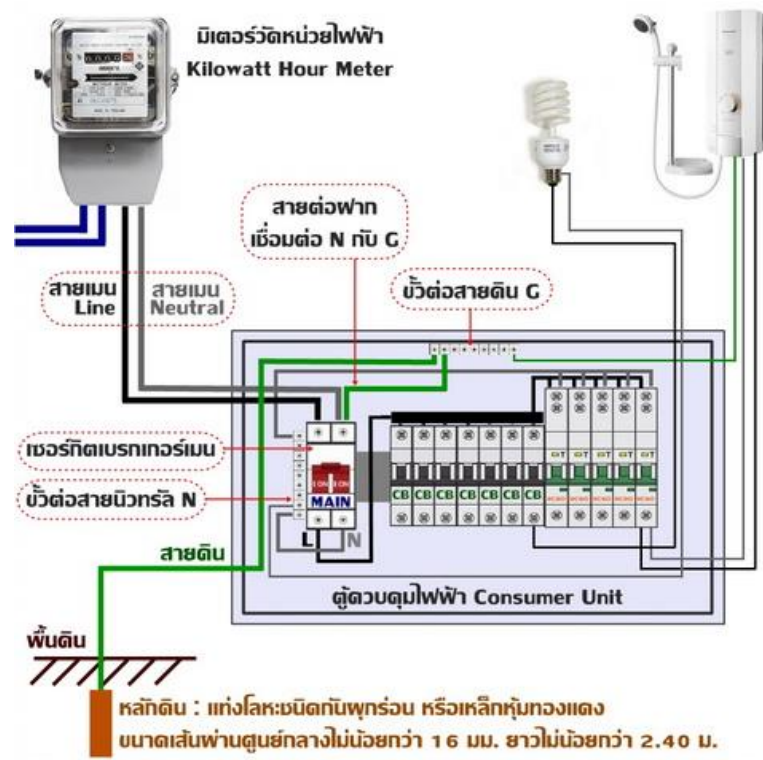
ภาพที่ 9.47 วงจรการติดตั้งสวิตช์ทางเดียวและเต้ารับ

การต่อสายที่แผงเมนสวิตช์และเต้ารับ โดยที่แผงเมนสวิตช์จะมีการต่อขั้วสายดินและขั้วสายนิวทรัล เข้าด้วยกัน และมีการต่อสายที่ขั้วของเต้ารับตามภาพ โดยจะต้องทำให้ถูกต้องตรงตามมาตรฐานขั้วเต้ารับและสีของสายไฟ ภาพที่ 9.48 และ 9.49 แสดงวงจรไฟฟ้าภายในบ้านซึ่งมีทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง



ภาพที่ 9.48 การติดตั้งสวิตช์และเต้ารับ

ที่มา (<https://sites.google.com>. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2560.)



ภาพที่ 9.49 แสดงวงจรไฟฟ้าภายในบ้านซึ่งมีทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง
ที่มา (<https://pantip.com/topic>. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2560.)

9.5 หลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

การออกแบบวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องคำนึงถึงลักษณะการติดตั้ง ตำแหน่งการติดตั้ง หลอดไฟ การเลือกชนิดหลอดไฟ โคมไฟ

9.5.1 การกำจัดแสงแยงตาและเงา

การกำจัดแสงแยงตาและเงาเพื่อลดอันตรายที่เกิดขึ้นกับสายตา สามารถทำได้โดย การติดตั้งหลอดไฟให้สูงกว่าระดับสายตา หรือติดตั้งบนฝ้าเพดานแล้วใช้ฝาครอบพลาสติก หรือ อะลูมิเนียมปิด เพื่อลดความจ้าที่เกิดจากแสงไฟ และควรออกแบบให้มีแสงสว่างทั่วถึง บริเวณใดที่เป็น มุมมืดควรติดตั้งหลอดไฟเพิ่มเติม ในตำแหน่งที่ไม่ให้แสงแยงเข้าตา ดังภาพที่ 9.50



ภาพที่ 9.50 การติดตั้งโคมไฟในตำแหน่งที่ไม่ให้เกิดแสงแยงตา

9.5.2 ความจ้าของแสงไฟ

ความจ้าของแสงไฟ คือปริมาณของการส่องสว่างที่สะท้อนจากวัตถุที่แสงตกกระทบ แล้วสะท้อนเข้าตามากเกินไป จนทำให้เกิดการปวดกล้ามเนื้อตา หรือทำให้น้ำตาไหลเป็นประจำ ในการออกแบบระบบแสงสว่าง จะต้องเลือกองค์ประกอบที่อยู่รอบ ๆ บริเวณที่กำลังออกแบบ เช่น ผ้าม่าน เพดาน พื้นโต๊ะและวัตถุต่าง ๆ โดยจะต้องจัดวางสิ่งของต่าง ๆ ให้กลมกลืนอันเป็นผลทำให้เกิดความรู้สึกสบายตามากขึ้น ดังภาพที่ 9.51



ภาพที่ 9.51 แสดงปริมาณของการส่องสว่างที่สะท้อนจากวัตถุเข้าตา

9.5.3 สีและความสามารถในการสะท้อนแสง

สีจะมีบทบาทมากที่สุด ในการที่จะทำให้เกิดการสะท้อนแสงของวัตถุ การทาสีห้อง จึงต้องเลือกทาสีที่เหมาะสม เช่นสีที่มีความสามารถในการสะท้อนแสงมาก อาจทำให้ห้องมีความจ้า มากเกินไป สีที่มีความสะท้อนแสงต่ำจะทำให้ห้องมืดเกินไป ดังภาพที่ 9.52



ภาพที่ 9.52 การเลือกทาสีห้องที่เหมาะสม

ที่มา (<http://sakdapromla.blogspot.com/>. สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2560)

9.6 หลักการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง

การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม จะทำให้การส่องสว่างมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเกิดความปลอดภัยในการใช้งาน

9.6.1 การเลือกหลอดไฟ

การเลือกหลอดไฟฟ้า จะต้องพิจารณาดังนี้

9.6.1.1 พิจารณาประสิทธิภาพของแสง

ประสิทธิภาพของแสง โดยดูที่ค่า ลูเมนต่อวัตต์ (ลูเมน คือ ปริมาณแสงที่ ปล่อยออกมาจากหลอดไฟ) ถ้ายิ่งมากยิ่งดีและมีประสิทธิภาพสูง ค่านี้จะพิมพ์ติดไว้กับตัวหลอด

9.6.1.2 อายุการใช้งาน

อายุการใช้งานของหลอดไฟราคาถูกอายุจะสั้นต้องเปลี่ยนบ่อยๆ จะเสีย ค่าใช้จ่ายแพงกว่าหลอดไฟ ราคาแพงแต่อายุการใช้งานนาน เช่น หลอดไส้ราคาถูกกว่าหลอดตะเกียบ แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า เป็นต้น

9.6.1.3 สีของแสงที่มาจากหลอดไฟ

สีของแสงที่มาจากหลอดไฟต้องเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เช่น สีคูโลไวท์ (ค่อนข้างขาว) หรือเดไลท์(สีขาว) เหมาะสมกับห้องทำงาน ซุปเปอร์มาร์เก็ต ส่วนสีวอร์มไวท์ (ค่อนข้างส้ม) เหมาะสำหรับห้องนอน ห้องจัดเลี้ยง ห้องสรรพสินค้า เป็นต้น

9.6.2 การเลือกบัลลาสต์

บัลลาสต์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เหมาะสม สามารถแบ่งได้ 3 ชนิดหลักๆ ดังนี้

9.6.2.1 บัลลาสต์ชนิดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา

บัลลาสต์ชนิดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา เป็นบัลลาสต์ที่ใช้กันแพร่หลายร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก จะเกิดการสูญเสียพลังงานในรูปของความร้อนในแกนเหล็ก ซึ่งมีค่าประมาณ 10 วัตต์ ดังภาพที่ 9.53



ภาพที่ 9.53 บัลลาสต์ชนิดลวด

9.6.2.2 บัลลาสต์ชนิดลวดแกนเหล็กแบบประสิทธิภาพสูง

บัลลาสต์ชนิดลวดแกนเหล็กแบบประสิทธิภาพสูง เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยแกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดี ซึ่งการสูญเสียพลังงานจะลดลงเหลือ 5-6 วัตต์

9.6.2.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เป็นบัลลาสต์ที่ทำด้วยชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีการสูญเสียพลังงานน้อยประมาณ 1-2 วัตต์ เปิดติดทันที ไม่กะพริบ ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ไม่มีเสียงรบกวน ทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น 2 เท่าของหลอดไฟที่ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา

9.6.3. การเลือกโคมไฟแสงสว่าง

โคมไฟฟ้าที่ใช้อย่างแพร่หลายจะได้แก่โคมไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีการพัฒนาให้ผิวด้านในมีประสิทธิภาพ ในการสะท้อนแสงจากหลอดไฟและเพิ่มประสิทธิภาพความสว่างให้มากขึ้น โคมประสิทธิภาพสูงนี้จะไม่ดูดกลืน หรือกักแสงไว้แต่จะช่วยสะท้อนแสงสว่างให้กลับลงมายังพื้นที่ใช้งานได้เกือบเท่าตัวทำให้ลดจำนวนหลอดไฟลงได้ใน ขณะที่ความสว่างคงเดิม เช่น จากเดิมใช้ 4 หลอดต่อโคม จะสามารถลดลงเหลือ 2 หลอดต่อโคมโดยที่แสงสว่างที่ส่องลงมาจะยังคงใกล้เคียงกับของเดิม โดยทั่วไปมักใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามอาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า ตัวอย่างดังภาพที่ 9.54



ภาพที่ 9.54 การเลือกโคมไฟแสงสว่าง

9.6.4 การใช้งานอย่างถูกวิธี

การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง อย่างถูกวิธี จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการส่องสว่าง

9.6.4.1 ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน

ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน เป็นเวลานานกว่า 15 นาที จะช่วยประหยัดไฟ โดยไม่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ เช่น ช่วงพักเที่ยงของสำนักงานหรือของห้องเรียน ห้องน้ำ เป็นต้น

9.6.4.2 เปิด-ปิดไฟโดยอัตโนมัติ

เปิด-ปิดไฟโดยอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ตั้งเวลาหรือสั่งจากระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยป้องกันการลืมปิดไฟหลังเลิกงานหรือสั่งปิดไฟบริเวณระเบียงทางเดินในโรงงาน เป็นต้น

9.6.4.3 ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เหมาะกับห้องประชุม ห้องเรียน และห้องทำงานส่วนตัว มี 2 ชนิด คือ อินฟราเรดและอัลตราโซนิกส์

9.6.5 การบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

เมื่อใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างไปเป็นระยะเวลานานๆ จะพบว่าความสว่างลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องหมั่นทำความสะอาด โคมไฟ ฝาครอบ กระจายแสง เพดาน ผนังกระจกหน้าต่างอยู่เสมอ สำหรับสถานที่ที่เป็นอาคาร สำนักงาน หรือสถานที่ติดตั้งหลอดไฟจำนวนมาก ควรทำการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นกลุ่มแทนที่จะเปลี่ยนเมื่อหลอดใดหลอดหนึ่งเสียหรือชำรุด เพราะจะช่วยทำให้ความสว่างคงที่หรือดีขึ้นเพื่อคงประสิทธิภาพความสว่างสำหรับการทำงาน นอกจากนี้อาจลดค่าใช้จ่ายด้านค่าแรงที่เปลี่ยนครั้งละหลอดหลายครั้ง และต่อรองราคาจากการซื้อที่เดียวเป็นจำนวนมากได้ดีกว่าระยะเวลาที่ควรเปลี่ยนหลอดเพื่อให้ได้ผลคุ้มค่า คือเมื่อใช้หลอดไปได้ร้อยละ 60 – 80 ของอายุการใช้งานหลอดประเภทนั้นๆ

9.7 บทสรุป

1. แหล่งกำเนิดแสงสว่างเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ เกิดจากการเผาไหม้จนทำให้วัตถุเกิดความร้อน จนเปล่งแสงออกมา อีกวิธีหนึ่ง เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานความร้อน ให้เป็นพลังงานแสง
2. หลอดไส้ หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์ ให้กำเนิดแสงด้วยวิธีการเผาไส้หลอดให้ร้อน แบ่งหลอดไส้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มหลอดไส้ธรรมดา และกลุ่มหลอดทังสแตน-ฮาโลเจน
3. หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดไส้ คือให้ความสว่างค่าประมาณ 50-80 ลูเมนต่อการใช้พลังงาน 1 วัตต์ มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ แต่ให้ค่าความถูกต้องของสีต่ำกว่าหลอดไส้ นอกจากนี้ยังมีหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบที่ให้สีของแสงออกมา เทียบเท่าร้อยละ 85 ของหลอดไส้ อายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ถึง 8 เท่า และให้แสงสว่างมากกว่าถึงประมาณ 4 เท่า
4. หลอดไฮปรอท หรือ หลอดแสงจันทร์มีอายุการใช้งานประมาณ 24,000 ชม. มีค่าความถูกต้องของสีค่อนข้างต่ำ แสงจะออกนวลมีปริมาณแสงสว่างต่อวัตต์สูงกว่าหลอดชนิดอื่นๆ เมื่อเปิดหลอดประเภทนี้ จะต้องใช้เวลาสักพักหนึ่งก่อน จะทำงานได้เต็มที่ และเมื่อปิดแล้วก็ต้องรออีกราวสิบนาทีก่อนจะเปิดใช้งานได้อีก ปัจจุบันหลอดไฮปรอท ไม่นิยมใช้งานแล้ว เนื่องจากดูแลรักษายาก และปรอท ก็ยังเป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม
5. หลอดเมทัลฮาไลด์ การทำงานเหมือนหลอดแสงจันทร์ แต่ในหลอดเล็กภายในมีการเพิ่มเกลือของโลหะ ทำให้ไม่ต้องเคลือบผิวหลอดแก้วด้วยสารเรืองแสง มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดแบบไฮปรอท ประมาณ 50% ปริมาณแสงมากขึ้นกว่าหลอดแสงจันทร์ เกือบเท่าตัว ได้แสงสีสมดุขึ้น จนดูใกล้เคียงแสงแดด อายุการใช้งานประมาณ 24,000 ชม. ใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสีมาก เช่น งานพิมพ์สี สวนสาธารณะ ห้างสรรพสินค้า

ประโยชน์ของโคมไฟฟ้าแบ่งได้ ดังนี้

- 1) ป้องกันหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบจากการกระแทกจากภายนอก
- 2) เป็นที่จับยึดหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ รวมทั้งการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า
- 3) เพื่อบังคับทิศทางของแสงที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้าไปตามทิศทางที่ต้องการ
- 4) ให้ความสวยงาม ประดับในสถานที่ที่ติดตั้ง

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9

เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ ให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. หลักการเกิดแสงสว่าง มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. หลอดไส้ มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....

.....

3. หลอดฟลูออเรสเซนต์ มีส่วนประกอบอะไรบ้าง

.....

.....

4. หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้กี่แบบ

.....

.....

5. จงบอกการใช้งานของ หลอดฮาโลเจน หลอดแสงจันทร์หรือหลอดไอปรอท หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดแอลอีดี

.....

.....

6. ดวงโคมไฟฟ้า ทำหน้าที่ อะไร

.....

.....

7. มาตรฐานการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบมีอะไรบ้าง

.....

.....

8. วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง หมายถึง อะไร

.....

.....

9. วงจรไฟฟ้ากำลัง หมายถึง อะไร

.....

.....

10. หลักการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง มีอะไรบ้าง

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 9

เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง

วิชา ไฟฟ้าในอาคาร 2106-2108

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปวช.

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดของแต่ละข้อแล้วกากบาท (X) อักษร ก ข ค หรือ ง ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่หลอดประเภทปล่อยประจุ

ก. หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน

ข. หลอดฟลูออเรสเซนต์

ค. หลอดเมทัลฮาไลด์

ง. หลอดโซเดียมความดันไอสูง

2. ใส่หลอดของหลอดไส้ทำด้วยอะไร

ก. ดีบุก

ข. ตะกั่ว

ค. ทังสเตน

ง. ทองคำขาว

3. หลอดไส้ธรรมดามีอายุการใช้งานประมาณกี่ชั่วโมง

ก. 500 ชั่วโมง

ข. 1,000 ชั่วโมง

ค. 1,500 ชั่วโมง

ง. 2,000 ชั่วโมง

4. หลอดชนิดใดเหมาะสำหรับติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างสนามกีฬา

ก. หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน

ข. หลอดฟลูออเรสเซนต์

ค. หลอดเมทัลฮาไลด์

ง. หลอดโซเดียมความดันไอสูง

5. สารชนิดใดเคลือบภายในผิวของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ก. ซัลเฟส

ข. ฟลูออรีน

ค. พรอท

ง. ฟอสเฟอร์

6. หน้าสัมผัสของสตาร์ทเตอร์ทำด้วยอะไร

ก. ทองแดง

ข. ไบเมทอลลิก

ค. เงิน

ง. ดีบุก

7. หลอดโซเดียมความดันไอสูงใช้แรงดันในการจุดหลอดประมาณกี่โวลต์

ก. 100-220 โวลต์

ข. 220-400 โวลต์

ค. 1,000-1,500 โวลต์

ง. 2,500-3,000 โวลต์

8. บัลลาสต์ทำหน้าที่อะไร

ก. จำกัดกระแสให้เหมาะสมกับกำลังของหลอด ข. สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงจุดหลอด

ค. สร้างความถี่สูง

ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูก

9. อิกนิตอร์มีหน้าที่อะไร

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| ก. เพื่อต่อวงจรให้สั้หลอด | ข. จำกัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าให้ลดลง |
| ค. สร้างพัลส์แรงดันสูงขณะจุดสั้หลอด | ง. สร้างพัลส์แรงดันให้คงที่ 220 โวลต์ |

10. ข้อใดไม่ใช่ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งเต้ารับ

- ก. การติดตั้งเต้ารับกลางแจ้งห้ามติดตั้งฤดูฝน
- ข. การติดตั้งเต้ารับ 1 ตัว ให้ใช้สายขนาด 1.5 มม.²
- ค. เต้ารับต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินและต้องต่อลงดิน
- ง. เต้ารับต้องติดตั้งอยู่เหนือระดับน้ำที่อาจท่วมหรือซังได้

บรรณานุกรม

- พุ่มพวงค์ ไชยราช. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2536.
- ธำรงค์ศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2559.
- บุญนำ กุลทอง. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน. กรุงเทพฯ : เทคโนโลยีการศึกษา, 2548.
- วัชรระ มั่งวิฑิตกุล. ไฟฟ้าแสงสว่าง ศูนย์อนุรักษ์พลังงานประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติกรุงเทพ, 2544
- กิจจา แก่นศิริ. เขียนแบบไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2548.
- ไวพจน์ ศรีธัญ. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2547.
- ธำรงค์ศักดิ์ หมินก้าหริ่ม. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2559.
- บุญนำ กุลทอง. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน. กรุงเทพฯ : เทคโนโลยีการศึกษา, 2548.
- ประวิทย์ อุณะพำนักร. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2548.
- ประวิทย์ อุณะพำนักร. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2548.
- เตชา อัสวสิทธิถาวร และจาตุรงค์ แต่งเขียว. การติดตั้งไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วังอักษร, 2554.
- มนตรี เชิญทองและเชนทร์ ไพโรพฤกษ์. วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาวิชาการ, 2544.
- นภัทร วัจนเทพินทร์และบุญมี สุวรรณดี. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2536.
- ณัฐธีร์ ชีรณาวโรจน์. การส่องสว่าง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วังอักษร, 2556
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2536
- ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2546.
- สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ : 2556