ปีการพิมพ์ 2537

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบดวงโคมที่ใช้ภายในอาคาร

COMPUTER AIDED IN INTERIOR LUMINAIRE DESIGN

โดย

ชัยยุทธ ปัญจวัฒนกุล

ชาย ชมภูอินไหว

ประเสริฐ พันธ์พงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ศุลี บรรจงจิตร

B.Eng.(KMITT),M.Eng.(KMITL)

อาจารย์ ฉมชาติ จิรวิภากร

B.Eng.(KMITL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

035030

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบดวงโคมที่ใช้ภายในอาคาร

ผู้จัดทำ

1. นายชัยยุทธ ปัญจวัฒนกุล
2. นายชาย ชมภูอินไหา
3. นายประเสริฐ พันธ์พงษ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ศุลี บรรจงจิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สมชาติ จิรวิภากร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบควงโคมที่ใช้ภายในอาคาร

ชัยยุทธ ปัญชวัฒนกุล 34102086
ชาย ชมภูอินไหว 34102095
ประเสริฐ พันธ์พงษ์ 34104209

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ. ศุลี บรรจงจิตร
อ. สมชาติ จิรวิภากร

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบควงโคมที่จะนำมาใช้กับการระบบแสงสว่างภายในอาคาร ซึ่งจะออกแบบรูปร่างของตัวสะท้อนแสงและตัวกำบังแสงรวมถึงขนาดที่เหมาะสมที่จะนำมาติดตั้งเพื่อที่จะให้ควงโคมที่ออกแบบได้นั้นมีคุณสมบัติของการกระจายความส่องสว่าง รวมถึงคุณภาพในการมองเห็นเป็นไปตามที่ผู้ยกแบบต้องการ โดยในการยกแบบได้นำเครื่องคอมพิวเตอร์มาคำนวณและแสดงผลเป็นรูปร่างควงโคมที่ออกแบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER AIDED IN INTERIOR LUMINAIRE DESIGN

CHAIYUT PANJAWATTANAKUL 34102086
CHAI CHOMPOO-INVAI 34102095
PRASERT PANPONG 34104209

Assc.Prof. SULEE BUNJONGJIT Advisor
Lecture SOMCHAT JIRIVIPAKORN Advisor

1993

Abstract

This thesis decribe about interior luminaire design. It has detail about reflector design in point source and louver design in linear source, also tell us about a suitable dimension in installation luminaire. The object of this thesis is to get luminaire with gave satisfie qualification,required polar curve of luminouse intensity and also quality class of luminaire.Computer aided design was used in this process , it can calculate and draw a luminaire shape which relate with the required of the designer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทที่ 1 ข้อแนะนำเกี่ยวกับระบบแสงสว่างภายในอาคาร	
(Introduction to Interior LightingDesign)	1
1. ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ	1
2. มาตรฐานในการออกแบบ	2
3. ความโคม (Luminance)	11
4. ข้อมูลทางแสงของความโคม (Luminance Photometrics)	16
5. การคำนวณความสว่างภายในอาคาร (Interior Light Calculation)	28
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบความโคม	
(Basic Theory for Design Luminace)	
1.การควบคุมแสงที่ออกจากความโคม (control light output from Luminance)	32
2.แกลร์และการควบคุมแกลร์ (glare and glare control)	44
บทที่ 3 การนำทฤษฎีออกแบบใช้จริง	
1.การออกแบบความโคมที่ใช้กับ Point Source	55
2.การออกแบบความโคมที่ใช้กับ Linear Source	63
บทที่ 4 การประยุกต์ใช้ Microcomputer ช่วยในการออกแบบความโคม	
1.การออกแบบโปรแกรม	65
2.แผนภูมิขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	67
3.ผลการออกแบบที่แสดงได้	75
บทสรุปและวิจารณ์ผล	84
ภาคผนวก ก ปริมาณและหน่วยของแสง	
ภาคผนวก ข ข้อมูลเบื้องต้นของหลอดที่ใช้ในการออกแบบ	
ภาคผนวก ค โปรแกรมทั้งหมด	
กิตติกรรมประกาศ	II
บรรณานุกรม	III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

บทที่ 1 หน้า

รูปที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการมองเห็นและความสว่างที่ขนาดและความเข้มต่าง ๆ 1

รูปที่1.2ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ของผู้สังเกตที่เกิดความพอใจในการมองเห็นและความสว่าง 2

รูปที่ 1.3 แสดงโฟลท์ชาร์ทการเลือกความสว่างที่ต้องการ 5

รูปที่ 1.4 แสดงขอบเขตความส่องสว่าง 7

รูปที่ 1.5 แสดงผลของความส่องสว่าง 8

รูปที่ 1.6 แสดงผลของทิศทางของแสง 9

รูปที่ 1.7 แสดง Forbidden Zone 10

รูปที่ 1.8 แสดง Data light White , Data light Comfort, Data light Dark 12

รูปที่ 1.9 แสดงตัวสะท้อนแสงหลัก และตัวสะท้อนแสงด้านข้าง 13

รูปที่ 1.10.1 แสดง louver 14

รูปที่ 1.10.2 แสดง ring blade 14

รูปที่ 1.10.3 แสดง cross blade louver 15

รูปที่ 1.10.4 แสดง bat wing low brightness reflector louver 15

รูปที่ 1.10.5 แสดง low brightness reflector louver 15

รูปที่ 1.11 แสดงการบอกการกระจายแสงของดวงโคมในรูปฟลักซ์โค๊ต 17

รูปที่ 1.12 แสดงการบอกการกระจายแสงของดวงโคมในรูปโซนอลฟลักซ์ 18

รูปที่ 1.13.1 แสดงตัวอย่างของข้อมูลทางแสงของโคมไฟ ชนิด High bay 19

รูปที่ 1.13.2 แสดงลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมที่ระนาบต่าง ๆ 20

รูปที่ 1.13.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม 23

รูปที่ 1.14 แสดงการแบ่งประเภทของดวงโคมตามมาตรฐาน CIE / IES 24

รูปที่ 1.15 แสดงการกระจายแสงของดวงโคมไฟชนิดหนึ่งบนแกนไอโซแคนเดลา 25

รูปที่ 1.16 แสดงการคำนวณความสว่างโดยตรงของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุด 28

รูปที่ 1.17 แสดงการคำนวณหาความสว่างโดยตรงของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น 29

รูปที่ 1.18 แสดงความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบตั้งฉากและขนาน 30

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบการสะท้อนแสง 33

รูปที่ 2.2 แสดงการหักเหของแสง 34

รูปที่ 2.3 แสดงการโพลาไรซ์เซชั่นของแสง 35

รูปที่ 2.4 แสดงมุม Brewster' S Angle 35

รูปที่ 2.5 แสดงตัวสะท้อนแสงแบบวงกลม 36

รูปที่ 2.6 แสดงตัวสะท้อนแสงแบบวงรี 37

รูปที่ 2.7 แสดงตัวสะท้อนแสงแบบไฮเปอร์โบลาร์ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.8 แสดงตัวสะท้อนแสงแบบพาราโบลา 38
รูปที่ 2.9 แสดงตัวสะท้อนแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดและแบบเส้น 38
รูปที่ 2.10 รูปแบบของตัวสะท้อนแสงที่เป็นไปได้ 39
รูปที่ 2.11 แสดง Louver Shielding Angle 41
รูปที่ 2.12 แสดง Lamp Shielding Angle 42
รูปที่ 2.13 แสดง ระยะห่างในการวาง Louver กับ หลอด 43
รูปที่ 2.14 แสดงการเกิดแกลร์โดยตรง และ แกลร์สะท้อน 44
รูปที่ 2.15 แสดงมุม γ 45
รูปที่ 2.16 แสดงการควบคุมโดยชิวดิ้ง 45
รูปที่ 2.17 แสดงโมโนกราฟที่ใช้ในการหาความเป็นไปได้ของความสบายในการมองเห็น 47
รูปที่ 2.18 แสดงมุมวิกฤต 48
รูปที่ 2.19 แสดงลูมิแนนซ์เคิร์ฟ 49
รูปที่ 2.20 แสดงระนาบ C0-C180 และ ระนาบ C90-C270 ของดวงโคม 50
รูปที่ 2.21 แสดงมุมชิวดิ้งของดวงโคม 51
รูปที่ 2.22 แสดงระดับค่าแกลร์ในระบบสากล 52
รูปที่ 2.23 แสดงพื้นที่การส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต 53

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 แสดง required polar curve 56
รูปที่ 3.2 แสดง polar curve of bare lamp 56
รูปที่ 3.3 แสดงการหาค่า reflected flux จากขบวนการทางเรขาคณิต 60
รูปที่ 3.4 แสดงรูปร่างคร่าว ๆ ของตัวสะท้อนแสงที่คำนวณได้ 61
รูปที่ 3.5 แสดงข้อมูลของหลอด SL 62
รูปที่ 3.6 Filement of reflector 63
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการติดตั้งตะแกรงกำบังหลอดให้สัมพันธ์กับค่ามุมกำบังหลอด 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
บทที่ 1		
	ตารางที่ 1.1 แสดงการแบ่งความส่องสว่างออกเป็น 3 ระดับ	3
	ตารางที่ 1.2 แสดง Scale if Recommand Service Illuminance	4
	ตารางที่ 1.3 แสดงการตอบสนองสีของหลอดไฟแบบต่าง ๆ	11
	ตารางที่ 1.4 แสดงคุณสมบัติของอะลูมิเนียนบริสุทธิ์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการทำตัวสะท้อนแสง	13
	ตารางที่ 1.5 แสดงค่า Zone Factor (ZF)	22
บทที่ 2		
	ตารางที่ 2.1 แสดงค่ามุมชิวดิ้งต่ำสุดของดวงโคม	50
บทที่ 3		
	ตารางที่ 3.1 แสดง ค่ามุมของ Shielding Element ที่แต่ละช่วงของ Limiting of Zone	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ข้อแนะนำเกี่ยวกับระบบแสงสว่างภายในอาคาร

(Introduction to Interior Lighting Design)

1. ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ (Design Consideration)

ปริมาณและคุณภาพของแสงสว่าง ที่ทำให้การทำงานมีความถูกต้อง และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องอยู่บนข้อกำหนดดังนี้ คือ

1.1 สมรรภาพในการมองเห็น (Visual Performance)

1.2 ความพอใจในการมองเห็น (Visual Satisfaction)

1.3 ความประหยัด (Economic)

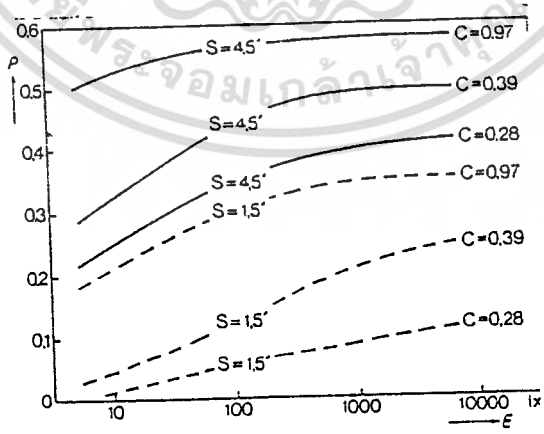
โดยมีรายละเอียดที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1.1 สมรรถภาพในการมองเห็น (Visual Performance)

เป็นเทอมที่ใช้ในการอธิบายถึงความเร็ว และความแม่นยำในการทำงาน โดยขึ้นอยู่กับ

- ขนาดของชิ้นงานที่ทำ และระยะทางระหว่างชิ้นงานกับตาของผู้ทำงาน
- ความสว่าง (Illuminance)
- ความเข้มของสี และความส่องสว่าง (Luminance)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรภาพในการมองเห็น และความสว่างที่ขนาดและความเข้มต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่1.1 ซึ่งจะเห็นว่าที่ระดับขนาดของชิ้นงาน และความเข้มหนึ่ง สมรรภาพในการมองเห็นจะดีขึ้นถ้าความสว่างเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงงานที่จะทำเสร็จเร็วและมีความถูกต้องเพิ่มขึ้น

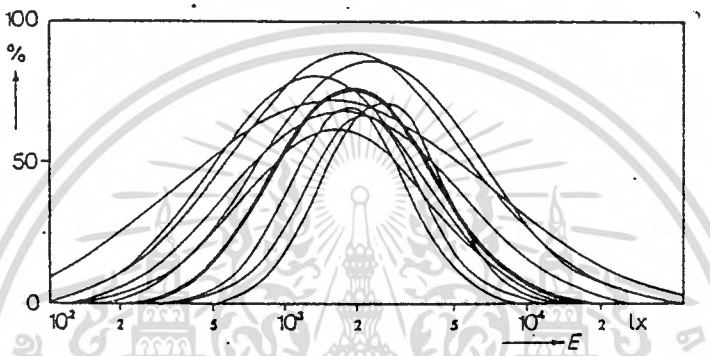


รูปที่ 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพในการมองเห็นและความสว่างที่ขนาดและความเข้มต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความพอใจในการมองเห็น (Visual Satisfaction)

เป็นเทอมที่ใช้ในการอธิบายถึงความสบาย และความพอใจในการมองเห็น ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้าของประเทศต่าง ๆ ในยุโรปตะวันตก โดยศึกษาภายใต้ข้อกำหนดที่ว่า ระบบที่ใช้เป็นระบบแสงสว่างแบบทั่วไปใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ และไม่มีแกลร์ มีการให้ผู้สังเกตจำนวนมาก ผลของการค้นคว้าได้แสดงในรูปที่ 1.2 เส้นโค้งในรูปแสดงเปอร์เซนต์ของกลุ่มผู้สังเกตโดยพิจารณาความสว่างที่ทำให้เกิดความพอใจในการมองเห็น จะเห็นว่า ตำแหน่งของความสว่างที่ทำให้เกิดความพอใจสูงสุดจะเปลี่ยนแปลงจาก 1500-3000 ลักซ์เต่เส้นโค้งเฉลี่ยมีเปอร์เซนต์ของกลุ่มผู้สังเกตที่มีความพอใจที่ความสว่าง 2000 ลักซ์ เท่ากับ 75 % ของกลุ่มผู้สังเกต



รูปที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์ของผู้สังเกตที่เกิดความพอใจในการมองเห็นและความสว่าง

1.3 ความประหยัด (Economic)

ในการออกแบบแสงสว่างภายในจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึง ความประหยัดในด้านค่าใช้จ่าย และพลังงาน โดยไม่ทำให้ปริมาณและคุณภาพของแสงสว่างลดลง ซึ่งทำได้โดยการใช้หลอดไฟ ควงโคม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพ และมีการใช้งานอย่างเหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ให้ใช้งานได้ดีอยู่เสมอ แต่บางครั้งอาจมีการประนีประนอมโดยการใช้มาตรฐานของแสงสว่างที่ต่ำกว่าที่ต้องการ เพื่อผลของความประหยัด

2 . มาตรฐานในการออกแบบ (Design Criteria)

ปริมาณและคุณภาพของแสงสว่าง ที่ได้รับจากการติดตั้งระบบแสงสว่างภายในอาคารสามารถอธิบายในเทอมต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.1 ระดับของแสงสว่าง (Lighting Level)

2.2 การกระจายความส่องสว่าง (Luminace distribution)

2.3 แกลร์ (Glare)

2.4 ทิศทางของแสง (Directtional Effect)

2.5 สี (Colour)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีรายละเอียดที่พิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 *ระดับของแสงสว่าง (Lighting Level)* ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 3 ระดับคือ

2.1.1 ระดับต่ำสุดสำหรับพื้นที่ทางเดิน (The minimum for circulation areas) เป็นระดับของแสงสว่างที่สามารถมองเห็นลักษณะบนใบหน้าของคนออก โดยมีค่าความส่องสว่างประมาณ 1 แคนเดลา/ตารางเมตร ความสว่างในแนวนอนประมาณ 20 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างต่ำสุดสำหรับพื้นที่ทางเดินหรือพื้นที่ที่ไม่ทำงาน

2.1.2 ระดับต่ำสุดสำหรับการทำงาน (The minimum for working interior) เป็นระดับของแสงสว่างที่สามารถมองเห็นลักษณะบนใบหน้าของคนออก ด้วยความพอใจโดยไม่ต้องเพ่งสายตามาก มีค่าความส่องสว่างประมาณ 10-20 แคนเดลา/ตารางเมตร ความสว่างในแนวดิ่งอย่างน้อย 100 ลักซ์ ความสว่างในแนวนอนประมาณ 200 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่าความสว่างต่ำสุด สำหรับพื้นที่ทำงานทั้งหมด

2.1.3 ระดับดีที่สุดสำหรับการทำงาน (The optimum for working interiors) เป็นระดับของแสงสว่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำงาน โดยมีค่าความส่องสว่างประมาณ 100-400 แคนเดลา/ตารางเมตร ค่าความสว่างในแนวนอนประมาณ 2000 ลักซ์

จากระดับของแสงสว่างที่แตกต่างกัน 3 ระดับ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.1 จะเห็นว่ามีระดับของความส่องสว่าง 1000 แคนเดลา/ตารางเมตร ความสว่างในแนวนอน 20000 ลักซ์ เพิ่มเข้ามาด้วย ซึ่งเป็นระดับความสว่างสูงสุดที่ความรู้สึกของตาจะสามารถแบ่งแยกความแตกต่างของชิ้นงานที่ทำได้

	Luminance (cd/m^2)	Horizontal illuminance (lux)
Features of human face just discernible	1	20
Features of human face satisfactorily discernible	10 - 20	200
Optimum viewing conditions in normal working interiors	100 - 400	2000
Task luminance for surfaces with reflectances above 0,15	1000	20000

ตารางที่ 1.1 แสดงการแบ่งระดับความสว่างออกเป็น 3 ระดับ

ตารางที่ 1.2 ได้แบ่งย่อยขอบเขตของความสว่างออกไปอีก ค่าที่แนะนำในตารางเป็นค่าความสว่างเฉลี่ย (Average Illuminance) ของพื้นที่ทำงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในแนวนอน โดยความสูงของพื้นที่ทำงานจากพื้นจะเท่ากับ 0.85 เมตร สำหรับคนที่ยืนทำงาน และเท่ากับ 0.75 เมตรสำหรับคนที่นั่งทำงาน

ค่าความสว่างจริง (Actual Illuminance) บนพื้นงานต้องไม่น้อยกว่า 0.8 ของค่าความสว่างที่แนะนำในตาราง ถ้าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นที่ทำงานมีค่า ต่ำ (น้อยกว่า 0.2) หรือความเข้มน้อย หรือคนทำงานมีสมรรถภาพในการมองเห็นลดลง ค่า ความสว่างที่แนะนำในตารางต้องถูกเพิ่มขึ้น เช่น จาก 300 เป็น 500 ซึ่งสามารถแสดงด้วยโฟลชาร์ทดังรูปที่ 1.3

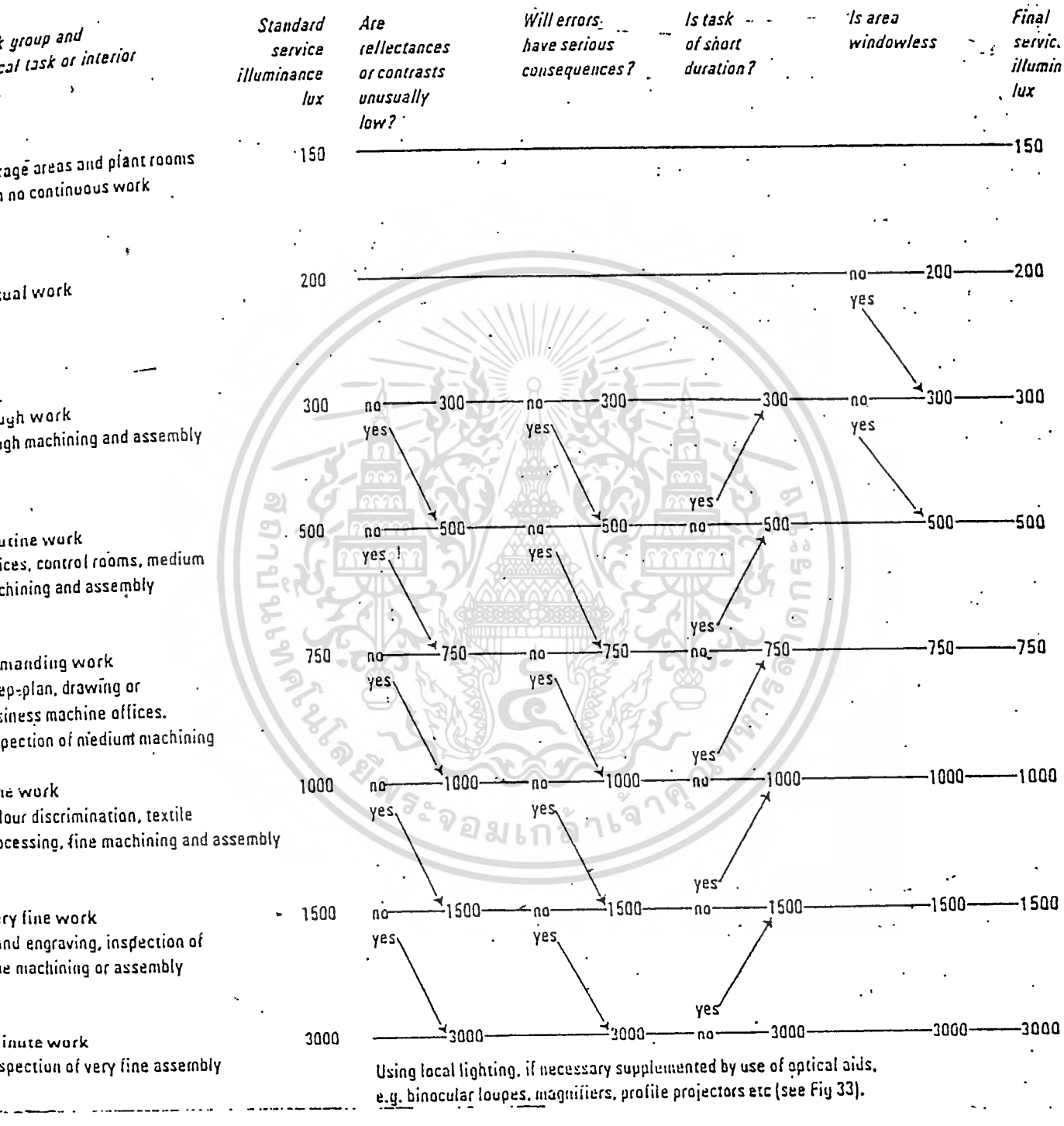
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Range	Recommended* illuminance (lux)	Examples of area or activity
General lighting for rooms and areas used either infrequently and/or for casual or simple visual tasks	20	Minimum service illuminance in exterior circulation areas
	30	Outdoor stores, stockyards
	50	Exterior walkways and platforms; indoor car parks
	75	Docks and quays
	100	Theaters and concert halls; hotel bedrooms, bath rooms
	150	Circulation areas in industry, stores and stock rooms
General lighting for working interiors	200	Minimum service illuminance on the task
	300	Rough bench and machine work; general processes in chemical and food industries; casual reading and filing activities
	500	Medium bench and machine work; motor vehicle assembly; printing machine rooms; general offices, shops and stores
	750	Proof reading, general drawing offices; offices with business machines
	1000**	Fine bench and machine work; office machine assembly; colour work; critical drawing tasks
	1500**	Very fine bench and machine work; instrument and small precision mechanism assembly, electronic components, gauging and inspection of small intricate parts
Additional localized lighting for visually exacting tasks	2000	Minutely detailed and precise work, e.g. very small parts of instruments, watch making and engraving; operating area in operating theatres

* If minimum values are recommended, one step lower in illuminance can be taken.
** Can be done by local lighting. Optical aids should be considered.

ตารางที่ 1.2 แสดง Scale of recommand service Illuminance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 แสดงโฟลชาร์ทการเลือกความสว่างที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การกระจายความส่องสว่าง (Luminance Distribution)

จะถูกพิจารณาในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.2.1 การกระจายความส่องสว่างในพื้นที่ทำงาน (Luminance Distribution in the task area) ความส่องสว่างของผิวรอบ ๆ ชิ้นงานต้องมีค่าต่ำกว่าความส่องสว่างของชิ้นงาน แต่ต้องไม่น้อย กว่า 1/3 ของความส่องสว่างของชิ้นงาน

2.2.2 ความส่องสว่างของเพดานและผนัง (Luminance of ceiling and wall) ในการศึกษาความส่องสว่าง สามารถที่จะพิจารณาความสว่างและสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวห้องแทนได้

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของเพดานและผนังส่วนบน (Reflectance of ceiling and frieze) ควรมีค่ามากว่าหรือเท่ากับ 0.7 โดยเฉพาะระบบแสงสว่างที่ใช้ดวงโคมแบบฝังในฝ้า (Recess Luminaire) จะลดดิสคอมฟอร์ทแกลร์ และแกลร์สะท้อน

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของผนัง (Reflecetance of wall) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.8 ซึ่งค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การสะท้อนของผนัง หน้าต่าง ประตูและเฟอร์นิเจอร์ สัมประสิทธิ์การสะท้อนของผนังที่มีค่าสูง อาจจะเพิ่มความไม่สบายตาในเวลากลางคืน โดยเฉพาะถ้าความสว่างสูงกว่า 500 ลักซ์ สำหรับความสว่าง 1000 ลักซ์สัมประสิทธิ์การสะท้อนของผนังไม่ควรเกิน 0.6

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของผิวหน้าต่าง ควรมีค่าอย่างน้อย 0.6 เพื่อลดความเข้มของความสว่างภายนอกหน้าต่าง ในเวลากลางวัน และม่านจะถูกใช้ในเวลากลางคืน เพื่อลดความเข้มของความมืดภายนอกหน้าต่าง และป้องกันการสูญเสียของแสงออกไปนอกหน้าต่าง

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นที่ทำงาน (Reflectance of working plane) ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 ค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยที่รวมถึงสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้น เฟอร์นิเจอร์ที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ทำงาน

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.5 แต่ในทางปฏิบัติจริง ๆ อาจทำไม่ได้

สัมประสิทธิ์การสะท้อนของผิวรอบ ๆ ชิ้นงาน ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.5 ของสัมประสิทธิ์การสะท้อนของชิ้นงาน

ค่าความสว่างของเพดานและผนังส่วนบน ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.9 ของค่าความสว่างในแนวนอน ถ้าค่าความสว่างมีค่าต่ำกว่า 0.3 เพดานและผนังส่วนบนอาจดูมืดเกินไป ในขณะที่ถ้าความสว่างของเพดานและผนังส่วนบนเท่ากับความสว่างของชิ้นงาน มันอาจทำให้เกิดความรำคาญ และรบกวนการมองเห็นโดยเฉพาะในห้องที่มีขนาดใหญ่

ค่าความสว่างของผนังควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.8 ของค่าความสว่างในแนวนอน โดยไม่ควรเกิน 750 ลักซ์ อย่างไรก็ตามผนังที่มีหนังสือ หรือภาพปิดบังอยู่จำเป็นที่จะต้องการความสว่างเกิน 750 ลักซ์

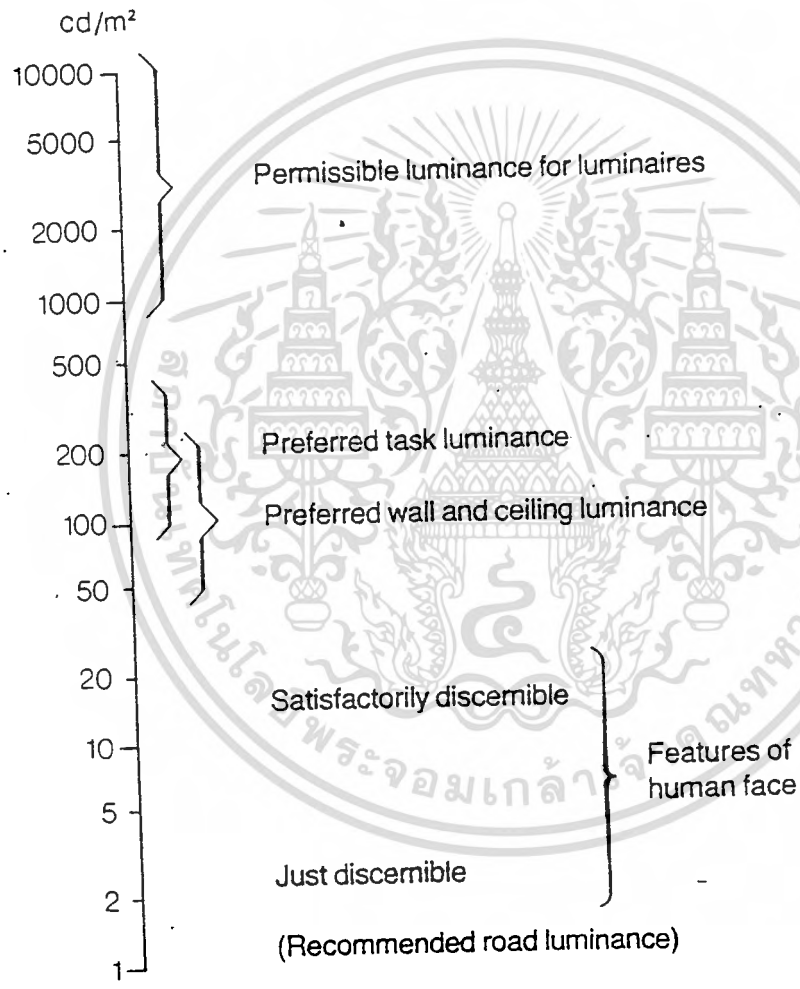
ค่าความสว่างของพื้นที่บริเวณรอบ ๆ พื้นที่ทำงานควรมีค่าไม่น้อยกว่า 1/3 ของค่าความสว่างบนพื้นที่ทำงาน

ขอบเขตของความส่องสว่าง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.4 ซึ่งแสดงถึงความส่องสว่างบนดวงโคม ชิ้นงาน ผนัง และเพดาน

ผลของความส่องสว่าง (Luminance effect) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.5 จะเห็นว่าพื้นผิวที่มีค่าความส่องสว่างสูง จะดูเหมือนอยู่ใกลกว่าพื้นผิวที่มีค่าความส่องสว่างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การหลีกเลี่ยงแกลร์โดยจำกัดความส่องสว่างของดวงโคมและหน้าต่าง ซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทหลัง (เรื่องของ แกลร์และการจำกัดแกลร์)



รูปที่ 1.4 ขอบเขตของความส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

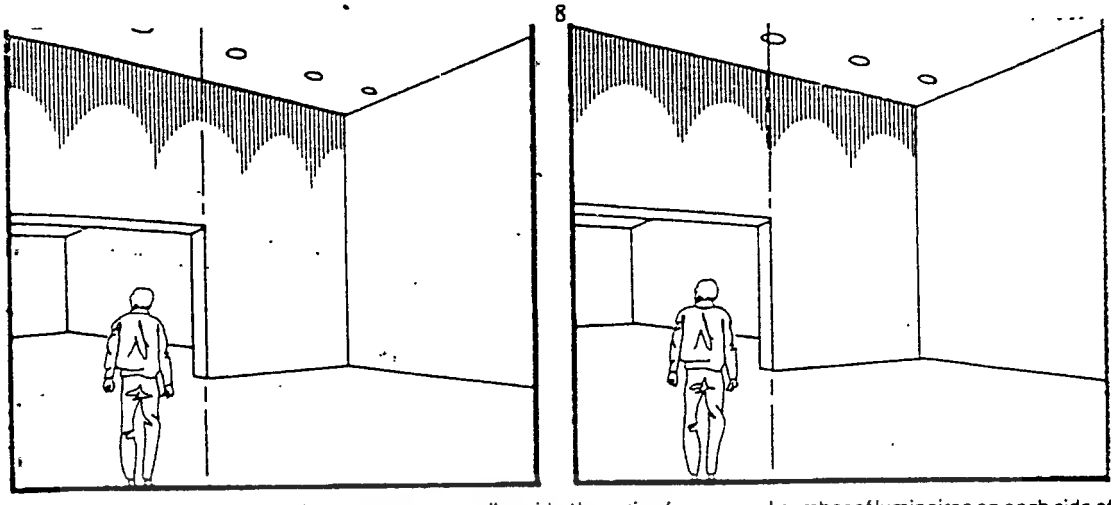


Fig. 4-10. Unpleasant interception patterns on a wall avoided by opting for an equal number of luminaires on each side of the centre-line.

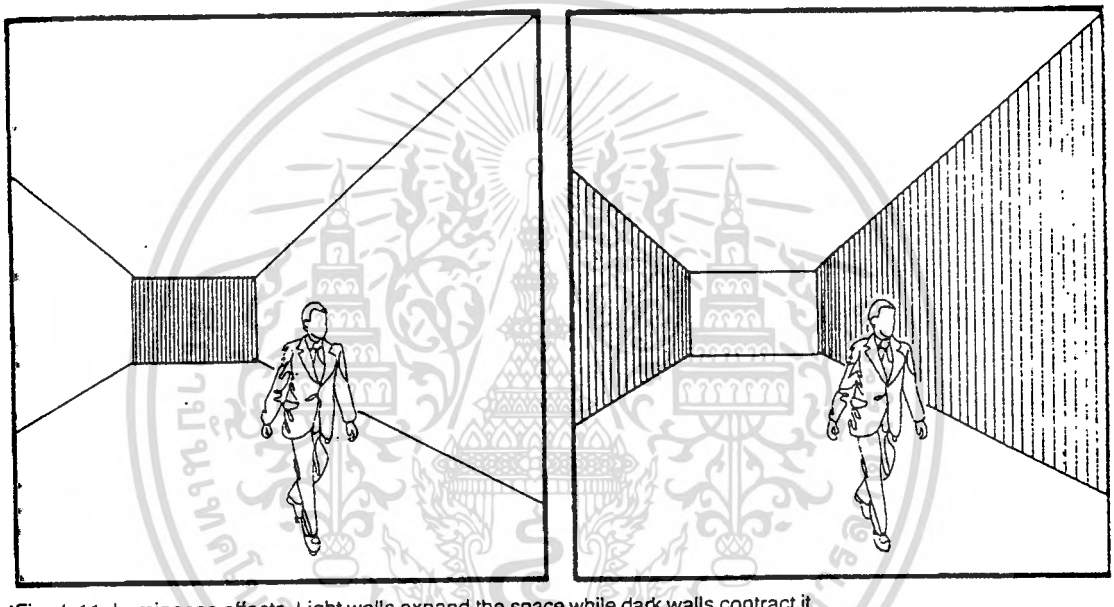


Fig. 4-11. Luminance effects. Light walls expand the space while dark walls contract it.

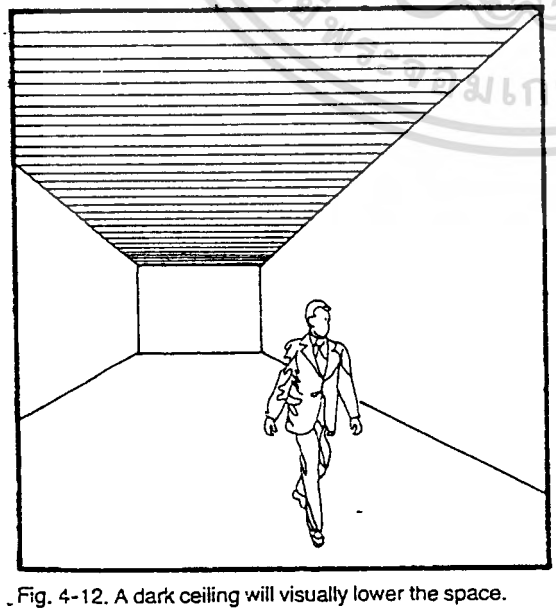


Fig. 4-12. A dark ceiling will visually lower the space.

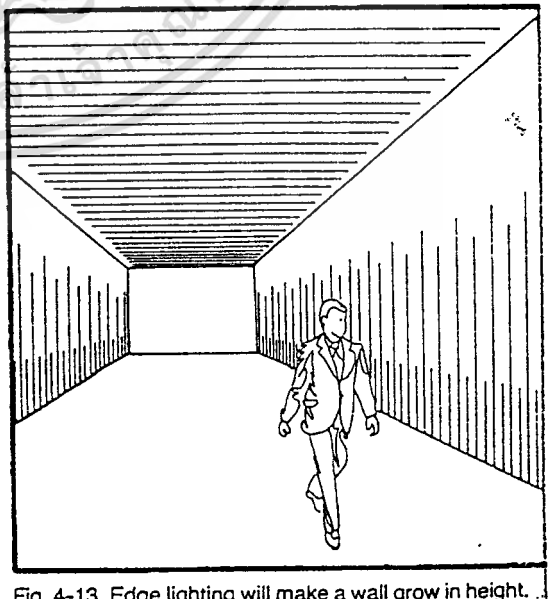


Fig. 4-13. Edge lighting will make a wall grow in height.

รูปที่ 1.5 ผลของความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

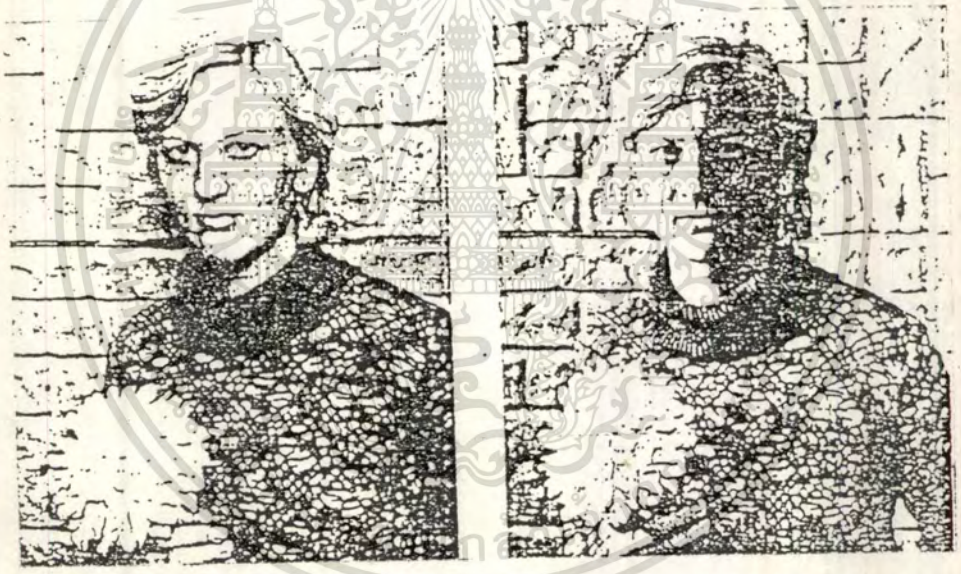
2.3 แกลร์ (Glare)

แกลร์ คือ ความสว่างจ้าที่เกิดจากหลอดไฟ ดวงโคม หน้าต่าง หรือพื้นผิวอื่น ๆ ที่มีความสว่างมากเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับความสว่างโดยทั่วไปภายในห้อง ซึ่งทำให้เกิดความไม่สบายในการมองเห็น (รายละเอียดเพิ่มเติมพิจารณาได้จากบทที่ 2)

2.4 ทิศทางของแสง (Directional Effect)

ทิศทางของแสงบางทิศทาง อาจทำให้มองเห็นรายละเอียดของชิ้นงานได้ง่าย แต่บางทิศทางอาจทำให้ยากต่อการมองเห็น ซึ่งทิศทางของแสงสามารถแสดงได้ดังนี้ คือ

2.4.1 โมเดลลิ่ง (Modelling) คือความสามารถของแสงที่จะเปิดเผยรูปร่าง 3 มิติของงาน โมเดลลิ่งอาจหยาบหรือราบเรียบก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสว่าง และ ทิศทางของแสงที่ส่องลงบนชิ้นงาน บางครั้งรายละเอียดของชิ้นงาน สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน โดยการปรับทิศทางของแสงมากกว่าเพิ่มความสว่างของแสง ดังแสดงในรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 แสดงผลของทิศทางของแสง

2.4.2 เวลลิ่งรีเฟลคชั่น (Veiling Reflection) แสงจากแหล่งกำเนิดที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวมันแล้วสะท้อนเข้าตาผู้สังเกต อาจเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ

- การสะท้อนเกิดขึ้นในชิ้นงาน เรียกว่า เวลลิ่งรีเฟลคชั่น
- การสะท้อนเกิดขึ้นในบริเวณพื้นผิวรอบ ๆ ชิ้นงาน เรียกว่า แกลร์สะท้อน

การเกิดเวลลิ่งรีเฟลคชั่น ทำให้มีการสูญเสียความเข้มของแสงในชิ้นงานที่ทำ และลดการมองเห็น ดังนั้นจึงต้องหลีกเลี่ยงการสะท้อน ซึ่งวิธีที่ทำให้เวลลิ่งรีเฟลคชั่น และแกลร์สะท้อนลดลง สามารถทำได้ดังนี้ คือ

- โดยการติดตั้งดวงโคมหรือพื้นที่ท

สังเกต ซึ่งดวงโคมต้องไม่อยู่ในตำแหน่ง Forbidden Zone ดังแสดงในรูปที่ 1.7

- เพิ่มปริมาณของแสงที่ตกบริเวณด้านข้างของชิ้นงานที่มุมตั้งฉากกับการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
035030

- ใช้ดวงโคมที่มีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่ และความส่องสว่างต่ำ

- ใช้พื้นผิวทำงานที่ไม่เป็นมันวาว เพื่อลดผลของการสะท้อน

- เวลลิ่งรีเฟลคชั่นสามารถที่จะลดลงอย่างมาก โดยใช้ดวงโคมที่มีการกระจายแสงเฉพาะ โดยออกแบบให้มีฟลักซ์การสะท้อนต่ำสุดในทิศทางการมองเห็น

2.4.3 คอนทราสเรนเดอลิ่งแฟกเตอร์ (contrast Rendering Factor ; CRF) คือ อัตราส่วนของความสามารถในการมองเห็นชิ้นงานภายใต้ระบบแสงสว่างหนึ่ง ต่อความสามารถในการมองเห็นชิ้นงานเดียวกันภายใต้ระบบแสงสว่างอ้างอิงหนึ่ง ระบบแสงสว่างอ้างอิงนี้ เป็นระบบที่ความสว่างบนชิ้นงานได้รับแสงสว่างที่มาจากทุกทิศทาง คอนทราสเรนเดอลิ่งแฟกเตอร์ เป็นเทอมที่กำหนดว่า ระบบแสงสว่างสามารถที่จะแยกความแตกต่างในชิ้นงานได้ดีเพียงใด โดยความสามารถในการมองเห็นจะลดลงเมื่อ CRF เพิ่มขึ้น ค่า CRF หาได้โดยการแทนงานที่เขียนด้วยดินสอ ในระบบแสงสว่างที่แตกต่างกัน โดยเปลี่ยนตำแหน่งและชนิดของชิ้นงานด้วย

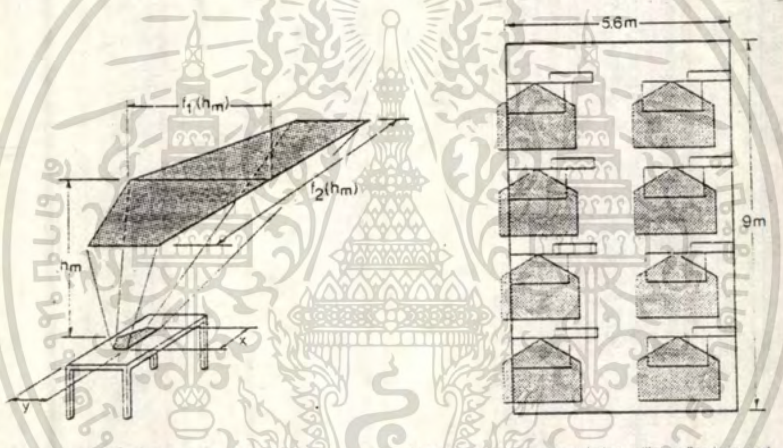


Fig. 4-20. The forbidden zone, which should be kept free of luminaires in order to minimise veiling reflections and reflected glare.

a) The dimensions of this zone are seen to be proportional to the mounting height (h_m) of the luminaires above the working plane:
$l_1(h_m) = 0.85\,h_m + y$
$l_2(h_m) = 1.05\,h_m + x$
(For convenience, x and y can be put equal to 32 cm and 35 cm respectively.)

b) Example of how paper cut-outs representing the forbidden zones can be used to find mutually acceptable luminaire and desk positions (h_m = 1.35 m).

รูปที่ 1.7 แสดง forbidden zone

2.5 สี *(Colour)*

คุณสมบัติของสี สามารถพิจารณาได้ 2 ลักษณะคือ

2.5.1 สีของหลอดไฟ (Chromaticity of lamp) เป็นสีของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ ซึ่งอาจจะต้องพิจารณา สเปกตรัมของแสง , อุณภูมิของสี, รวมถึงความสว่างของสี

2.5.2 คัลเลอร์เรนเดอลิ่ง (Colour Rendering) เป็นคุณสมบัติการตอบสนองสีที่เป็นตัวกำหนดสีของวัตถุที่มันส่องแสง ในระบบแสงสว่างภายใน ค่าดัชนีการตอบสนองสีทั่วไปที่น้อยที่สุดของหลอดไฟสามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 1.3 ซึ่งจากตาราง กลุ่ม Special เป็นกลุ่มที่แหล่งกำเนิดแสงถูกออกแบบให้มีการกระจายสเปกตรัมพิเศษ สำหรับใช้ในกรณีที่เกิดความเพี้ยนของสีแตกต่างไปจากสีธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากต้องการเน้นลักษณะบางอย่างของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปหลอดอินแคนเดสเซนต์จะมีดัชนีการตอบสนองสีสูงแต่ประสิทธิ์ภาพต่ำ ทั้งประสิทธิ์และคุณสมบัติการตอบสนองสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะค่อนข้างดี แต่ถ้าปรับปรุงคุณสมบัติการตอบสนองสีให้ดีขึ้น ประสิทธิภาพจะลดลง ซึ่งบางครั้งจำเป็นต้องออกแบบแสงสว่างให้มีคุณสมบัติการตอบสนองสีที่ดี โดยที่ความสว่างของหลอดจะลดลง ทั้งนี้เพราะมันทำให้เกิดความพอใจในการมองเห็นมากกว่าการออกแบบที่ให้ความสว่างสูง แต่คุณสมบัติการตอบสนองสีเลว ส่วนหลอดไอปรอทความดันสูงและหลอดโซเดียมความดันต่ำจะมีประสิทธิภาพสูง แต่คุณสมบัติการตอบสนองสีเลว

Colour rendering group	Range of colour rendering index R_a	Colour appearance	Examples of use
1	$R_a \geq 85$	Cool	Textile industries, paint and printing industries
		Intermediate	Display lighting, shops, hospitals
		Warm	Homes, hotels, restaurants
2	$70 \leq R_a < 85$	Cool	Offices, schools, department stores, fine industries (in warm climates)
		Intermediate	Offices, schools, department stores, fine industries (in temperate climates)
		Warm	Offices, schools, department stores, critical industrial environments (in cool climates)
3	Lamps with $R_a < 70$ but with sufficiently acceptable colour rendering properties for use in general working interiors		Interiors where colour rendering is of comparatively minor importance
S (special)	Lamps with unusual colour rendering properties		Special applications

ตารางที่ 1.3 แสดงการตอบสนองสีของหลอดไฟแบบต่าง ๆ

3. ดวงโคม (Luminaire)

3.1 *ดวงโคม* เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หลัก ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เพื่อคุมการกระจายแสงจากหลอด
- เพื่อรองรับหลอดไฟและต่อวงจรทางไฟฟ้า รวมถึงเป็นตัวป้องกันหลอดให้มิดชิด
- เพื่อรักษาระดับอุณภูมิของหลอดภายในให้อยู่ในระดับที่ต้องการ
- เพื่อสะดวกในการติดตั้งและดูแลรักษา
- เพื่อความสวยงามและปลอดภัย

โดยจุดประสงค์หลักของดวงโคมก็คือควบคุมการกระจายแสงจากหลอดเปลือย โดยจะทำการบีบแสงให้ไปตกในทิศทางที่ต้องการ และจะลดการกระจายแสงในทิศทางที่อาจก่อให้เกิด discomfort glare ได้ ดังนั้นการควบคุมแสงจึงเป็นจุดหลักสำคัญ โดยแสงจะต้องถูกควบคุมทั้งตามแนวยาวและแนวขวางของหลอด โดยปกติแล้วแสงจะถูกควบคุมโดย ตัวสะท้อนแสง (Reflector) ซึ่งโดยมากมักทำมาจากวัสดุพวกอะลูมิเนียม โดยตัวสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงเหล่านี้จะมีผลต่อระดับความสว่างของดวงโคมนั้น ๆ ด้วย บริษัท Jakobsson ได้นิยามแบ่งระดับของความสว่างออกเป็น 3 ระดับดังนี้

3.1.1 Data light White เป็นระดับความสว่างที่ถูกพัฒนาสำหรับระบบแสงสว่างทั่ว ๆ ไปซึ่งต้องการควบคุมแสง จะให้ความแน่นอนในประสิทธิภาพการควบคุม และใช้ค่าประโยชน์จากแสงได้สูง โดยความเข้มแสงเฉลี่ยที่ออกจากมุมคัทออฟ (cut off) มีค่า น้อยกว่า 2000 Cd/m^2

3.1.2 Data light comfort ได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้งานในระบบแสงทั่วไป ซึ่งต้องการการควบคุมที่ดีกว่ามันจะมีอัตราส่วน light output ratio สูงกว่าแบบแรก โดยค่าความเข้มแสงเฉลี่ยที่ออกจากมุมคัทออฟมีค่า 700 cd/m^2

3.1.3 Data light Dark สำหรับระบบแสงสว่างที่ต้องการควบคุมแสงทั้งหมด เพราะมันจะให้ข้อได้เปรียบตรงที่สามารถควบคุมแสงทั้งหมดได้ ให้ค่า light output ratio ที่เหมาะสมที่สุด ความเข้มของแสงต่ำ และการกระจายแสงเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยความเข้มแสงเฉลี่ยที่ออกจากมุมคัทออฟ มีค่าน้อยกว่า 200 Cd/m^2

รูปที่ 1.8 แสดง Data light white , Data light comfort , Data light dark

3.2 ส่วนประกอบหลักของดวงโคมที่ช่วยในการควบคุมแสง

3.2.1 ตัวสะท้อนแสง (Reflector) ทำหน้าที่บีบแสงไปยังทิศทางที่ต้องการ และให้ความสว่างอยู่ในระดับที่พอใจด้วย ในบางครั้งการออกแบบตัวสะท้อนแสงจะออกแบบให้มีความสามารถในการกำบังหลอดไฟ (lamp shielding) แต่ในทางปฏิบัติแนวทางที่ดีกว่าคือ การใช้ตัวสะท้อนแสงร่วมกับตัวบังแสง (louver) เพื่อการกำบังหลอด และลดค่าแกลร์ ตัวสะท้อนแสงมักแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ตามรูปที่ 1.9 คือจะประกอบไปด้วย ตัวสะท้อนแสงหลัก (Main reflector) และ ตัวสะท้อนแสงด้านข้าง (Side Reflector) โดยทั่วไปส่วนแล้วตัวสะท้อนแสงมักทำมาจากอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ 99.9% ซึ่งก็จะมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงดังแสดงในตารางที่ 1.4

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN REFLECTOR

SIDE REFLECTOR

รูปที่ 1.9 แสดง ตัวสะท้อนแสงหลัก และ ตัวสะท้อนแสงด้านข้าง

	Total Reflectance	Diffuse Reflectance	Photometric Light Output	Calculated% Light Output	Improvement Actual	Improvement Calculated
Ano-Fol Specular Material	86%	8%	0.58L	0.61L	31%	30%
White Painted Material	88%	87%	0.44L	0.47L	-	-

ตารางที่ 1.4 แสดงคุณสมบัติของอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ที่นำมาทำตัวสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ตัวบังหลอด (Louver) ทำหน้าที่บังตัวหลอดจากการมองโดยตรง และช่วยลดความสว่างของดวงโคมในทิศที่ทำให้เกิดแกลร์ และยังทำให้แสงที่ออกมามีความสบายตาในการมองเห็นด้วยปกติแล้ว ลูเวอร์สร้างมาจาก วัสดุเล็กๆ ชิ้นบาง ๆ ซึ่งอาจทำจากแก้ว กระดาษ พลาสติก หรืออะลูมิเนียม (Baffle) ซึ่ง ลูเวอร์ก็คือการนำเอา baffle มาวางต่อขนานกัน ซึ่งอาจถูกจัดวางเป็นรูปแบบ รูปทรงทางเรขาคณิต โดยรูปแบบมาตรฐานที่พบแบ่งเป็น 3 แบบใหญ่ ๆ คือ

- Square Mesh
- Diamond Mesh
- Lamelle

นอกจากนี้ยังมีรูปร่างอื่น ๆ ของลูเวอร์ที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.10

3.2.3 ตัวหักเหแสง Prismatic Diffuser (Refractor) ทำหน้าที่เบี่ยงเบนแสงและลดความสว่างของแสงในทิศทางที่มีแกลร์สูง ซึ่งตัวหักเหแสงมักสร้างมาจากสารพวก กระจก หรือ สารอะครีลิค

- ขนาดของลูเวอร์ที่ความยาวต่าง ๆ ก็จะได้ค่าดัทออฟต่าง ๆ กัน

รูปที่ 1.10.1 แสดง louver

- ring blade ทำจากพลาสติกโดยถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม มันช่วยให้ปริมาณแสงออกมามีความสม่ำเสมอทำให้การควบคุมแสงเป็นไปอย่างดีที่สุด

รูปที่ 1.10.2 แสดง ring blade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-cross blade louver มักสามารถเปล่งแสงออกมาได้มาก
และแสงมีความนุ่ม มันยังสามารถใช้ควบคุมแกลร์ได้อีก

รูปที่ 1.10.3 แสดง cross blade louver

- เป็นอุปกรณ์ที่พื้นฐานที่สุดสำหรับการควบคุมแสง
แต่มันให้การส่องสว่างเฉลี่ยที่ต่ำ และตำแหน่งระหว่าง
ซี่ของลูเวอร์มักจะมีจุดที่มีความสว่างสูง

รูปที่ 1.10.4 แสดง batwing low brightness reflector louver

- แสงที่ออกจาก bare lamp จะไปกระทบกลับตัวสะท้อน
แสงหลัก และไปยังผิวเอียงของตัวบังแสงเป็นครั้งสุดท้าย
แล้วแสงจะออกจากดวงโคมสู่ภายนอกที่มุม cut off ที่ต้องการ

รูปที่ 1.10.5 แสดง low brightness reflector louver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลทางแสงของดวงโคม (Luminarie Photometrics)

ในการเลือกใช้ light soure ใดๆ ก็ตาม,การที่ออกแบบองค์ประกอบทางกายภาพ,หรือแม้แต่กุารที่จะกำหนดควบคุมทิศทางและปริมาณของแสงให้เป็นไปตามที่ต้องการ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลของดวงโคมก่อนเพราะมันจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นทางเทคนิคของดวงโคมแต่ละชนิดเพื่อที่จะนำไปใช้ในการคำนวณออกแบบเพื่อควบคุมคุณภาพและปริมาณแสงต่อไป

ดังนั้นพฤติกรรมการแสดงออกของดวงโคมจะถูกรายงานไว้ใน " photometric data sheet" ในการที่จะสร้าง photometric data sheet นั้น จะต้องทำการวัดข้อมูลเบื้องต้นทางแสงจากห้องทดลอง ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นที่จะทำการวัดมีปริมาณ 2 ปริมาณคือ

- ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity)
- การส่องสว่างสูงสุดของดวงโคม (Maximum Luminarie Luminance)

และใน Photometric data sheet ทั่วไปจะแสดงรายละเอียดของดวงโคมเกี่ยวกับดวงโคมแยกออกเป็น 6 ข้อได้ดังต่อไปนี้

1. Luminaire Description เป็นการบอกรูปพรรณของดวงโคม
2. Luminous Intensity เป็นส่วนที่แสดงให้ผู้ใช้ทราบถึงโค้งการกระจายของความเข้มการส่องสว่าง
3. Luminaire output data เป็นส่วนที่แสดงค่าฟลักซ์ในแต่ละโซน(Zonal flux),ประสิทธิภาพของดวงโคม(Luminaire Efficiency), และบอกมาตรฐานของดวงโคมตามข้อกำหนดของ CIE/IES
4. Luminaire Luminance data เป็นส่วนแสดงข้อมูลการส่องสว่างของดวงโคม เช่น การส่องสว่างเฉลี่ย (Average Luminance) , การส่องสว่างสูงสุด
5. Coefficients of Utilization (CU) คือบอกสัมประสิทธิ์การส่องสว่าง
6. Maximum spacing criterior (ซึ่งมาจากคำเดิมคือ spacing to mounting hieght ratio)

โดยสามารถพิจารณารายละเอียดในแต่ละข้อด้านบนดังนี้

1. Luminaire description ;ซึ่งแสดงใน photomatric test report โดยมากมักประกอบด้วย

- Nominal Dimension อาจจะแสดงในรูปของ 2*4,1*6,16*48,2*2,2*3 หรืออาจบอกเป็น aperture size เช่น 8 นิ้ว , 12 นิ้ว
- Mouting บอกลักษณะการติดตั้งของดวงโคมซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทย่อยคือ

1. ดวงโคมที่ติดตั้งกับเพดาน แบ่งเป็น 3 แบบคือ

a. Recess Unit จะทำการติดตั้งเหนือระดับเพดานขึ้นไป

b. Surface mount Unit จะติดตั้งระดับเดียวกันกับเพดาน แบ่งได้ 3 แบบ

(1) Metal side or direct unit คือดวงโคมที่มีโลหะเป็นตัวปิดทั้ง 4 ด้านของดวงโคม

(2) Prismatic Wraparound unit คือดวงโคมจะมีพลาสติกปิดทางด้านยาว และตรงกลางจะเป็น Prismatic ส่วนหัวท้ายจะเป็นพลาสติกหรือ โลหะก็ได้

(3) Open buttom unit คือดวงโคมที่ตัวบังแสง(louvers) , cell หรือดวงโคมที่ไม่มีการควบคุมการมองเห็นเมื่อมองจากใต้หลอด

c.Suspand From ceiling เป็นดวงโคมแบบที่แขวนกับเพดานแบ่งเป็น 3 แบบ

(1) Metal Side

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Prismatic wraparound

(3) Open butoom

2. ดวงโคมที่ติดตั้งกับผนัง

3. ดวงโคมที่ติดตั้งกับพื้น

- อุปกรณ์ที่ดวงโคมนั้นใช้ควบคุมแสง (control light media) ก็จะมีหลายส่วนเช่น

1. acrylic lens, primatic,translucent,patterned

2. Glass lens , fresnel

3. Louvers and Cell

4. Reflectors

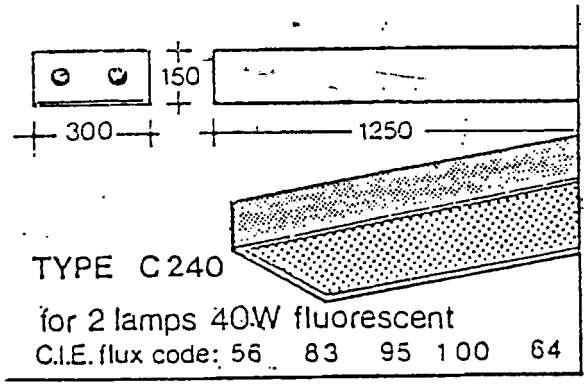
- Sheilding Angle คือมุมที่มากที่สุดที่วัดจากแกนแนวดิ่งได้หลอด (nadir) ซึ่งที่มุมตรงนั้นสามารถมองหั้นหลอดได้

- นอกจากนี้ยังอาจบอก test number :ซึ่งก็ถูกกำหนดมาจากการทดสอบในห้องทดลองแล้ว

ส่วนรายละเอียดข้อ 2-4 เป็นข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม (Photomatric luminaire data) ซึ่งได้มาจาก การวัดค่ากำลังการส่องสว่าง (candle power) หรือ เรียกค่าความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ที่มุมต่าง ๆ รอบแหล่งกำเนิดแสง หรือรอบดวงโคมนั้น ๆ โดยค่ากำลังการส่องสว่าง นี้มีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela : Cd) หรือ แคนเดลา ต่อ 1000 ลูเมน (Cd / 1000 lm) ซึ่งปริมาณการกระจายแสงในทิศทางต่าง ๆ รอบดวงโคมนั้นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแต่ละดวงโคม ซึ่งแต่ละดวงโคมจะไม่เหมือนกัน โดยปกติแล้วทางผู้ผลิตมักจะบอกข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมมาเป็นลักษณะ ใดลักษณะหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ฟลักซ์โค๊ด (Flux Code)

เป็นการบอกลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมในรูปอัตราส่วนของฟลั๊กที่มุมเชิงของแข็ง (Solid angle) ต่าง ๆ โดยแสดงในรูปของ N1,N2,N3,N4,N5 ซึ่ง ค่า N ต่าง ๆ เหล่านี้คือ ฟลั๊กทริปเล็ต (Flux Triplet) ส่วนใหญ่ดวงโคมตามมาตรฐาน C.I.E. จะบอกค่าฟลั๊กโค๊ดมาให้ดังในรูปที่ 1.11 แต่ค่า ฟลั๊กโค๊ดที่บอกมาให้ เมื่อจะนำไปใช้ต้องหาร 100 ก่อน เช่น จากรูป N1 = 0.56 , N2 = 0.83



รูปที่ 1.11 การบอกการกระจายแสงของดวงโคมในรูปฟลั๊กโค๊ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โซนอลฟลั๊กซ์ (Zonal Flux)

เป็นการบอกลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมในรูปของโซนอลฟลั๊กซ์ที่มุม (half apex angle) 0 องศา - 180 องศา ดังแสดงในรูปที่ 1.12 การหาค่า ฟลั๊กโค๊ดจากโซนอลฟลั๊กซ์ สามารถหาได้ดังนี้คือ

FC1 = ZF(41.4)

= - 0.0605ZF(30) + 0.9801ZF(40) + 0.0804ZF(50)

FC2 = ZF(60)

FC3 = ZF(75.5)

= 0.3241ZF(70) + 0.7995ZF(80) - 0.1236ZF(90)

FC4 = ZF(90)

F = ZF(180)

S*PHI = BASE LUMEN

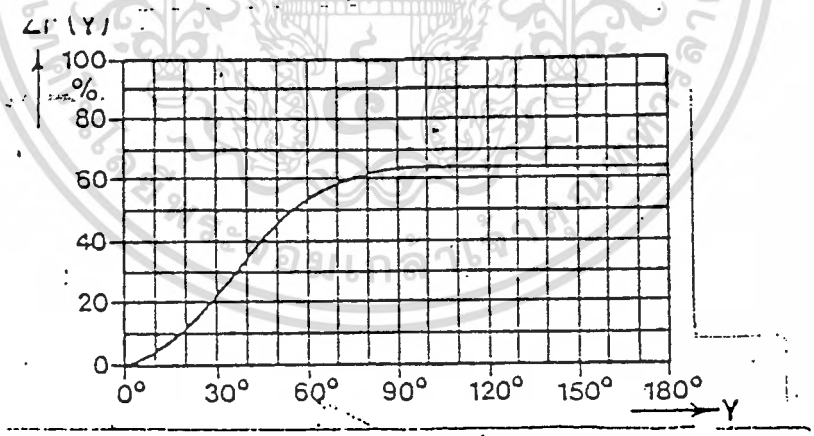
N1 = FC1/FC4

N2 = FC2/FC4

N3 = FC3/FC4

N4 = FC4/F

N5 = F/S*PHI



Zonal Flux: ZF(Y) per 1000 lm

Y: 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 180°

ZF(Y): 29 110 222 342 449 531 587 621 640 640 lm

รูปที่ 1.12 แสดงการบอกการกระจายแสงของดวงโคมในรูปโซนอลฟลั๊กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่:

FC1-FC4 คือ ฟลั๊กซ์สะสม (comulative flux) ซึ่งหาได้จากโซนอลฟลั๊กซ์ที่มุมเชิงของแข็ง

F คือ ฟลั๊กซ์ที่ออกจากดวงโคมทั้งหมด (Total flux) หาได้เช่นเดียวกับ FC1-FC4

S คือ จำนวนหลอดไฟใน 1 ดวงโคม

PHI คือ ฟลั๊กซ์ที่ออกจากหลอดไฟทั้งหมด

N1-N5 คือ ฟลั๊กซ์โค๊ด

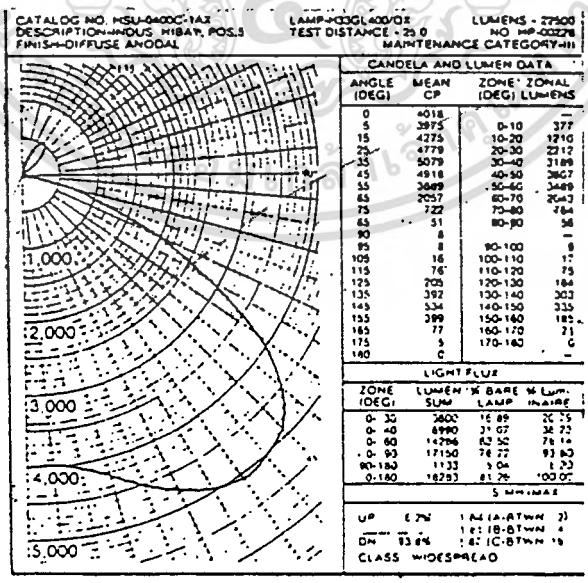
3. กราฟการกระจายกำลังส่องสว่าง (Candle power Distribution)

มักนิยมบอกใน 2 รูปลักษณะคือ

- กราฟแบบโพลาร์ (Polar Curve)
- กราฟไอโซแคนเดลา (Isocandela Coordinate Graph)

<u>*กราฟแบบโพลาร์*</u> เป็นการบอกลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมในรูปของความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ยที่มุม $\gamma = 0^\circ - 85^\circ$ ในครึ่งทรงกลมล่าง และ $95^\circ - 175^\circ$ ในครึ่งทรงกลมบน

- ในกรณีแหล่งกำเนิดแสงในดวงโคมที่มีลักษณะสมมาตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดเมอร์คูรี่ โพลาร์เคิร์พที่ได้จะมีลักษณะเดียวกันทั้งหมดตลอดระนาบตั้งฉาก จึงแสดงแค่โพลาร์เพียงอันเดียว จากรูปที่ 1.13.1 เป็นตัวอย่างแสดงโพลาร์เคิร์พของดวงโคมชนิด High bay เป็นแบบที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป การกระจายแสงของโคมไฟแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบสมมาตรรอบแกนดิ่ง ดังนั้น ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างที่วัดได้ในแต่ละระนาบ จะมีค่าใกล้เคียงกัน. และมีบางส่วนส่องขึ้นข้างบน กราฟโพลาร์แสดงให้เห็นว่าทิศทางของการกระจายแสงส่วนใหญ่ส่องไปในช่วงมุม -75 ° ถึง 75° และมีแสงส่องขึ้นด้านบนอีกเล็กน้อย



<u>รูปที่ 1.13.1</u> แสดงตัวอย่างของข้อมูลทางแสงของโคมไฟชนิด High bay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

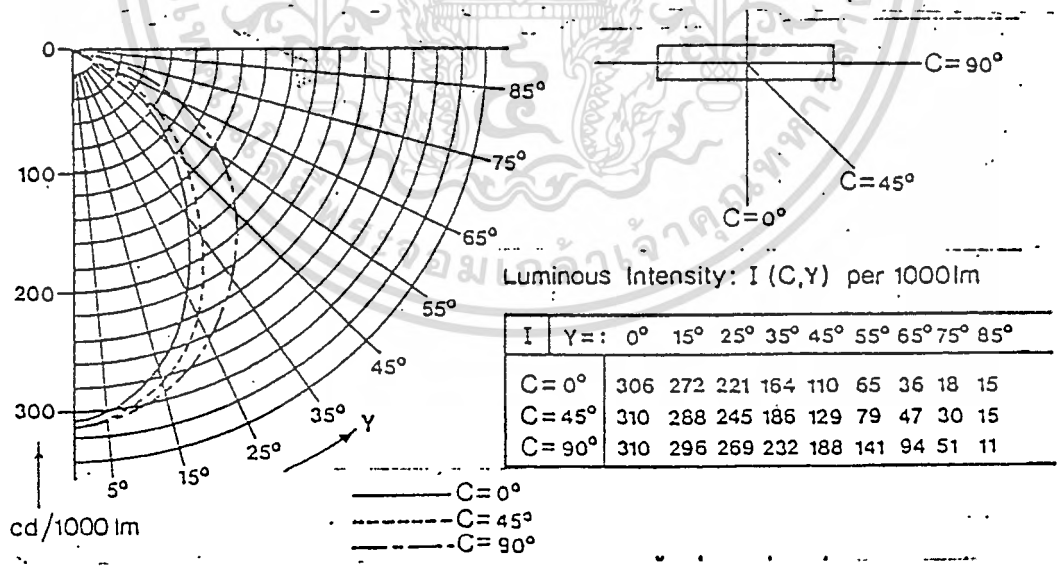
- กรณีของโคมไฟแสงสว่างสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดที่มีลักษณะยาวนั้น การกระจายแสงของโคมไฟบนระนาบที่ขนาน และระนาบที่ตั้งฉากกับแกนของหลอดจะมีค่าต่อนข้างแตกต่างกันมาก จึงมักจะแสดงลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมเป็น 2 ระนาบ หรือ 3 ระนาบ จากรูปที่ 1.13.2 ระนายในแนวดิ่งตามความยาวดวงโคม คือ ระนาบ C (parallel plane) ระนาบในแนวดิ่งที่ตั้งฉากกับความยาวดวงโคม คือ ระนาบ A (Perpendicular Plane) และอีกระนาบเป็นระนาบในแนวดิ่งที่ทำมุม 45° กับความยาวของดวงโคม คือ ระนาบ B โดยทั่วไปแล้ว ระนาบ A จะให้ลักษณะการกระจายแสงที่กว้างกว่า ระนาบ B และ ระนาบ C ตามลำดับโดยการคำนวณหาความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ย จากความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบต่าง ๆ คือ

C-Plane		Average Luminous Intensity
C= 0, 90	=>	$I^{+} = [\ I(0,\gamma) + I(90,\gamma)\ ]/2$
C = 0,45,90	=>	$I^{+} = [\ I(0,\gamma) + 2*I(45,\gamma) + I(90,\gamma)]/4$

โดยที่ :: γ คือ มุมครึ่งยอดกรวยในระนาบต่าง ๆ

I คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบต่าง ๆ

I^{+} คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ย



Luminous Intensity: I (C,Y) per 1000lm

I	Y=:	0°	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°	85°
C=0°		306	272	221	164	110	65	36	18	15
C=45°		310	288	245	186	129	79	47	30	15
C=90°		310	296	269	232	188	141	94	51	11

รูปที่ 1.13.2 แสดงลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมที่ระนาบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zonal lumen :

เมื่อทราบโพลาร์ของดวงโคมเราสามารถนำมาประยุกต์เพื่อหา Zonal lumen ซึ่งเป็นการคำนวณเพื่อแสดงให้ทราบถึงจำนวน และทิศทางของแสง (ในรูปฟลักซ์) ที่แปล่งออกจากดวงโคมที่ช่วงมุมต่าง ๆ จากคำจำกัดความของ Luminous intensity และ solid angle สำหรับทรงกลมรัศมี = 1 เราจะได้สมการสำหรับคำนวณ ค่าฟลักซ์ในแต่ละโซน (Zonal flux) ดังนี้

$$I = d\phi/dw \quad \text{and} \quad w = A_s/r^2 = A_s/1 = A_s$$

$$\text{Zonal lumens} = \phi = I * A_s$$

จะเห็นว่าการคำนวณ luminous flux ในแต่ละโซน เราต้องทราบ ค่า A_s ซึ่งก็คือ Zonal constant (ZC) และต้องทราบค่า average luminous intensity (Iave) ที่ตำแหน่งกึ่งกลางโซนของโซนนั้น ๆ ดังได้แสดงในตารางที่ 1.5

ค่า ฟลักซ์ที่ออกจากดวงโคมจะถูกแบ่งให้กระจายลงล่างเรียกเป็น down hemissphere (0°-90°) และมีอีกส่วนกระจายไปด้านบน up hemisphere (90°-180°) โดยทั่วไปใน photometric test report ของระบบแสงสว่างภายในเราจะแบ่งแสงที่กระจายลงเบื้องล่างออกเป็น 2-3 โซนใหญ่ ๆ คือ

down hemissphere --ในช่วง (0°-40°) เรียกว่า " Indirect glare Zone"

--ในช่วง (40°-90°)เรียกว่า " direct glare Zone "

และผลรวมของฟลักซ์ทั้งหมดตั้งแต่มุม 0°-180° ก็คือ " Total Flux"

Luminaire Efficiency

ประสิทธิภาพของดวงโคมหาได้จากอัตราส่วนของฟลักซ์ ทั้งหมดที่ออกจากดวงโคม หารด้วยฟลักซ์ทั้งหมดที่ออกมาจาก bare lamp

% total lamp lumen = (sum of zonal lumen / total bare lamp lumen) *100

CIE/IES Luminaire Classification

ตามมาตรฐาน cie / ies ได้แบ่งดวงโคมออกเป็น 6 ประเภทซึ่งพิจารณาจาก

% total distribution in a zone = (lumen in zone / total lumen(0-180)) * 100

ซึ่งสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 1.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Section

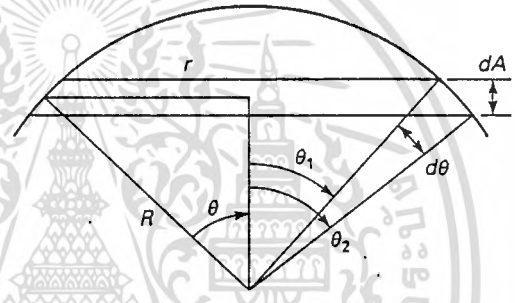
TABLE 6-11 Zonal Constants:
$2\pi\ (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

5° Zones

Zones		
Lower	Upper	Zonal constant
0–5	175–180	0.0239
5–10	170–175	0.0715
10–15	165–170	0.1186
15–20	160–165	0.1649
20–25	155–160	0.2097
25–30	150–155	0.2531
30–35	145–150	0.2946
35–40	140–145	0.3337
40–45	135–140	0.3703
45–50	130–135	0.4041
50–55	125–130	0.4349
55–60	120–125	0.4623
60–65	115–120	0.4862
65–70	110–115	0.5064
70–75	105–110	0.5228
75–80	100–105	0.5351
80–85	95–100	0.5434
85–90	90–95	0.5476

10° Zones

Zones		
Lower	Upper	Zonal constant
0–10	170–180	0.095
10–20	160–170	0.283
20–30	150–160	0.463
30–40	140–150	0.628
40–50	130–140	0.774
50–60	120–130	0.897
60–70	110–120	0.993
70–80	100–110	1.058
80–90	90–100	1.091



$$\omega = \frac{dA}{R^2}$$

$$d\omega = d\theta = \frac{2\pi\, r \times R d\theta}{R^2} \quad [1]$$

$$r = R_{\sin}\,\theta \quad [2]$$

$$\therefore d\theta = \frac{2\pi \sin\theta R^2 d\theta}{R^2}$$

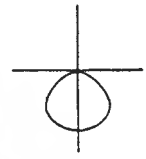
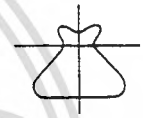
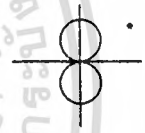
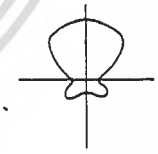
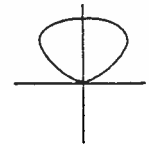
$$d\theta = 2\pi \sin\theta\, d\theta$$

$$\int d\theta = 2\pi \int_{\theta_2}^{\theta_1} \sin\theta\, d\theta$$

$$A = 2\pi(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

ตารางที่ 1.5 แสดงค่า Zone factor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIE/IES luminaire classification	% Up light (90–180°)	% Down light (0–90°)	Typical distribution curve
Direct	0–10%	100–90%	
Semidirect	10–40%	90–60%	
Direct-indirect*	40–60%	60–40%	
General diffuse	40–60%	60–40%	
Semi-indirect	60–90%	40–10%	
Indirect	90–100%	10–0%	

*IES classification only.

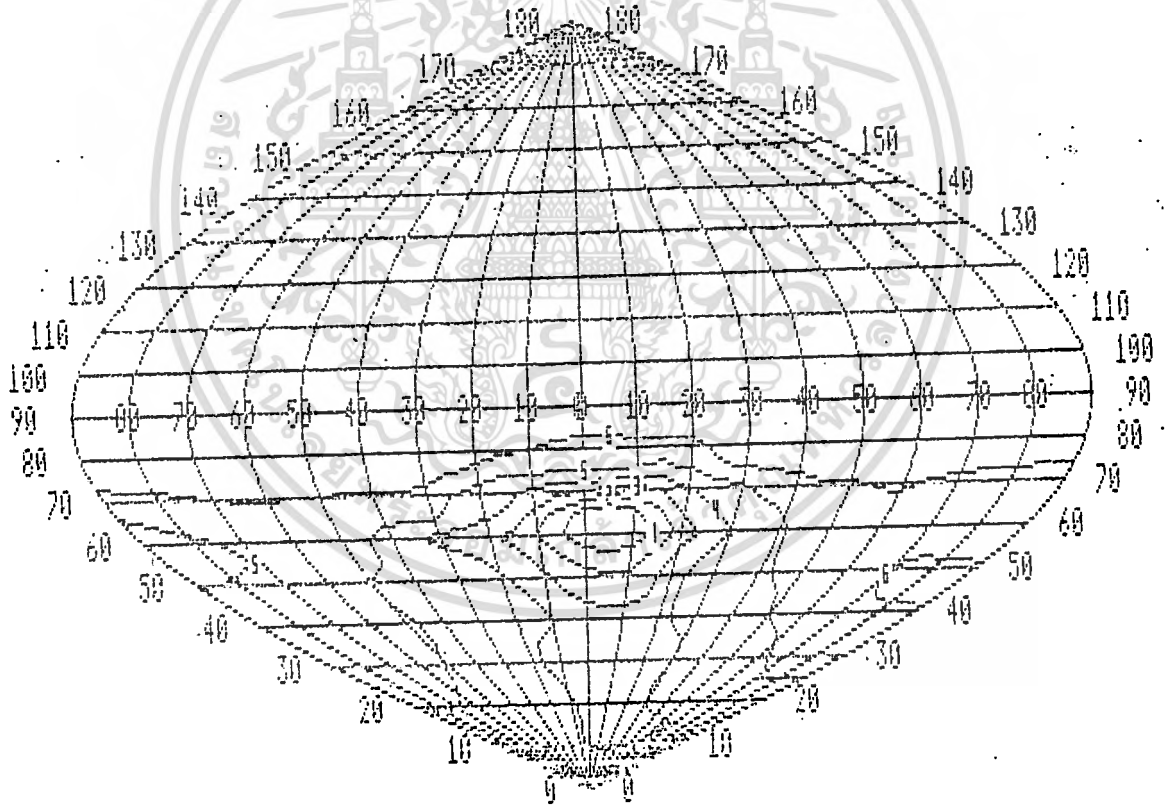
รูปที่ 1.14 แสดงการแบ่งประเภทของดวงโคมตามมาตรฐาน CIE/IES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแบบไอโซแคนเดลา

การแสดงข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคม จะเห็นได้ว่า กราฟในระบบโพลาร์ นั้นสามารถแสดงลักษณะการกระจายแสงของดวงโคมได้เพียงทีละระนาบ แต่การแสดงการกระจายแสงบน แกนไอโซแคนเดลา สามารถแสดงลักษณะการกระจายแสงของดวงโคม และความเข้มแห่งการส่องสว่างว่ามีค่าสูงต่ำที่มุมต่าง ๆ รอบโคมไฟทุกระนาบบนกราฟเดียวได้

โดยทั่วไปกราฟไอโซแคนเดลา นิยมใช้แสดงลักษณะการกระจายแสง และความเข้มแห่งการส่องสว่างของข้อมูลของดวงโคมประเภทภายนอกอาคาร เนื่องจากโคมไฟประเภทภายนอกอาคารมีกำลังส่องสว่างสูงและใช้ในบริเวณกว้างซึ่ง กราฟไอโซแคนเดลาจะแสดงให้เห็นว่า ทิศทางของแสงจะตกลงบนบริเวณไหนมากน้อยเท่าใด แต่โคมไฟประเภทภายในอาคาร ก็สามารถนำข้อมูลการกระจายแสงมาเขียน กราฟไอโซแคนเดลา ได้เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.15



รูปที่ 1.15 แสดงการกระจายแสงของดวงโคมไฟชนิดหนึ่ง บนแกนไอโซแคนเดลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Coefficient of Utilization (CU)

ค่า CU จะถูกคำนวณมาจากข้อมูลความเข้มการส่องสว่างเฉลี่ย (average luminous intensity) ค่า CU จะใช้ในขบวนการคำนวณหาความสว่าง (Illuminance: lux) แบบวิธี lumen method โดยทั่วไปค่า CU ที่บอกมากับตารางข้อมูลของดวงโคมมักบอกในรูปตัวเลข เช่น 72 ดังแสดงในรูปตัวอย่าง แต่เวลานำมาใช้คำนวณจริงต้องใช้ค่า 0.72

6. Maximum Spacing Criterior

คำ ๆ นี้ถูกนำมาใช้แทนคำเดิมที่ว่า maximum spacing to mounting height ratio

รูปต่อไปนี้เป็นตัวอย่างข้อมูลการกระจายแสงของดวงโคมประเภทต่าง ๆ

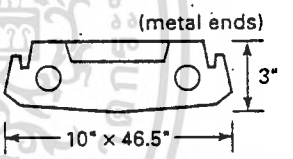
(รูปที่ 1.16)

DATA SECTION

TABLE 6-10 Basic Test Data

Photometric data

Description:
1 × 4 surface-mounted clear prismatic acrylic wraparound
Test No.: 11417; Cat. No.: BK240
Lamps: 2F40CW; Volts: 120
Lumens/Lamp: 3110; Bare Lamp: 2360 fL
Shielding: Parl 90°, Norm. 90°



Luminous Intensity (candlepower), candelas

Angle	0°	22½°	45°	67½°	90°
5	1388	1390	1393	1385	1391
15	1336	1344	1353	1363	1370
25	1234	1260	1289	1309	1331
35	1074	1119	1167	1200	1228
45	835	890	948	982	1018
55	537	573	615	657	696
65	295	325	357	405	450
75	142	174	212	269	317
85	35	83	134	186	237
95	10	50	100	163	214
105	23	71	115	163	210
115	33	78	120	154	191
125	41	83	120	148	176
135	43	67	93	124	153
145	49	64	81	86	88
155	46	54	66	71	74
165	39	44	50	54	57
175	37	38	39	41	42

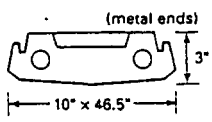
Maximum luminance, fL

Angle	0°	90°
45	2483	2721
55	1939	2211
65	1089	1701
75	850	1429
85	510	1463

S/MH = 1.4.

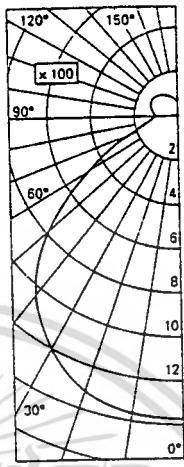
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Section 1



Description:
1 x 4 surface-mounted clear
prismatic acrylic wraparound
w/metal ends

Test No.: 11417 Cat. No.: BK 240
Lamps: 2F40CW Volts: 120
Lumens/Lamp: 3110 Test Dist.: 20
Shielding Angle: N: 90° L: 90°
Bare Lamp: 2360 fL Date:



Distribution Data Average			
Angle	C.P.	Angle	C.P.
0°	1398	95°	106
5°	1389	105°	116
10°	—	115°	116
15°	1353	125°	115
20°	—	135°	96
25°	1285	145°	75
30°	—	155°	63
35°	1159	165°	49
40°	—	175°	39
45°	937	180°	40
50°	—		
55°	615		
60°	—		
65°	365		
70°	—		
75°	221		
80°	—		
85°	134		
90°	107		

LDD CATEGORY V

Brightness Data			
Angle	Maximum	Average	Ratio Max./Min.
45°	2483	1148	2.2
55°	1939	909	2.1
65°	1089	678	1.6
75°	850	533	1.6
85°	510	384	1.3
45°	2721	1076	2.5
55°	2211	827	2.7
65°	1701	628	2.7
75°	1429	560	2.6
85°	1463	597	2.5

Along (0°)
Across (90°)

Output Data			
Zone degrees	Lumens	Percent total lamp lumens	Percent total distribution
0–40°	1838	29.5	41.0
40–90°	2019	32.5	45.1
90–180°	625	10.1	13.9
0–180°	4482	72.1	100.0

Coefficient of Utilization

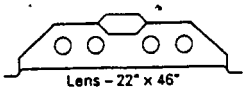
Floor		ρ_{fc} = 20%								
Ceiling		80%			50%			10%		
Walls		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
Room Cavity Ratio	1	73	71	68	66	64	62	57	56	55
	2	65	60	56	58	55	52	51	49	47
	3	57	52	48	52	48	45	46	43	41
	4	51	45	41	47	42	39	41	39	35
	5	46	39	35	42	37	33	37	33	31
	6	41	35	31	37	33	29	33	30	27
	7	37	31	27	34	29	25	30	26	24
	8	33	27	23	30	25	22	27	23	21
	9	30	24	20	27	22	19	24	21	28
	10	27	21	18	25	20	17	22	18	16

Maximum recommended spacing-to-mounting height ratio above workplane is 1.4.

Figure 6-13. Standard Photometric Test Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

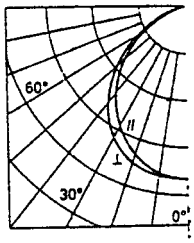
รูปที่ 1.16(ต่อ) แสดงตัวอย่าง Photometric data report ของดวงโคมชนิดต่าง ๆ



Description:
2 × 4 Troffer w/ A12 lens

Test No.: 7100 Cat. No.: 2SP 440
Lamp: 4F40CW Volts: 120
Lumens/Lamp: 3150 Test Dist.: 20
Shielding Angle: N: 90° L: 90°
Bare Lamp: 2350 fL Date: 7/86

Luminaire: "A"
Cat. No.: WB250
Category: V
Maximum S/MH Ratio:
1.2/1.3



Luminance Data			
Along			
Angle	Max.	Ave.	M/A
45°	3256	1275	2.55
55°	2754	984	2.80
65°	1965	683	2.88
75°	478	461	1.04
85°	432	446	.97
Across			
45°	3015	1441	2.09
55°	1787	998	1.79
65°	1326	666	1.99
75°	519	487	1.07
85°	438	446	.98

Luminous Intensity:

Angle	Along	22½°	45°	67½°	Across
5°	3620	3629	3627	3634	3636
15°	3539	3561	3579	3612	3623
25°	3155	3195	3257	3321	3348
35°	2803	2880	2990	3080	3104
45°	2017	2140	2259	2311	2280
55°	1262	1123	1083	1136	1280
65°	646	488	414	464	630
75°	267	313	243	306	282
85°	87	131	146	135	87

Output Data			
Zone degrees	Sum lumens	Percent total lamp lumens	Percent total distribution
0–40°	4744	37.7	56
40–90°	3688	29.3	44
90–180°	0	0.0	0
0–180°	8432	66.9	100

Coefficient of Utilization

ρf_c = 20%												
ρc_c	80			70			50			30		
RCR/ρw	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
1	72	69	65	71	68	66	68	66	64	65	64	62
2	65	61	58	63	60	57	61	57	56	59	57	54
3	58	54	50	57	53	59	55	52	49	54	50	48
4	53	47	44	52	47	43	50	46	43	48	45	42
5	47	42	38	47	42	38	45	41	37	44	40	37
6	43	37	34	42	37	34	41	36	33	40	36	33
7	39	33	30	38	34	29	37	32	29	36	32	29
8	35	29	26	34	29	26	33	29	25	33	29	25
9	31	26	22	31	26	22	30	26	22	29	25	22
10	28	23	20	28	23	20	27	23	20	27	23	20

Figure 6-14. Photometric Test Report—2 × 4 Troffer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.16(ต่อ) แสดงตัวอย่าง Photometric data report ของดวงโคมชนิดต่าง ๆ

5. การคำนวณความสว่างภายในอาคาร (Interior Lighting Calculation)

ความสว่างที่จุดหนึ่ง ๆ บนพื้นที่ทำงานประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ความสว่างโดยตรง (Direct Illuminance)

2. ความสว่างโดยอ้อม (Indirect Illuminance)

ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสว่างโดยตรง (Direct Illuminance)

เป็นค่าความสว่างที่ได้รับจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง สามารถคำนวณได้ดังนี้ คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงแบบจุด (Point Source) ใช้วิธี Inverse Square ในการคำนวณหา ความสว่างโดยตรงที่จุดต่างๆ ของพื้นผิวทำงาน จากรูปที่ 1.16 สามารถคำนวณได้ดังนี้ คือ

$$E_p = (I(\theta) \cos^3 \theta)/h^3$$

โดยที่

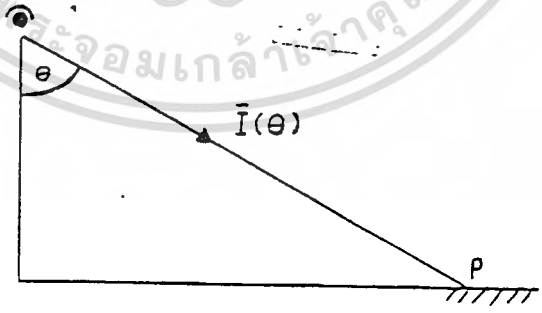
E_p คือ ความสว่างโดยตรงที่จุด ๆ หนึ่ง

$I(\theta)$ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ยที่มุม θ

h คือ ระยะระหว่างระนาบของดวงโคมกับระนาบของจุด ๆ นั้น

เนื่องจากดวงโคมที่ติดตั้งภายในห้องมีทั้งหมด NM ดวง ดังนั้น

$$E_p(\text{total}) = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} + \ldots\ldots\ldots\ldots + E_{pNM}$$



รูปที่ 1.17 การคำนวณความสว่างโดยตรงของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น (Linear Source) ใช้วิธี Aspect Factor ในการคำนวณหาความสว่างโดยตรงที่จุด ๆ บนพื้นผิวทำงาน จากรูปที่ 1.16 สามารถคำนวณได้ดังนี้ คือ

$$E_p = (AF*I(\theta)\cos\theta)/ L*d$$

โดยที่

E_p คือ ความสว่างโดยตรงที่จุด ๆ หนึ่ง

$I(\theta)$ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่ θ ในระนาบที่ตั้งฉากกับความยาวของดวงโคมดังรูปที่ 1.17

L คือ ความยาวของดวงโคม

d คือ ระยะระหว่างดวงโคมกับจุด ๆ นั้น

AF คือ Aspect Factor ซึ่งมี 2 กรณี คือ

- จุดอยู่ภายในพื้นที่ของดวงโคมดังรูปซ้ายของรูปที่ 1.16 $AF = AF(\alpha) + AF(\beta)$
- จุดอยู่ภายนอกพื้นที่ของดวงโคมดังรูปขวาของรูปที่ 1.16 $AF = AF(\alpha) - AF(\beta)$

ค่า AF ที่มุมต่าง ๆ หาได้ดังนี้ คือ

$$AF(\varepsilon) = AF(\varepsilon\text{-}10) + (I(\varepsilon\text{-}5)/I(0))*Cst$$

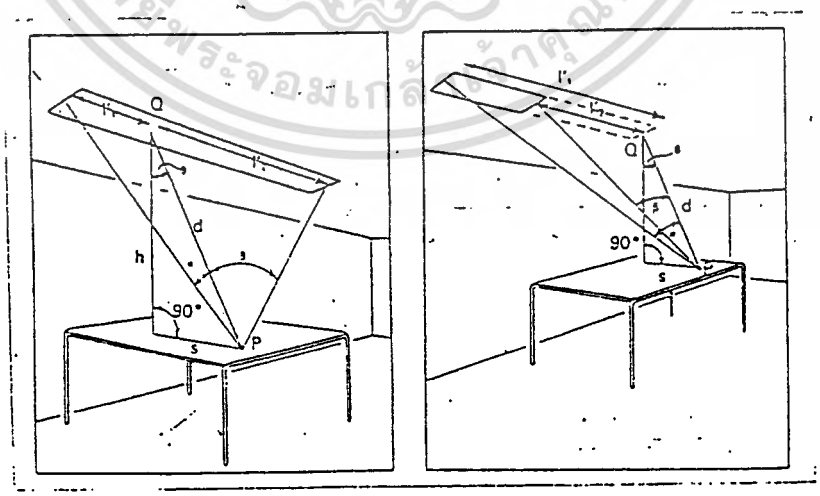
โดยที่

ε = 0,10,20,.....,90

$I(\varepsilon\text{-}5)$ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่มุม φ ในระนาบที่ขนานกับความยาวของดวงโคมดังรูปที่ 1.18

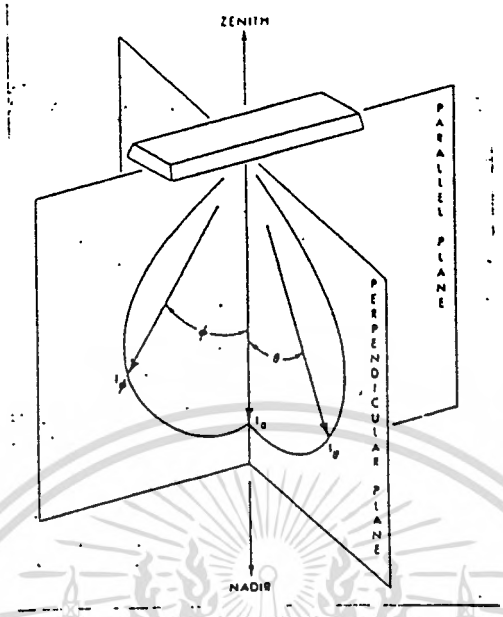
$I(0)$ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างที่มุม 0°

Cst คือ ค่าคงที่ โดยหาได้ดังนี้ คือ



รูปที่ 1.18 การคำนวณหาความสว่างโดยตรงของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.19 แสดงความเข้มแห่งการส่องสว่างในระนาบตั้งฉากและขนาน

φ	Cst
5°	0.1736
15°	0.1684
25°	0.1580
35°	0.1428
45°	0.1232
55°	0.1000
65°	0.0737
75°	0.0451
85°	0.0152

เนื่องจากดวงโคมที่ติดตั้งภายในห้องมีทั้งหมด NM ดวง ดังนี้

$$E_p(total) = E_{p1} + E_{p2} + E_{p3} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + E_{PNM}$$

2. *ความสว่างโดยอ้อม (Indirect Illuminance)*

เป็นค่าความสว่างที่ได้รับจากการสะท้อนบนพื้นผิวห้อง สามารถคำนวณได้ดังนี้ คือ

$$E_{IND} = F*R_{AV}/A_{TOT}*(1-R_{AV})$$

โดยที่

F คือ ฟลักซ์การส่องสว่างที่ออกจากดวงโคมทั้งหมด

A_{TOT} คือ พื้นที่ทั้งหมดของพื้นผิวห้อง

$$A_{TOT} = A1 + A2 + A3 + A4$$

A1,A2,A3,A4 คือ พื้นที่ผิวของเพดาน ผนังส่วนบน ผนัง และ พื้นที่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_{AV} คือ สัมประสิทธ์การสะท้อนเฉลี่ยของพื้นผิวห้อง หาได้ดังนี้ คือ

$$R_{AV} = (R1*A1 + R2*A2 + R3*A3 + R4*A4)/ A_{TOT}$$

R1,R2,R3,R4 คือ สัมประสิทธ์การสะท้อนของเพดาน ผนังส่วนบน ผนัง และพื้นที่ทำงานตามลำดับ

ค่าความสว่างที่จุด ๆ หนึ่งบนพื้นที่ทำงาน สามารถหาได้ดังนี้ คือ

$$E = E_p \text{ (total)} + E_{IND}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบดวงโคม

(Theory For Design Luminaire)

1. การควบคุมแสงที่ออกจากดวงโคม (Control Light Output from Luminaire)

แหล่งกำเนิดแสง (light source) ซึ่งเป็นแหล่งของฟลั๊กซ์แสงสว่าง (luminous flux) ฟลั๊กซ์แสงสว่างของหลอดที่ไม่ได้ควบคุม (เช่นหลอด incandescent เปล่งจะเปล่งรังสีแสงไปทุกทิศทาง) ย่อมไม่เหมาะสมกับทุกงานเสมอไป เพราะงานแต่ละประเภทย่อมต้องการความสว่างไม่เท่ากัน เราจึงต้องมีการควบคุมแสงจากหลอดให้มีความสว่างในที่ต่างเป็นไปตามที่เราต้องการ โดยใช้วัสดุมาทำเป็นตัวช่วยบังแสง,สะท้อนแสง,หักเหแสง เป็นต้น ซึ่งรวมกันแล้วเราเรียกว่าดวงโคม (luminare) วัสดุที่นำมาใช้ทำดวงโคมนั้นต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป ส่วนในการออกแบบดวงโคมเรามีอยู่สองวิธี คือ วิธีการทางคณิตศาสตร์ (mathematica method) และวิธีการที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ (non-mathematica method) ซึ่งจะได้กล่าวถึงในตอนท้ายของบท

1.1 คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ควบคุมแสง (property of material that used to control light)

แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1.โปร่งแสง (transparency) คือ แสงสามารถทะลุผ่านไปได้ทั้งหมด เราสามารถมองทะลุเห็นอีกด้านหนึ่งได้ เช่น กระจกใส

2. กึ่งโปร่งแสง (translucency) คือ แสงสามารถผ่านไปได้ แต่เราไม่สามารถมองเห็นอีกข้างได้ เช่น กระจกฝ้า

3. ทึบแสง (opacity) คือ แสงไม่สามารถทะลุผ่านไปได้ ซึ่งมันจะดูดแสงเอาไว้ หรือ โพลาไรซ์ ซึ่งปรากฏการณ์ทั้งสองอาจเกิดขึ้นพร้อมกันก็ได้

1.2 วิธีการที่ใช้ควบคุมแสง (control light method)

เราจะใช้วิธีต่าง ๆ ต่อไปนี้ในการควบคุมแสง ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 6 วิธี ดังนี้

1.2.1 วิธีการสะท้อน (reflection)

การสะท้อนแสงที่เข้ามากระทบให้สะท้อนออกไปตามที่เราต้องการเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1.การสะท้อนแสงแบบปกติ (regular or specular reflection)

เป็นชนิดที่ปรากฏในกระจกเงาหรือผิวโลหะที่เรียบมาก ๆ ซึ่งเราจะได้ว่ามุมของรังสีตกกระทบจะเท่ากับมุมของรังสีตกสะท้อน ซึ่งเราเรียกว่า "กฎของการสะท้อนแบบปกติ" (law of regular reflection) ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ

2.การสะท้อนแบบแผ่สาด (spread reflection)

จะคล้ายคลึงกับการสะท้อนแบบปกติ ต่างตรงที่เวลารังสีแสงสะท้อนออกมาจะแผ่กระจายออกมาหลายเส้น แต่จะแผ่ออกมามากช่วงมุมที่เท่ากับมุมตกกระทบ ดูรูป 2.1 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การสะท้อนแบบกระจาย (diffuse reflection)

การสะท้อนแบบนี้ คือ การสะท้อนซึ่งเกิดเมื่อแสงไปกระทบกระดาษขาวหรือทาสีขาวเรียบ การกระจายที่สมบูรณ์ของการกระจายแบบนี้ ถูกอ้างโดย Lambert's cosine law ซึ่งกล่าวว่าความเข้มของแสงที่มุม θ เท่ากับความเข้มของแสงสะท้อนที่ตั้งฉากกับผิวสะท้อนคูณกับโคซายน์ของมุม θ (θ คือ มุมระหว่างเส้นที่ตั้งฉากกับผิวสะท้อนกันเส้นรังสีแสงที่มาตกกระทบกับผิวสะท้อน)

Lambert 's cosine law : $I_\theta = I_n \cos\theta$

รูปแบบการสะท้อนจากการกระจายอย่างสมบูรณ์นำมาสู่เค้าโครงของทรงกลมของแข็งเรียกว่า tangent sphere รูปแบบของการสะท้อนไม่ขึ้นกับการตกกระทบ ดูรูป 2.1 ประกอบ

4. การสะท้อนแบบผสม (mixed reflection)

เป็นรูปแบบการสะท้อนที่รวมกันของ specular reflection,spread reflection และdiffuse reflection การสะท้อนแบบผสมน่าจะเป็นการสะท้อนจริงในธรรมชาติมากที่สุด ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ

5. การสะท้อนแบบกระเจิง (scatted reflection)

เป็นการสะท้อนซึ่งไม่สามารถใช้สมการ Lambert 's cosine หรือ กฎการสะท้อนแบบปกติได้ ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ

6. การสะท้อนแบบลำดับ (selective reflection)

เป็นปรากฏการณ์ที่ทำวัตถุมีสีสันโดยปรากฏการณ์การลำดับการดูดซับ (selective absorbtion) ความยาวคลื่นต่างๆ ของรังสีแสงที่มากระทบจะถูกดูดซึมโดยผิวของวัสดุ การลำดับความยาวคลื่นที่มีการแผ่รังสีมาจะเป็นตัวกำหนดสีของวัตถุ การลำดับการสะท้อนมีหลายรูปแบบตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

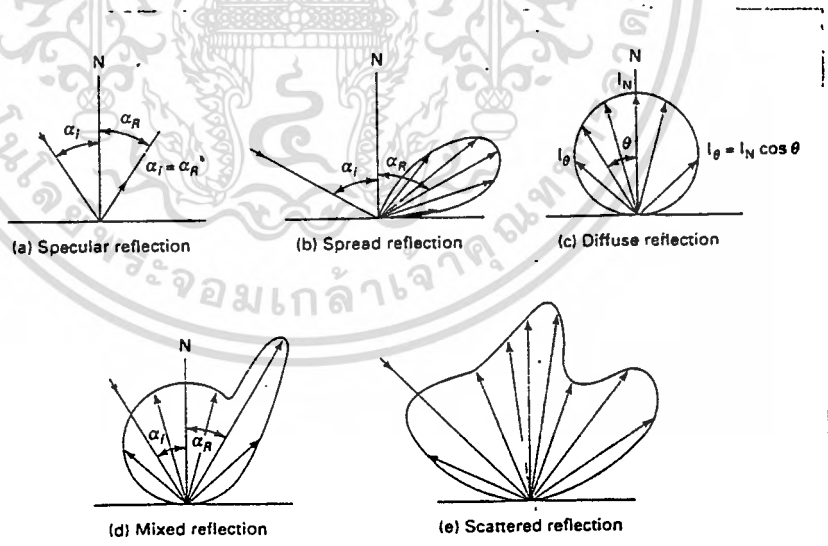


Figure 6-1. Reflection Patterns.

รูปที่ 2.1 รูปแบบการสะท้อนแสง

1.2.2 การส่งผ่าน (transmission)

การส่งผ่านของแสงผ่านวัสดุบางชนิดปรากฏในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับแสงสะท้อนของวัสดุชนิดของการส่งก็มีดังนี้ การส่งผ่านแบบปกติ (regular transmission),การส่งผ่านแบบแผ่ลาด (spread transmission), การส่งผ่านแบบกระจาย (diffuse transmission),การส่งผ่านแบบผสม (mixed transmission),การส่งผ่านแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเจิง (scatted transmission) และ การส่งผ่านแบบลำดับ (selective transmission) แต่ละชนิดของการกระจายของรูปแบบซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสะท้อนซึ่งได้อธิบายเมื่อตอนต้นๆ ยกเว้นแต่ด้านที่ผิวตรงกันข้ามกับแสงที่มากระทบ

1.2.3 การหักเห (refraction)

สเนลล์ ค้นพบว่าแสงที่เดินทางจากสื่อหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากันแล้ว ความเร็วของรังสีแสงจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ด้วยเหตุนี้รังสีแสงจึงเกิดเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิม ซึ่งนี่ก็คือ "การหักเห" และตามกฎของสเนลล์

$$\eta_1 \sin\alpha_1 = \eta_2 \sin\alpha_2$$

เมื่อ η คือ ดัชนีการหักเห (index of refraction) และ α คือ มุมระหว่างเส้นตั้งฉากกับผิวของวัสดุ และ รังสีแสง ดูรูป 2.2 ประกอบ ดังนั้นรังสีแสงที่เดินทางจากที่ที่มีความหนาแน่นน้อยไปสู่ที่ที่มีความหนาแน่นมาก รังสีแสงจะโค้งเข้าหาเส้น normal ส่วนรังสีแสงที่เดินทางจากที่ที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ที่ที่มีความหนาแน่นน้อย รังสีแสงจะโค้งออกจากเส้น normal จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าเส้นรังสีที่เข้าไปในวัตถุจะขนานกับเส้นรังสีที่ออกจากวัตถุ มีระยะขยับไปจากแนวเดิม คือ x ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

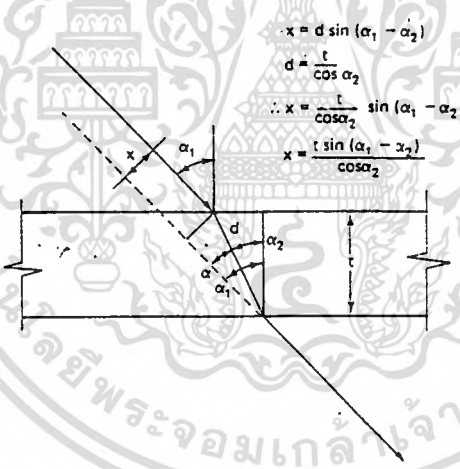


Figure 6-3. Refraction.

รูปที่ 2.2 การหักเหของแสง

ปรากฏการณ์ของการหักเหถูกใช้ในพื้นระนาบเรียบ เลนส์ และ ปริซึมเพื่อเบี่ยงเบนรังสีแสง

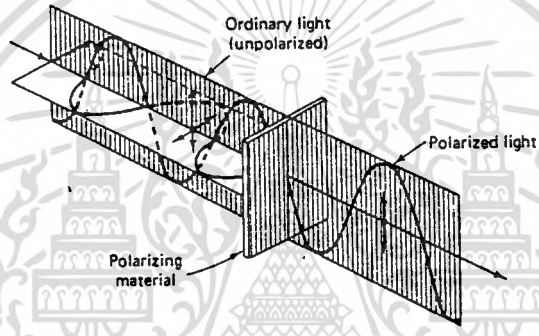
1.2.4 การดูดซับแสง (absorbtion)

ทุก ๆ วัสดุ ซึ่งถูกแสงผ่านหรือแสงมาตกกระทบจะดูดพลังงานไว้ การดูดซับสามารถเป็นแบบลำดับตามที่ได้กล่าวไว้ในช่วงแรก ๆ เป็นเหตุให้วัสดุมีสีสันต่าง ๆ กัน ส่วนการดูดซับแบบไม่เป็นลำดับจะไม่มีผลต่อการแสดงสีของวัสดุ ทุก ๆ ความยาวคลื่นจะถูกดูดซับอย่างเท่า ๆ กัน ใน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความส่องสว่างของวัสดุ ตัวอย่างของการดูดซับแบบไม่เป็นลำดับในวัสดุ คือ ตัวกรองที่ความหนาแน่นเป็นกลางซึ่งคือถูกใช้ในการเปลี่ยนความเข้มของการส่องสว่างโดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของความยาวคลื่น

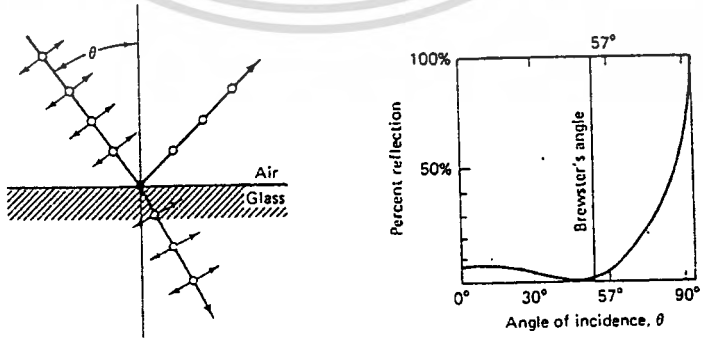
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.5 การโพลาไรเซชั่น (polarization)

แสงประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีการสั่นเป็นเลขอนันต์ของระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางของการเคลื่อนที่ วัสดุต่าง ๆ สะท้อนหรือส่งผ่านคลื่นที่สั่นแต่เพียงอย่างเดียวแสงที่พูดถึงคือ polarized รูปที่ 2.3 คือรูปแทนการโพลาไรเซชั่นของแสงซึ่งส่งผ่านวัสดุโพลาไรซ์ เมื่อแสงที่ไม่โพลาไรซ์ผ่านทะลุวัสดุโพลาไรซ์ซึ่งพบในกระจกแสง (sunglass) เพียงแต่ความยาวคลื่นบางช่วงที่ผ่านได้ส่วนบางช่วงมันจะถูกกั้นเอาไว้โดยขึ้นอยู่กับการปรับ ตัวโพลาไรซ์ ทุก ๆ วัสดุแสดงพฤติกรรมคุณสมบัติการโพลาไรซ์ แก้วธรรมดา ๆ จะกั้นคลื่นบางช่วงสะท้อนจากผิว การกั้นมากที่สุดสำหรับแก้วธรรมดา ๆ ปรากฏที่มุม Brewster 's angle ซึ่งมีค่า 57° จากเส้น normal ถึงผิวแก้ว ดูรูปที่ 2.4 ประกอบ



รูปที่ 2.3 การโพลาไรเซชั่นของแสง



รูปที่ 2.4 แสดงมุม Brewster 's angle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การออกแบบดวงโคมโดยวิธีการสะท้อน (desiga luminaire by reflection method)

ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวเฉพาะการออกแบบโดยวิธีการสะท้อนแสงเท่านั้น ซึ่งจะนำมาใช้ในการออกแบบส่วนประกอบของดวงโคมได้ 2 ส่วนคือ ตัวสะท้อนแสง (reflector) และ ตะแกรงกั้นแสง (louvre)

1.3.1 การออกแบบตัวสะท้อนแสง (reflector design)

การออกแบบตัวสะท้อนแสงเรามีวิธีการออกแบบอยู่ 2 วิธี คือ

1.3.1.1 การออกแบบให้มีรูปร่างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (mathematica design)

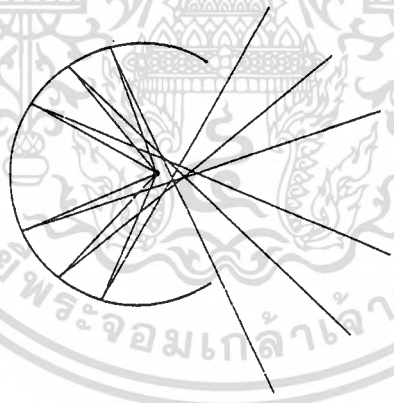
เป็นการออกแบบให้ตัวสะท้อนแสงมีรูปร่างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีที่น่าสนใจอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

-วงกลม

มีรูปสมการดังนี้

$$x^2 + y^2 = r^2$$

ลักษณะของตัวสะท้อนแสงแบบนี้ก็คือ ถ้าเราเอาแหล่งกำเนิดแสงไปวางที่จุดศูนย์กลางของวงกลมรังสีแสงจะสะท้อนกลับมาที่แหล่งกำเนิดแสงอีกครั้งโดยจะมาผ่านที่จุดศูนย์กลางนั่นเองแต่ถ้าเราเลื่อนแหล่งกำเนิดแสงให้สูงขึ้นไปอีกจากจุดศูนย์กลางรังสีแสงที่สะท้อนมาจะกระจายเป็นไปตามรูปที่ 2.5



(a) Circular reflector

รูปที่ 2.5 แสดงตัวสะท้อนแสงแบบวงกลม

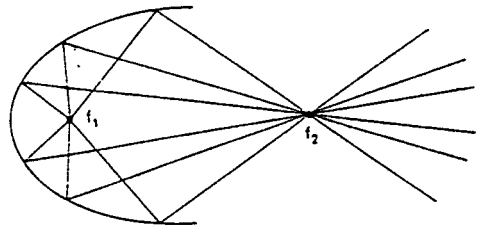
-วงรี

มีรูปสมการดังนี้

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$$

ลักษณะของตัวสะท้อนแสงแบบนี้ คือ ถ้าเราเอาแหล่งกำเนิดแสงไปวางที่จุดศูนย์กลางรังสีแสงจะสะท้อนผ่านอีกจุดศูนย์กลางหนึ่งเสมอลักษณะแบบนี้จะเป็นการกระจายแสงแบบพิเศษเหมาะกับงานที่ต้องการการส่องสว่างในกรณีที่เป็นช่องเล็ก ๆ ดูรูปที่ 2.6 ประกอบ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(c) Elliptical reflector

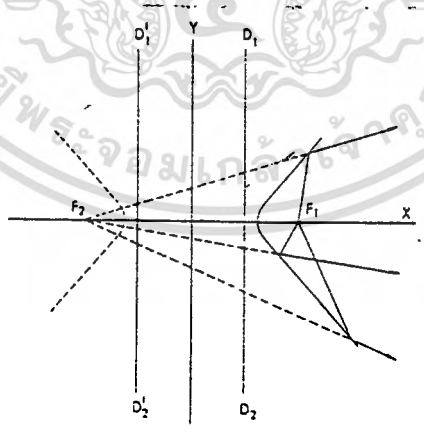
รูปที่ 2.6 ตัวสะท้อนแสงแบบวงรี

-ไฮเปอร์โบลา

มีรูปสมการดังนี้

$$x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$$

ลักษณะของตัวสะท้อนแสงแบบนี้ คือ ถ้าเราเอาแหล่งกำเนิดแสงไปวางไว้ที่จุดโฟกัสรังสีแสงจะกระจายออกไปจากตัวสะท้อนแสงโดยรังสีแสงทุกเส้นจะมีจุดตัดอยู่ที่จุดโฟกัสอีกจุดหนึ่งดูรูปที่ 2.7 ประกอบ



รูปที่ 2.7 ตัวสะท้อนแสงแบบไฮเปอร์โบลา

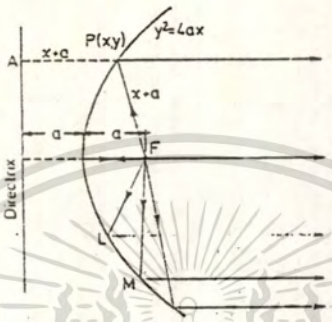
-พาราโบลา

มีรูปสมการดังนี้

$$y^2 = 4cx$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของตัวสะท้อนแสงแบบนี้ คือ ถ้าเราวางแหล่งกำเนิดแสงไว้ที่จุดศูนย์กลางของพาราโบลา รังสีแสงจะสะท้อนขนานไปกับแกนของพาราโบลา ตั้งฉากกับเส้นไดอิเลคตริก ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งทำให้พื้นที่ได้ตัวสะท้อนพาราโบลาจะมีความเข้มแสงสูงสุด ถ้าไม่ต้องการให้เป็นเช่นนี้ทำได้โดยเลื่อนตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงให้สูงขึ้นหรือต่ำลงจากจุดศูนย์กลางของพาราโบลา ดังในรูปที่ 2.8

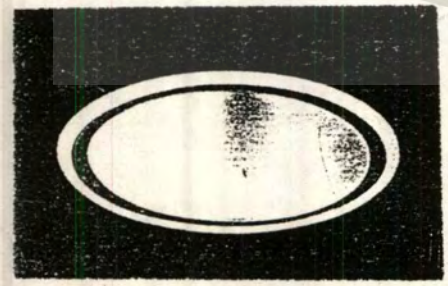


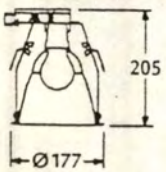
รูปที่ 2.8 ตัวสะท้อนแสงแบบพาราโบลา

1.3.1.2 การออกแบบโดยมีรูปร่างไม่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (non-mathematica design)

ในบางครั้งลักษณะพื้นที่ทำงานต้องการความสว่างที่ตัวสะท้อนแสงที่มีรูปร่างแบบเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถตอบสนองได้ เราจึงมีวิธีการออกแบบตัวสะท้อนอีกวิธีหนึ่งซึ่งจะช่วยตอบสนองความต้องการนี้ได้ คือ การออกแบบควงโคมโดยมีรูปร่างไม่เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่จะกล่าวถึงต่อไป โดยจะสามารถใช้ได้ดีกับ แหล่งกำเนิดแสงแบบจุด (Point Source) และ แหล่งกำเนิดแสงแบบเส้นตรง (Linear Source) แต่ถ้านำไปใช้กับแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่ เช่น GLS lamp อาจทำให้ความถูกต้องลดน้อยลง

ในกรณีของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุด (Point Source) ตัวสะท้อนแสงที่ได้จะมีรูปร่างสมมาตรกับแกนหลัก แต่ในกรณีของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้นตรง (Linear Source) ตัวสะท้อนแสงจะมีรูปร่างเป็นรางยาวดูรูปที่ 2.9 ประกอบ





รูปที่ 2.9 แสดงตัวสะท้อนแสงของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดและแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้นตรง

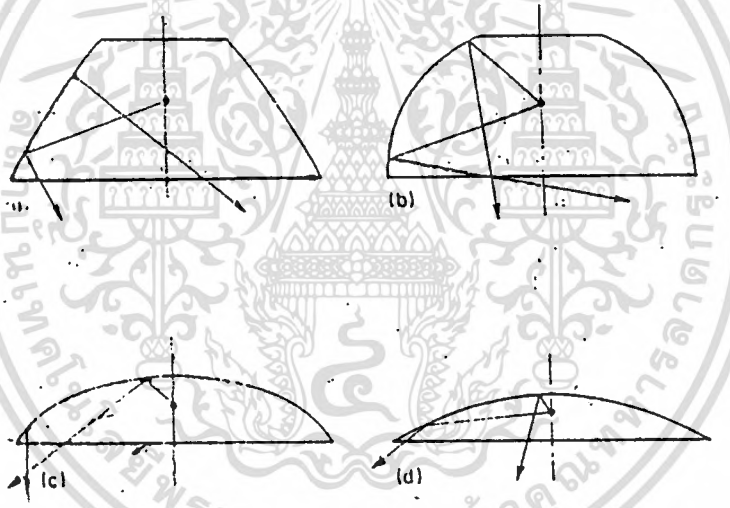
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปแล้ว วิธีการแบบนี้จะประกอบด้วยการกำหนดฟลักซ์การส่องสว่างในแต่ละ ช่วงของมุม (Angular Zone) ซึ่งเป็นค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่ได้จากหลอดเปลือย (Bare Lamp) ซึ่งมักมีปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างไม่เท่ากับที่เราต้องการโดยส่วนการคำนวณจะยุ่งยากมาก แต่มีทฤษฎีบทของ Lynes ที่ทำให้การคำนวณง่ายขึ้นโดยต้องทราบปัยจัยหลัก 3 อย่างก่อน คือ

- Candle Power Distribution Curve (Polar Curve) ของหลอดเปลือย
- Candle Power Distribution Curve (Polar Curve) ที่เราต้องการซึ่งต่อไปจะเรียกว่า Required Polar Curve
- วัสดุที่ใช้ทำตัวสะท้อนแสง

ส่วนขั้นตอนการคำนวณประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1. เลือกรูปร่างของตัวสะท้อนแสงซึ่งมีรูปร่างที่เป็นไปได้อยู่ 4 รูปแบบและมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไปโดยจะได้อธิบายต่อไปนี้พร้อมทั้งรูปประกอบ รูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 รูปแบบของตัวสะท้อนแสงที่เป็นไปได้ 4 รูปแบบ

ในรูปแบบ (a) (b) ตัวสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงกลับคืนมา ข้ามแนวแกนศูนย์กลางของตัวสะท้อนแสง รูปแบบ (c) (d) ตัวสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงออกไปจากแนวแกนศูนย์กลางของตัวสะท้อนแสง รูปแบบ (a) (c) ตัวสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงไปยังโซนที่ที่ใกล้กับ downward vertical ในขณะที่รูปแบบ (b) (d) ตัวสะท้อนแสงจะสะท้อนแสงไปยังที่ที่ใกลกับ downward vertical รูปแบบ (b) (c) จะมีขนาดกระทัดรัด รูปแบบ (a) จะมีข้อเสีย คือ มีขนาดใหญ่มาก ทำให้แสงที่สะท้อนจากด้านบนของตัวสะท้อนแสงผ่านมาที่ตัวหลอดซึ่งอาจทำให้แสงถูกขวางการเคลื่อนที่ โดยองค์ประกอบภายในของหลอดได้ ซึ่งรูปแบบ (b) (c) จะมีความเหมาะสมที่สุด โดย (b) ใช้กับที่ที่ต้องการให้มีการกระจายแสงเป็นแบบรวม ๆ ส่วนรูปแบบ (c) จะใช้กับพื้นที่เรียบ ๆ เช่น กระดานลอนหนังสือ ซึ่งในที่นี้เราจะให้ความสนใจในรูปแบบ (b) มากกว่าดังนั้นเราจึงเลือกใช้รูปแบบ (b)

2. หาฟลักซ์ที่เราต้องการในแต่ละโซนจาก Required Polar Curve โดยวิธี Zonal Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาฟลั๊กซ์ของหลอดเปลือยในแต่ละโซนจาก Polar Curve ของหลอดเปลือยโดยใช้วิธีการ Zonal Method เช่นกัน แล้วหาฟลั๊กซ์ที่สะท้อนในแต่ละโซนโดยนำฟลั๊กซ์ที่เราต้องการในแต่ละโซนที่มีการสะท้อนไปลบฟลั๊กซ์ของหลอดเปลือยในแต่ละโซนที่มีการสะท้อนจะได้จำนวนฟลั๊กซ์สะท้อนที่เราจะต้องการในแต่ละโซน

4.นำผลการคำนวณจากข้อ 2,3 มาสร้างรูปเพื่อหาฟลั๊กซ์ที่มีได้และฟลั๊กซ์ที่ต้องการในแต่ละโซนแล้วหาความสัมพันธ์ออกมา

5. คำนวณหามุมที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตัวสะท้อนแสงทำกับแนวดิ่ง ซึ่งจะหาได้ดังนี้

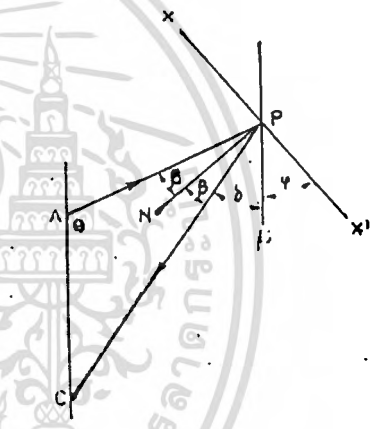
$$\psi = (1/2)(\theta - \delta)$$

โดยที่

θ คือ mid-zone angle

δ คือ มุมที่ต้องการให้แสงเปลี่ยนทิศทางไป

ψ คือ มุมเอียงของผิวสะท้อนที่ค่า limiting of zone ต่าง ๆ



วิธีการพิสูจน์หามุม ψ มีดังนี้

จากรูป เพราะว่า $\angle NPX' = 90^\circ$

$\beta+\delta+\psi = 90^\circ$

ใน สามเหลี่ยม APC

$\theta+\delta+2\beta = 180^\circ$

$\therefore \quad \theta+\delta+2(90-\delta-\psi) = 180^\circ$

ดังนั้นจะได้

$$\psi = (1/2)(\theta - \delta)$$

6. เมื่อได้ค่ามุม ψ จากข้อ 5 วาดรูปร่างของตัวสะท้อนแสง ที่ limiting zone ต่าง ๆ โดยทำได้ดังนี้ วางตำแหน่งของศูนย์กลางของหลอดให้คงที่ไว้ แล้วลากเส้นรัศมีจากศูนย์กลาง โดยมีระยะห่างที่ละกี่องศากี่เป็นไปตามที่เราแบ่งไว้ตอนหาค่าฟลั๊กซ์ด้วยวิธี Zonal Method เช่นแบ่งเป็น 10° , 5° เป็นต้น จากนั้นเริ่มทำการวาดชิ้นส่วนของตัวสะท้อนแสงในแต่ละช่วงของ limiting zone โดยแต่ละชิ้นส่วนก็ให้มีมุมเอียง ψ แต่ในการเริ่มวาดชิ้นส่วนแรกต้องเพิ่มจากจุดที่ใกล้หลอดมากที่สุด แล้วค่อยทำต่อไปในโซนอื่น ๆ เรื่อยมา ซึ่งพบว่าระยะจากชิ้นส่วนแรกกับจุดศูนย์กลางหลอด จะเป็นตัวกำหนดขนาดขอบตัวสะท้อนแสงซึ่งเราต้องเลือกให้ตัวสะท้อนแสงมีขนาดที่เหมาะสมต่อการระบายอากาศและเหมาะสมต่อการเปลี่ยนหลอดได้สะดวก

1.3.2 การออกแบบตัวบังแสง (Louvre Design)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 4 ในบทที่ 1 ถึงหน้าที่และรูปร่างพื้นฐานของตัวบังแสง ในบทนี้จะเป็นการคำนวณหาขนาดของตัวบังแสงเพื่อใช้ในการบังแสงสำหรับแหล่งกำเนิดแสงแบบจุดและแบบเส้น ต่อไปเป็นศัพท์ที่ควรจะรู้ดังนี้

-การซ่อนหลอดโดยตัวกำบัง (Lamp Concealment By Shilding)

โดยทั่วไปแล้วคำว่า Shilding Angle หมายถึงมุมระหว่างระนาบแนวนอน กับเส้นที่ลากจากขอบด้านล่างของชิ้นของวัสดุกำบังอันหนึ่งกับขอบด้านบนของวัสดุอันถัดไป ตามรูป 2.11 เราเรียก baffle ว่าคือ ชิ้นส่วนของวัสดุกำบัง 1 แผ่น ซึ่งอาจทำจาก แก้ว กระดาษ พลาสติก อลูมิเนียม ซึ่ง louvre หรือ louvre grid มันก็คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

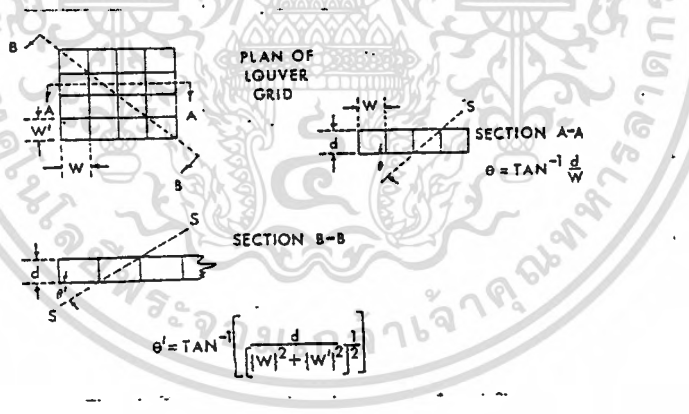
การนำเอา baffle มาก็คือการนำเอา baffle มาวางต่ออนุกรมกัน ซึ่งอาจถูกจัดวางเป็นรูปแบบรูปทรงทางเรขาคณิต โดยทั่วไปแล้ว รูปแบบปกติที่สุดมักเป็นแบบสี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม วงกลม louvre บางชนิด ทำมาจาก specular baffles ซึ่งมันมีชิ้นส่วนที่มีรูปร่างเป็น parabolic เพื่อที่จะเพิ่มมุมในการควบคุมความสว่างจาก louvre

-Louvre Shielding Angle (θ) or Cut Off Angle

มุมระหว่างระนาบตามแนวนอนของ louvre grid กับระนาบซึ่ง louvre บังหลอดหรืออะไรก็ตามที่อยู่ด้านบน นั่นเรียกว่ามุม Shielding Angle บางทีระนาบนั้นอาจถูกเลือกตามระนาบตัดขวาง ตามรูป2.11

-Lamp Shielding Angle (ϕ)

มุมระหว่างระนาบของ louvre grid และระนาบ ดังแสดงในรูป 2.12
ซึ่งมักมีขนาดใหญ่กว่า (θ) เสมอ



รูปที่ 2.11 รูปแสดง Louvre Shielding Angle (θ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

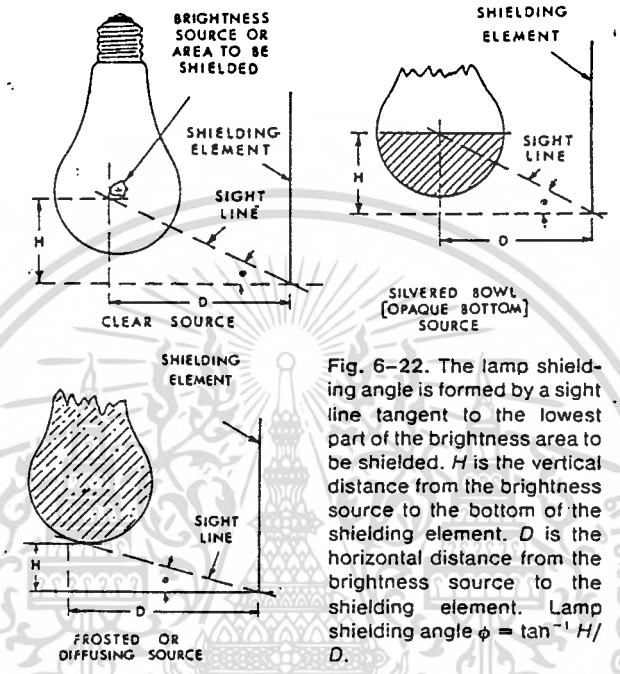


Fig. 6–22. The lamp shielding angle is formed by a sight line tangent to the lowest part of the brightness area to be shielded. *H* is the vertical distance from the brightness source to the bottom of the shielding element. *D* is the horizontal distance from the brightness source to the shielding element. Lamp shielding angle $\phi = \tan^{-1} H/D$.

รูปที่ 2.12 รูปแสดง Lamp Shielding Angle (ϕ)

จากรูปที่ 2.11 จะเห็นว่าในการออกแบบขนาดของตัวบังแสงเราต้องออกแบบขนาดของตัวบังแสง 2 ส่วน ตามรูป คือ ความสูงของซี่ของตัวบังแสง และ ระยะห่างนการวางซี่แต่ละซี่ทั้งนี้เพื่อให้ได้ ค่ามุม shielding angle ที่ต้องการ โดยในที่นี้

ค่า louvre Shielding angle (θ) = $\tan^{-1}$ d/w

จากรูป 2.12 เมื่อแหล่งเป็นแบบจุด เราพบว่า สามารถหาค่ามุม

Lamp Shielding angle (ϕ) = $\tan^{-1}$ h/d

เมื่อ d คือ ระยะห่างจากวัสดุที่นำมาทำตัวกำบัง (shielding element)

h คือ ระยะจากศูนย์กลางของหลอดถึงระดับต่ำสุดของ ความยาวซี่กำบัง

-ระยะห่างของควงโคมเหนือตะแกรง

มักเป็นสิ่งที่คนละเลยแต่ตามหลักแล้วระยะปรากฏที่ยอมรับได้จะเป็นไปเงื่อนไขที่ว่า ระยะ(s)ระหว่างควงโคม ไม่ควรมีค่ามากกว่า 1.5h โดยที่ค่า h โดยที่ค่า h คือความสูงของควงโคมเหนือตะแกรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

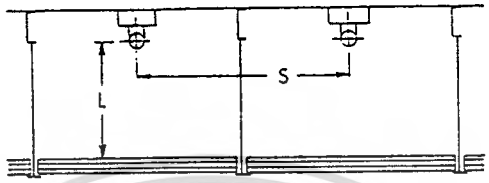


Fig. 9-46. Section of a portion of a luminous ceiling. The distance *S* should not exceed 1.5 to 2*L*.

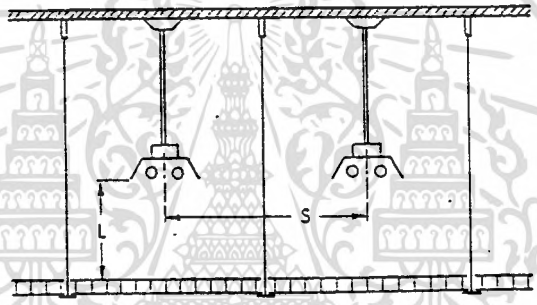


Fig. 9-47. Section of a portion of a louvered ceiling. For translucent louver vanes the ratio *S* to *L* should not be over 1.5 to 1 and for opaque louvers, not over 1.5 or 1 to 1, depending upon the louver finish.

รูปที่ 2.13 แสดงระยะห่างในการวางตัวบังแสงกับหลอด

ดังนั้นจากกระบวนการสร้างตัวสะท้อนแสง และ สร้างตัวบังแสง louvre ที่ได้กล่าวมาก็สามารถออกแบบอุปกรณ์ทั้ง 2 อย่าง เพื่อใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ได้การควบคุมแสงที่สนองต่อความพอใจของผู้ใช้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แกลร์ (glare)

2.1 *แกลร์* คือ ความสว่างจ้าที่เกิดจากหลอดไฟ ดวงโคม หน้าต่าง หรือ พื้นผิวอื่น ๆ ที่มีความสว่างมากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับความสว่างโดยทั่วไปภายในห้อง ซึ่งทำเกิด

-ความไม่สบายในการมองเห็น

-ความระคายเคืองตา

-รบกวนการมองเห็น

-ความเมื่อยล้าของตา

2.2 *แกลร์สามารถเกิดขึ้นได้สองลักษณะ คือ*

1. แกลร์โดยตรง (direct glare) คือ แกลร์ที่เกิดจากความสว่างจ้าของแหล่งกำเนิดแสง แล้วมาเข้าตาโดยตรง ดังรูปที่ 2.14II

2. แกลร์สะท้อน (reflect glare) คือ แกลร์ที่เกิดจากการสะท้อนของแหล่งกำเนิดแสงบนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูงพวกวัตถุผิวมัน ดังรูปที่ 2.9 แกลร์สะท้อนมักก่อให้เกิดการรบกวนต่อการมองเห็น มากกว่าแกลร์โดยตรง ทั้งนี้เพราะแกลร์สะท้อนเกิดขึ้นใกล้ทิศทางการมองเห็น ซึ่งตาไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

รูปที่ 2.14 แสดงการเกิดแกลร์โดยตรงและแกลร์สะท้อน

2.3 *แกลร์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด* ซึ่งบางครั้งเกิดแยกกันแต่บ่อยครั้งเกิดพร้อมกัน คือ

1. ดิสอะบิลิตี้แกลร์ (disability glare) คือ แกลร์ที่ทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง โดยลดสมรรถภาพในการมองเห็น

2. ดิสคอมฟอร์ทแกลร์ (discomfort glare) คือ แกลร์ที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป โดยทั่วไปดิสคอมฟอร์ทแกลร์จะเกิดปัญหามากกว่าดิสอะบิลิตี้แกลร์ ดิสคอมฟอร์ทแกลร์ไม่ได้ทำให้เกิดความสามารถในการมองเห็นลดลง แต่จะทำให้เกิดความไม่สบายในการมองเห็น ซึ่งทำให้เกิดความเมื่อยล้าตา โดยค่าดิสคอมฟอร์ทแกลร์ ขึ้นอยู่กับ

-ความส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสง และความส่องสว่างทั่วไปของบริเวณโดยรอบ ๆ

-มุมเชิงของเขึ้งระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับตาของผู้สังเกตุ

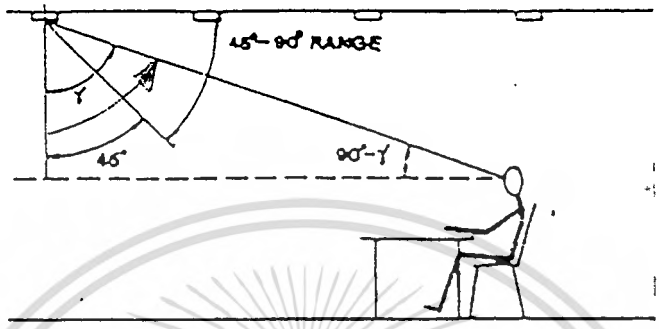
-ความแตกต่างของพื้นที่การมองเห็นกับบริเวณรอบ ๆ

-ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงในพื้นที่การมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 *วิธีการหลีกเลี่ยง ดิสอะบิลิตี้แกลร์ และ ดิสคอมฟอร์ทแกลร์* จากหลอดไฟ และ ควงโคมสามารถทำได้ดังนี้ คือ

2.4.1 แกลร์คอนโทรล (glare control) หมายถึง การควบคุมแหล่งกำเนิดของความส่องสว่างให้ γ แสดงในรูปที่ 2.15 อยู่ในช่วง 45°-90°

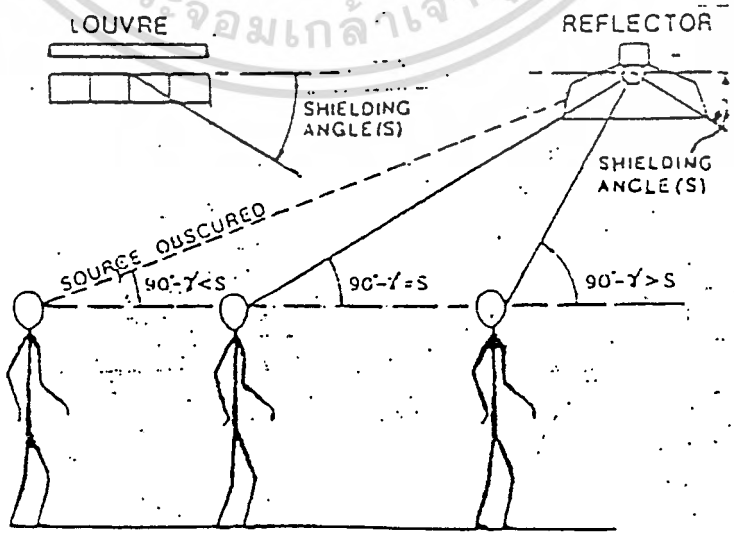


รูปที่ 2.15 แสดงมุม γ

แกลร์คอนโทรล สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

2.4.1.1 การใช้วัสดุที่มีลักษณะกึ่งโปร่งแสง (translucency) วิธีนี้จะควบคุมความส่องสว่างของหลอดไฟให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยใช้ควงโคมที่ทำด้วยวัสดุพวก difussing หรือ prismatic โดยขอบเขตของความสว่างที่ถูกจำกัดขึ้นอยู่กับ มุมของแกลร์คอนโทรล ระยะระหว่างระนาบของควงโคมกับระนาบของพื้นที่ทำงาน ขนาดของห้อง และตำแหน่งของควงโคม

2.4.1.2 การควบคุมโดยชิวดิ้ง (shielding) วิธีนี้ควบคุมทิศทางการมองเห็นให้มุม 90°-γ มากกว่าหรือเท่ากับ s (shilding angle) เพื่อที่จะให้ความส่องสว่างของหลอดไฟอยู่ในขอบเขตที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 2.11 วิธีนี้อยู่บนพื้นฐานที่ว่า ระดับของการมองเห็นชิ้นงานจะไม่อยู่ในตำแหน่งเหนือระดับสายตา และหลอดไฟที่มีความเข้มแห่งการส่องสว่างด้านล่างสูงจะไม่ถูกแขวนต่ำกว่าศีรษะของผู้สังเกต



รูปที่ 2.16 การควบคุมโดยชิวดิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีแกลร์คอนโทรล ได้แบ่งแหล่งกำเนิดแสงสว่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ชนิดที่มีความส่องสว่างต่ำกว่า 2000 แคนเดลา/ตารางเมตร ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ดวงโคมที่ใช้สำหรับหลอดชนิดนี้ อาจใช้แกลร์คอนโทรลได้ 2 วิธี ในกรณีที่มีความส่องสว่างต่ำพอ อาจจะไม่ใช้ดวงโคมก็ได้

2. ชนิดที่มีความส่องสว่างสูงเกินกว่า 2000 แคนเดลา/ตารางเมตร ได้แก่ หลอดอินแคนเดสเซนต์ และหลอดดิสชาร์จ ดวงโคมที่ใช้สำหรับหลอดชนิดนี้ อาจใช้แกลร์คอนโทรลได้ทั้ง 2 วิธีสำหรับหลอดไฟที่กำลังงานต่ำ แต่ถ้ามีกำลังงานสูง วิธีชิวดิ้งใช้ได้เพียงวิธีเดียว

2.5 การคำนวณหาค่าแกลร์ (glare evaluation system)

ได้แบ่งออกเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ

2.5.1 Visual comfort rating system (american method)

ระบบนี้ใช้ในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา โดยพิจารณาจากจำนวนเปอร์เซนต์ของผู้สังเกต ซึ่งพิจารณาว่า ในการติดตั้งระบบแสงสว่างให้ความสบายในการมองเห็นเพียงใด โดยที่แกลร์โดยตรงจะไม่เป็นปัญหาเมื่อ

-ความเป็นไปได้ของความสบายในการมองเห็น (visual comfort probability:VCP) มากกว่าหรือเท่ากับ 70%

-อัตราส่วนของความส่องสว่างสูงสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ยของดวงโคมไม่เกิน 5

-ความส่องสว่างของดวงโคมสูงสุดทางด้านกว้าง และด้านยาวไม่เกินค่าต่อไปนี้

Angle Above Nadir (Degree)	Maximum Footlamberts
45	2250
55	1605
65	1125
75	750
85	495

ความเป็นไปได้ของความสบายในการมองเห็นสามารถหาได้จากโมโนกราฟรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

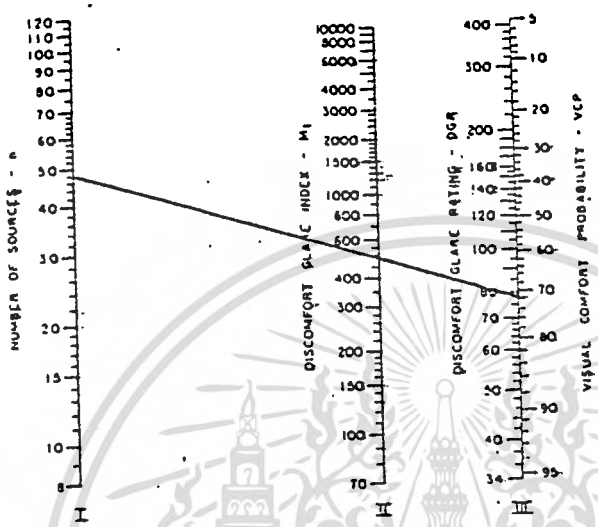


Figure 4. Nomogram for computing discomfort glare ratings (DGR) and visual comfort probabilities (VCP). Procedure: draw a line from the number of sources (n) on Axis I through the discomfort glare index (M_1) on Axis II to Axis III, from which the DGR and VCP are obtained.

$$M = \frac{L_s Q}{P F^{0.44}} \quad (1)$$

$$Q = 20.4\omega_s + 1.52\omega_s^{0.2} - 0.075 \quad (2)$$

$$F = \frac{L_w\omega_w + L_f\omega_f + L_c(\omega_c - \Sigma\omega_s) + \Sigma L_s\omega_s}{S} \quad (3)$$

$$DGR = M_1^{a} \quad (4)$$

$$a = n^{-0.0918} \quad (5)$$

In these,

M = index of sensation for each source
L_s = luminance of each source (fL)
ω_s = solid angle subtended by each source (steradians)
Q = function of solid angle
P = position index of each source (relative luminance factor to account for its location)
F = average luminance of entire field of view (fL)
L_w = luminance of walls (fL)
L_f = luminance of floor (fL)
L_c = luminance of ceiling (fL)
ω_w = solid angle subtended by walls (steradians)
ω_f = solid angle subtended by floor (steradians)
ω_c = solid angle subtended by ceiling (steradians)
S = [denominator in Equation (3)] total solid angle of the field of view (steradians)
M_1 = sum of individual indices of sensation
a = variable exponent, and
n = number of sources in the field of view.

รูปที่ 2.17 โมโนกราฟที่ใช้ในการหาความเป็นไปได้ของความสบายในการมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 IES Glare Index System (British method)

ระบบนี้ใช้ในสหราชอาณาจักร ประเทศในสแกนดิเนเวียและแอฟริกา โดยแสดงดิสคอมฟอร์ทแกลร์ในเทอมของดัชนีแกลร์ ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของความส่องสว่าง พื้นที่ของแหล่งกำเนิดแสง ตำแหน่งของดวงโคม โดยใช้ดวงโคมตาม British Zonal (BZ) ค่าดัชนีแกลร์ที่หาได้ต้องไม่เกินกว่าค่าที่กำหนด (Limit Glare Index) ค่าของดัชนีแกลร์หาได้จาก

$$\text{Glare Index} = 10 \log_{10} \left[0.5 \text{ constant} \sum (B_s^{1.6} W^{0.8}) / B_b P^{1.6} \right]$$

โดยที่ B_s คือ ความสว่างจ้าของแหล่งกำเนิดแสง

W คือ ความสว่างจ้าของบริเวณรอบ ๆ

B_b คือ มุมเชิงของแข็ง

P คือ ดัชนีแสดงตำแหน่งซึ่งสัมพันธ์กับทิศทางที่ตามองเห็น

2.6 ระบบการจำกัดค่าแกลร์ (Glare Limiting system)

2.6.1 Luminance Limit System (Australian method)

สำหรับการให้ความส่องสว่างภายในอาคาร Australian Standard Code ได้กำหนดขอบเขตของค่าเฉลี่ยของความส่องสว่างของดวงโคมขึ้นมา ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดของห้อง ตำแหน่งดวงโคม มุมของแกลร์คอนโทรล และค่าความสว่าง โดยความส่องสว่างของดวงโคมต้องไม่เกินค่าที่กำหนด

2.6.2 Luminance Curve System

ระบบนี้ใช้ในออสเตรเลีย เนเธอร์แลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมัน อิตาลี โดยกำหนดขอบเขตของความส่องสว่างในรูปของเส้นเคิร์ฟที่มุมวิกฤต (Critical Angle γ) ในช่วง 45°-85° โดยค่าความส่องสว่างของดวงโคมต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในเส้นเคิร์ฟ

2.6.3 ระบบจำกัดแกลร์โดยวิธีลูมิแนนซ์เคร์ฟซิสเต็ม (Glare Limitation System by Luminance Curve System)

แกลร์โดยตรงจะถูกจำกัด ถ้าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้รับจากดวงโคมในทิศทางภายในขอบเขตของมุมวิกฤต (Critical Angle γ) จาก 45°-85° ดังรูปที่ 2.18 ไม่เกินค่าที่กำหนดโดยเส้นเคิร์ฟในไดอะแกรมทั้งสองของรูปที่ 2.19

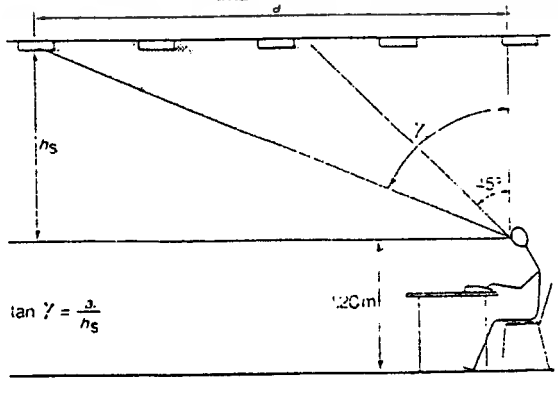


Fig. 4-14. Radiant zone of a luminaire in which the luminance limits have to be observed.

The range of critical angles is between 45° and the angle γ for an observer position at the far end of the interior. The angle γ for an observer position is the angle between the downward vertical and the line from the observer's eyes to the most distant luminaire. For practical reasons the maximum value of γ to be taken into account is 85°.

รูปที่ 2.18 แสดงมุมวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความส่องสว่างที่กำหนดในไดอะแกรมทั้งสองขึ้นอยู่กับ ชนิดและตำแหน่งของดวงโคม มุมชิวคิ้ง ควอลิตี้คลาส และความสว่างที่ใช้งาน ซึ่งจะศึกษารายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.3.1 ชนิดของดวงโคม (Type of Luminaire)

เทอม Luminous Sides และ Elongated ที่ใช้ในรูปที่ 2.19 สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ

-ดวงโคมถูกพิจารณาว่ามี Luminous Sides ถ้าดวงโคมมีพื้นที่การส่องสว่างทางด้านข้างสูงกว่า 30 มิลลิเมตร

-ดวงโคมถูกพิจารณาว่าเป็น Elongated เมื่ออัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของดวงโคมไม่น้อยกว่า 2 : 1

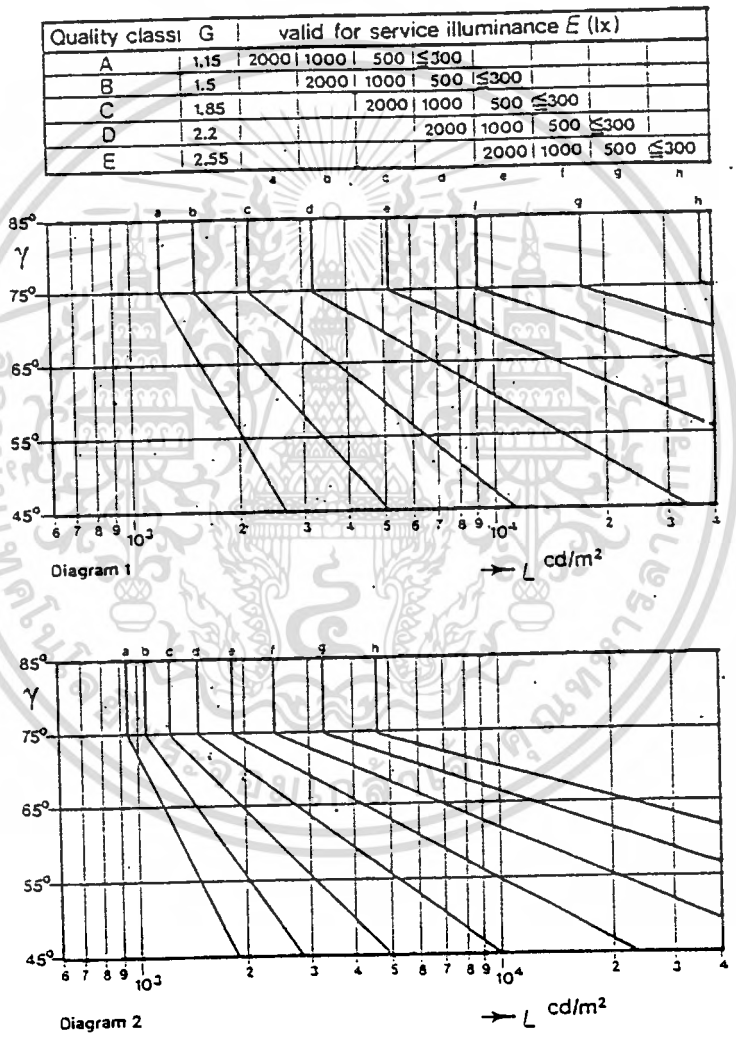


Fig. 4-15. Luminance limitation curves for a stepped scale of glare ratings (0 = no glare, to 6 = intolerable glare) representing quality classes A to E, and for various values of standard service illuminance E.

Diagram 1: Valid for
- all luminaires without luminous sides
- all elongated luminaires viewed lengthwise

Diagram 2: Valid for
- all non-elongated luminaires with luminous sides
- elongated luminaires with luminous sides when viewed crosswise

รูปที่ 2.19 แสดงลูมิแนนซ์เคิร์ฟ

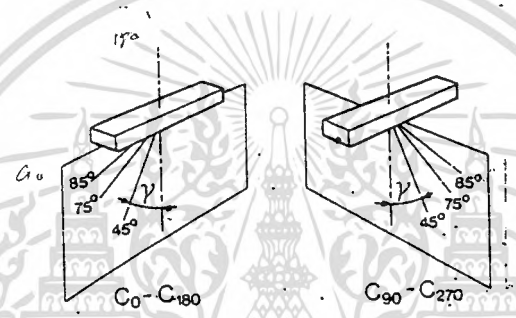
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 ตำแหน่งของดวงโคม (Orientation of Luminaire)

เมื่อมีการใช้ไดอะแกรมในรูปที่ 2.14 การกระจายความส่องสว่างในแนวดิ่ง 2 แนว ต้องถูกพิจารณา คือ ระนาบ C90-C270 และ ระนาบ C0-C180 ดังรูปที่ 2.15 ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้ คือ

- เมื่อดวงโคมถูกติดตั้งให้ระนาบ C90-C270 ขนานกับความยาวของห้อง การกระจายความส่องสว่างของดวงโคมในระนาบนี้ใช้สำหรับตรวจสอบแกลร์ในทิศทางตามความยาวของห้อง และการกระจายความส่องสว่างในระนาบ C0-C180 ใช้สำหรับการตรวจสอบแกลร์ในทิศทางตามความกว้างของห้อง

- เมื่อดวงโคมถูกติดตั้งให้ระนาบ C0-C180 ขนานกับความยาวของห้อง ระนาบนี้ใช้ในการตรวจสอบแกลร์ในทิศทางตามความยาวของห้อง และระนาบ C90-C270 ใช้ในการตรวจสอบแกลร์ในทิศทางตามความกว้างของห้อง



รูปที่ 2.20 แสดงระนาบ C0-C180 และ ระนาบ C90-C270 ของดวงโคม

2.6.3.3 มุมชิวดิ้ง (Shielding Angle)

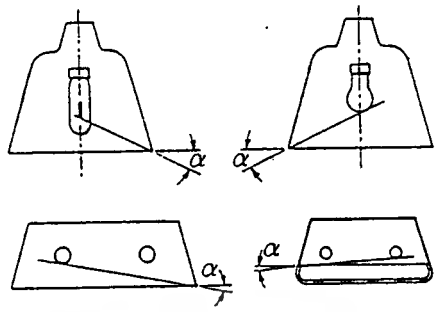
ความส่องสว่างเฉลี่ยของดวงโคมไม่เพียงถูกจำกัดด้วยเส้นเคิร์ฟในรูปที่ 2.19 เท่านั้น แต่หลอดไฟต้องถูกชิวดิ้งอย่างพอเพียงด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับความส่องสว่างของหลอดไฟและควอลิตี้คลาส ค่าของมุมชิวดิ้งแสดงในตารางที่ 2.1 ถ้ามุมชิวดิ้งที่แสดงในรูปที่ 2.21 น้อยกว่าค่าที่ให้ในตารางที่ 2.1 ในการตรวจสอบแกลร์ต้องใช้ไดอะแกรม 2 เท่านั้น

Range of average luminance cd/m²	Quality class of glare limitation B	D	E	Lamp type
$L \leq 2.10^4$	10°	0°	0°	Tubular fluorescents
$2.10^4 < L \leq 50.10^4$	15°	5°	0°	High-pressure discharge with fluorescent or Light-diffusing bulbs Low-pressure sodium
$L > 50.10^4$	30°	15°	10°	High-pressure discharge with clear-glass tubular bulbs Clear-glass incandescents

Fig. 4-18. Additional minimum required shielding angles for luminaires in which the lamps or parts thereof are visible when viewed under critical angles.

ตารางที่ 2.1 มุมชิวดิ้งต่ำสุดสำหรับดวงโคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 แสดงมุมชิวดิ้งของดวงโคม

2.6.3.4 ควอลิตี้คลาส (Quality Class)

ในการจำกัดแกลร์สามารถแบ่งระดับของแกลร์ออกเป็น 5 ระดับดังนี้ คือ

- คลาส A เป็นระดับที่มีคุณภาพสูงมาก โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.15
- คลาส B เป็นระดับที่คุณภาพสูง โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.5
- คลาส C เป็นระดับที่มีคุณภาพปานกลาง โดยมีแกลร์เรตติ้ง 1.85
- คลาส D เป็นระดับที่มีคุณภาพต่ำ โดยมีแกลร์เรตติ้ง 2.2
- คลาส E เป็นระดับที่มีคุณภาพต่ำมากโดยมีแกลร์เรตติ้ง 2.55

ถ้าแกลร์เรตติ้งเท่ากับ 0 หมายถึง ระดับที่ไม่มีแกลร์ และแกลร์เรตติ้งเท่ากับ 6 หมายถึงระดับที่มีแกลร์มากเกินไปจนทนไม่ได้ ควอลิตี้คลาสสามารถหาได้จากตารางในภาคผนวก

-ข้อควรพิจารณาในกรณีอื่น ๆ

-ความสว่างที่ใช้งานมาตรฐาน (Standard Service Illuminance) ค่าของความสว่างที่ใช้งานโดยเป็นที่ยอมรับแสดงไว้ในรูปที่ 2.22 ตั้งแต่ค่า 300 ลักซ์ ขึ้นไปจะถูกนำมาใช้ โดยพิจารณาร่วมกับ กลอลิตี้คลาส ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญเมื่อเลือกค่าเกิร์ฟความสว่างที่เหมาะสม

-อัตราส่วน a/h_s แทนพิกัดของมุมวิกฤต γ ที่เหมาะสมโดยใช้อัตราส่วน a/h_s ค่าอัตราส่วนจะถูกพล็อตที่ทางด้านขวามือของไดอะแกรมในรูปที่ 2.19 โดยที่ a อยู่ในแนวระดับและ h_s คือระยะตั้งฉากระหว่างตาผู้สังเกตและดวงโคมที่อยู่ไกลที่สุด (พิจารณาในรูปที่ 2.18)

-ค่าลูมิแนนซ์ การกระจาย ลูมิแนนซ์ของดวงโคมในระนาบ C_0-C_{180} และในระนาบ C_{90}-C_{270} จะถูกให้เป็นค่าเริ่มต้นลูมิแนนซ์เฉลี่ยของดวงโคมในทิศทางที่ให้สามารถคำนวณเหมือนกับผลหารของความเข้มของ luminous ในทิศทางนั้นและพื้นที่ luminous ในทิศทางนั้นและพื้นที่ luminous ที่ปรากฏ

limiting curve จะสมบูรณ์เมื่อ

-เป็นแสงกรณีทั่วไป

-ครอบคลุมในแนวระนาบหรือมีเส้นเกิร์ฟในทิศทางลง (downward)

-ค่าการสะท้อนมีค่าอย่างต่ำ 0.25 สำหรับเพดานและผนัง และไม่น้อยกว่า 0.25 สำหรับเฟอร์นิเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการจำกัดค่าแกลร์ที่ความสว่างของเพดานจะเพียงพอถ้าลูมิแนนซ์ ที่มุมมากกว่า 45° มีค่าไม่เกิน 500 แคนเดลา/ตารางเมตร

	Quality class	Service values of illuminance (lux)								Glare rating
Luminance Curve System	A	2000	1000	500	≤300					1,15
	B		2000	1000	500	≤300				1,50
	C			2000	1000	500	≤300			1,85
	D				2000	1000	500	≤300		2,20
	E					2000	1000	500	≤300	2,55
	curve letter	a	b	c	d	e	f	g	h	
British Glare Index		15,5	17,0	18,5	20,0	21,5	23,0	24,5	26,0	
American VCP				75%	65%		45%			

Fig. 4-19. Approximate equivalents of glare quality classes in national systems. The equivalents for British and American systems are valid when γ is not greater than 85°.

รูปที่ 2.22 แสดงระดับค่าแกลร์ในระบบนานาชาติ

2.6.3.5 ขั้นตอนการใช้ลูมิแนนซ์เคิร์ฟซิสเต็ม (Process for the use of the Luminance Curve System)

1. คำนวณหาความส่องสว่างของดวงโคมที่ใช้ในการติดตั้งที่มุมวิกฤตระหว่าง 45°-85° โดยสามารถหาได้ดังนี้ คือ

$$L_\gamma = I_\gamma / A_\gamma$$

โดยที่

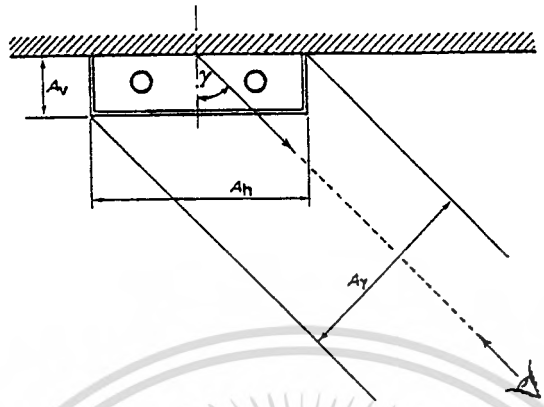
L_γ คือ ความส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ

I_γ คือ ความเข้มแห่งการส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ

A_γ คือ พื้นที่การส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ โดยหาได้จากรูปที่ 2.23 ดังนี้ คือ

$$A_\gamma = A_x \cos\gamma + A_y \cos\gamma$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 พื้นที่การส่องสว่างของดวงโคมที่มุมวิกฤต γ

2. หาคลอลิดีคสาสและระดับความสว่างที่ใช้งานจากตารางในภาคผนวก

3. เลือกภูมิแนนซ์เดิร์ฟที่เหมาะสมจากตารางในรูปที่ 2.19

4. เลือกไดอะแกรมที่เหมาะสมจากรูปที่ 2.19 โดยมีหลักการดังนี้ คือ

--ไดอะแกรม 1 ใช้ตรวจสอบแกลร์สำหรับ

- ดวงโคมทุกชนิดที่ไม่มี Luminous Side
- ดวงโคมชนิด Elongated โดยตรวจสอบในทิศทางการมองเห็นตามความยาวของดวงโคม

-- ไดอะแกรม 2 ใช้ตรวจสอบแกลร์ สำหรับ

- ดวงโคมที่ไม่ใช่ Elongated ที่มี Luminous Sides
- ดวงโคมชนิด Elongated ที่มี Luminous Sides โดยการตรวจสอบในทิศทางการมองเห็นตามความกว้างของดวงโคม

5. หามุมวิกฤตสูงสุดที่จะพิจารณา โดยหาได้ดังนี้ คือ

$$\gamma_{max} = \tan^{-1}(a_{max}/h_s)$$

โดยที่

a_{max} = ระยะทางในแนวนอนสูงสุดระหว่างผู้สังเกตกับดวงโคม ถ้าทิศทางการมองเห็นขนานกับความยาวของห้อง a_{max} อาจสมมุติเท่ากับ B ถ้าทิศทางการมองเห็นขนานกับความกว้างของห้อง a_{max} อาจสมมุติเท่ากับ A

h_s = ระยะทางในแนวดิ่งระหว่างดวงโคมกับระดับสายตาของผู้สังเกต โดยทั่วไปในกรณีนั่งทำงานความสูงของระดับสายตาจากพื้นเท่ากับ 1.2 เมตร และในกรณียืนทำงานความสูงของระดับสายตาจากพื้นเท่ากับ 1.5 เมตร

6. ขีดเส้นแนวนวนในไดอะแกรมรูปที่ 2.19 ที่มุมวิกฤตสูงสุดโดยจะพิจารณาความส่องสว่าง จาก 45° ถึงมุมวิกฤตสูงสุดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เปรียบเทียบความส่องสว่างของดวงโคมที่คำนวณได้กับลูมิแนนซ์เคิร์ฟที่เลือก จากมุม 45° ถึงมุมวิกฤตสูงสุด โดยที่ค่าความส่องสว่างของดวงโคมต้องไม่เกินค่าความส่องสว่างของลูมิแนนซ์เคิร์ฟ ถ้าเกินแสดงว่ามีแกลร์มากเกินไปต้องทำการแก้ไขดังนี้ คือ

- เปลี่ยนชนิดของดวงโคม โดยเลือกใช้ดวงโคมที่สามารถกำจัดแกลร์ได้
- เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งดวงโคม

- ถ้าพื้นผิวมีขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น ความสว่างที่สะท้อนจากเพดานถูกใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสง ค่าการส่องสว่างในทิศทางเหนือ 45° ในแนวดิ่งควรมีค่าไม่เกิน 500 Cd/m^2

จะเห็นว่ากระบวนการดังที่ได้กล่าวไปจะใช้สำหรับงานแสงสว่างภายในเท่านั้น ในสถานการณ์อื่น ๆ เช่นใน public room และ โรงมหรสพ ก็มีความจำเป็นต้องใช้ luminance ที่มีค่ามากกว่า ทำให้แหล่งกำเนิดแสงที่เลือกต้องเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเฉพาะ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้งานจริงในการออกแบบรูปร่างตัวสะท้อนแสง

(Application Method For Design Reflector Contour)

ในบทที่2ได้กล่าวถึงหลักการที่จะใช้ในการออกแบบรูปร่างของตัวสะท้อนแสง(reflector) ตลอดจนหลักการทั้งหมดในบทที่ 2 มาออกแบบเพื่อหารูปร่างตัวสะท้อนแสงที่เหมาะสม สำหรับทั้ง point source และ linear soure และเมื่อออกแบบให้ และเมื่อออกแบบให้รูปร่างของตัวสะท้อนแสงมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงไปในทิศที่ต้องการได้แล้วก็จะนำไปประกอบกับตัวหลอดได้เป็นควงโคมและในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการนำควงโคมที่ออกแบบมานั้นไปตรวจเช็คเพื่อวัดค่าระดับความสว่าง เพื่อจัดว่าควงโคมที่ได้ออกแบบนั้นจัดอยู่ในควอลิตี้คลาสใด เหมาะสมที่จะนำไปใช้ติดตั้งในมากน้อยเพียงใด ดังนั้นเนื้อหาในบทนี้จะเป็น 2 หมวดใหญ่ ๆ คือ

1. Procedure for point soure

แบ่งเป็น

1.1 ขั้นตอนการออกแบบตัวสะท้อนแสง

1.2 การตรวจคลอลิตี้คลาส

2. Procedure for linear soure

แบ่งเป็น

2.1 ขั้นตอนการออกแบบตัวสะท้อนแสง

2.2 การตรวจหาคลอลิตี้คลาส

โดยในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะใช้ข้อมูลเบื้องต้นของหลอดไฟที่จะใช้สำหรับการออกแบบดังนี้คือ

-สำหรับ point source ใช้ข้อมูลของ หลอด SL 18 watt

-สำหรับ linear source ใช้ข้อมูลของ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 watt

ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณดังต่อไปนี้

1.Procedure for point source

1.1 ขั้นตอนการออกแบบตัวสะท้อนแสงแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

** หมายเหตุ เงื่อนไขที่ต้องทราบก่อน

ก.ต้องทราบเคิร์ฟการกระจายกำลังส่องสว่างที่ต้องการ (Require Polar Curve) และเคิร์ฟการกระจายกำลังส่องสว่างของหลอดเปลือย (Polar curve of bare lamp)

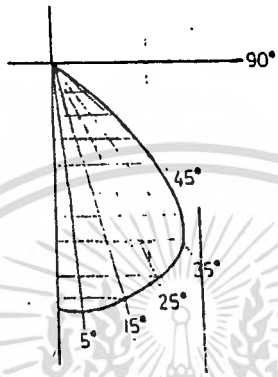
ข.ต้องทราบคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาทำตัวสะท้อนแสงว่ามีลักษณะเช่นใด โดยในที่นี้วัสดุที่เลือกใช้มาทำตัวสะท้อนแสงคือ อะลูมิเนียม 99.9% ซึ่งมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงเป็นไปตามตารางในบทที่ 1 โดยในตัวอย่างนี้เราจะสมมุติให้

- สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของตัวสะท้อนแสง = 0.8
- สัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงของหลอดไฟ = 0.8

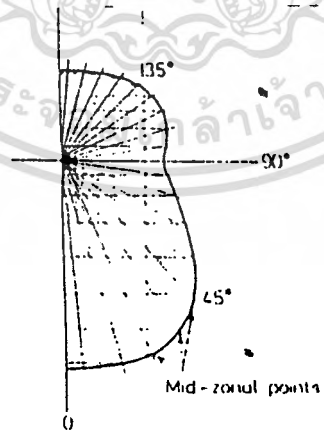
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดังนั้นจะได้ net fraction of flux ที่ออกจากดวงโคม = 0.8*0.8 = 0.64

และจากเงื่อนไขในข้อ ก. พบว่า polar curve ทั้งสองแบบที่ต้องการเป็นไปตามรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดง require polar curve



รูปที่ 3.2 แสดง polar curve of bare lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการทำมีดังต่อไปนี้

1. เลือกรูปแบบมาตรฐานของตัวสะท้อนแสง 1 ใน 4 แบบดังที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 2 จะพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมเป็นไปตาม รูป b)

2. คำนวณหาค่า require flux ในแต่ละโซนโดยพิจารณาทีละ 10 องศา โดย require flux สามารถคำนวณหาได้จาก require polar curve ในรูปที่ 3.1 พบว่า โดยใช้หลักการ Zonal method

Limiting of Zone	mid of zone	I_{AVB} at mid of Zone	Zone factor flux (I*Zf)	Require Zonal
0-10	5	79	0.095	7.595
10-20	15	72	0.283	20.61
20-30	25	74	0.463	34.72
30-40	35	58	0.628	45.57
40-50	45	56	0.774	49.91

จากตาราง จะได้ total require lumen 158.6 lumen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.คำนวณหาค่า available flux ในแต่ละโซน ซึ่งเป็นฟลักซ์ที่ออกมาจาก bare lamp

Limiting of Zone	mid of Zone	I_{AVB} at mid of Zone	Zone factor	Available Zonal flux
0-10	5	27	0.095	2.56
10-20	15	28	0.283	7.92
20-30	25	28	0.463	12.64
30-40	35	27	0.628	16.96
40-50	45	25	0.774	19.35
50-60	55	21	0.897	18.84
60-70	65	18	0.993	17.87
70-80	75	16	1.058	16.8
80-90	85	14	1.091	15.27
90-100	95	14	1.091	15.27
100-110	105	14.5	1.058	15.34
110-120	115	15	0.993	14.9
120-130	125	15	0.897	13.56
130-140	135	14	0.774	10.84
140-150	145	13.5	0.628	8.48
150-160	155	13	0.463	6.02
160-170	165	12.5	0.283	3.54
70-180	175	12	0.095	1.14

total available flux = 217.3 lumen

4. จากข้อ 2 และ ข้อ 3 จะเห็นว่า ค่าavailable flux มีค่ามากกว่า required flux แสดงว่ามันเป็นไปได้ที่เราจะทำการออกแบบในข้อนี้

ขั้นตอนการวาดเส้นกราฟ

4.1 กำหนด total available flux ทั้งหมดให้ยาวเท่ากับความยาวค่าหนึ่ง(ในที่นี้สมมุติ 10 ซม.) พบว่าระยะทาง 10 ซม. นี้จะแทนฟลักซ์ทั้งหมด = 217.3 ลูเมนแล้วกำหนดค่าฟลักซ์ในแต่ละโซนโดยกำหนดจากอัตราส่วนของความยาวทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น

-โซน 0-10 องศา มีค่า ฟลักซ์ = 2.565 คิดเป็นระยะ (2.565/217.3)100 = 1.18 mm.

-โซน 10-20 องศา มีค่า ฟลักซ์ = 7.92 คิดเป็นระยะ (7.92/217.3)100 = 3.67 mm.

-โซน 170-180 องศา มีค่า ฟลักซ์ = 1.14 คิดเป็นระยะ (1.14/217.3)100 = 0.5 mm.

- ลาก AB เป็นฐาน แล้วลากเส้น AD ซึ่ง ณ ที่จุด D เป็นจุดที่เป็นค่ามุม Shielding angle (เส้น AD เป็นเส้นที่แสดง direct flux)

- ลาก DF เฉียงทำมุมกับ AD โดยเป็นมุม $\cos^{-1}(0.64)$ (ที่ได้จากข้อกำหนด)

4.2 จากค่า total required flux ที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาเทียบเป็นความยาวได้ คือ

(158.6/217.3)100 = 73 mm.

นั่นคือ ความยาว 73 มม.นี้แทน total required flux นำความยาวค่านี้ไปวาดเส้น xy ที่ตำแหน่งด้านล่างของเส้น AB ซึ่งต้องลาก XY ให้ขนานกับ AB

-หลังจากลากเส้น xy แล้วจากจุด y ลากเส้น yz ทำมุมประมาณ 30 องศา กับเส้น xy (ตามรูป) พิจารณาบนเส้น yz แบ่งความยาวเป็นช่วงเหมือนกับช่วง AD จะได้ความยาว yw เท่ากับ AD

-จากจุด w (ซึ่งเป็นจุด shielding angle ที่มุม 50 องศา)ลากเส้น wx จากนั้นทำเช่นเดียวกันโดยกระทำที่มุม 40 องศา ลากเส้นขนานกับเส้น wx และทำนองเดียวกันที่มุม 30 องศาก็ทำการลากเส้นขนานกับ wx

-บนเส้น xy จะถูกแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ซึ่งในแต่ละช่วงก็หมายถึง ปริมาณฟลักซ์ที่ต้องการในแต่ละโซน เช่น

ที่ xo ก็คือ ฟลักซ์ที่ต้องการทั้งหมดในโซน 40-50 องศา ดังนั้นหากต้องการหาค่าฟลักซ์ที่เกิดจากการสะท้อนจากตัวสะท้อนแสง ที่จะมาลงในโซน 40-50 องศานี้ ก็จะได้

ปริมาณฟลักซ์ที่เกิดจากการสะท้อนมาลงในโซน 40-50 องศา = ระยะ ux

= ระยะ xo - ระยะ DE

-จากค่า ux ที่ได้นำความยาวค่านี้ไปทาบบนเส้น AB ในช่วง DB จะได้ระยะระหว่างโซนที่เกิดจาก reflected flux เป็นตามรูป

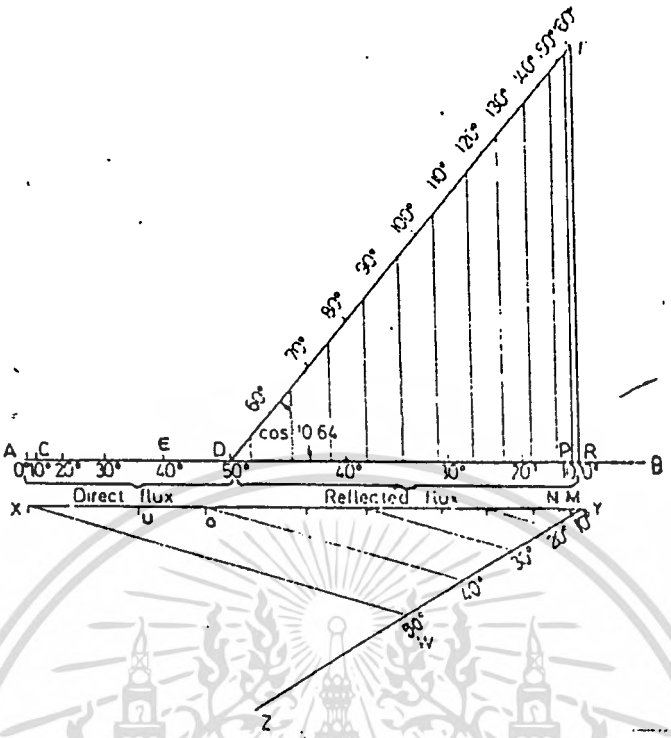
-ทำเหมือนกันในทุกโซน ก็จะได้ระยะรวมของ DR ซึ่งระยะ DR ทั้งหมดเป็นค่ารวมของ reflected flux ที่ลงมาในแต่ละโซน รายละเอียดทั้งหมดพิจารณาได้ตามรูปดังรูปที่ 3.3

5. จากรูปที่ 3.3 เราจะหาค่ามุมของแต่ละชิ้นส่วนของตัวสะท้อนแสงในแต่ละโซน(ค่ามุม φ) ได้โดย

$$\varphi = (1/2)(\theta-\delta)$$

โดยที่ค่ามุมต่าง ๆ ในสูตรนั้นถูกนิยามไว้ตามรูปในบทที่ 2 จะพบว่าค่ามุม ที่ limit of Zone ต่าง ๆ ตั้งแต่ ช่วงมุม 50-170 องศา จะแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงวิธีการหาค่า reflect flux จากกระบวนการทางเรขาคณิต

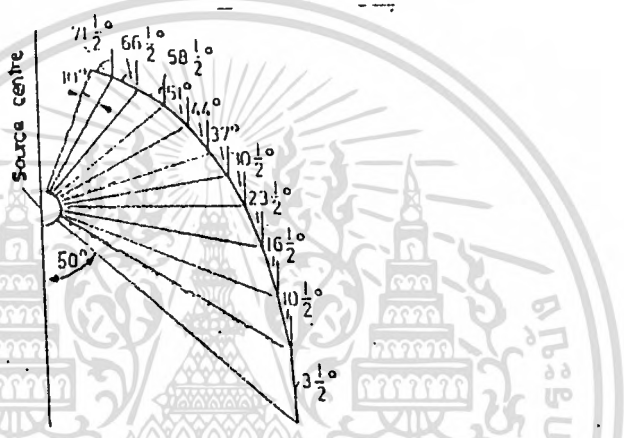
Limits of zone	θ Mid-zone angle	δ Angle into which light must be redirected	$\theta - \delta$	ψ $\frac{1}{2}(\theta - \delta)$ Inclination of element to vertical
50–60°	55	48	7	3½
60–70°	65	45	20	10
70–80°	75	42	33	16½
80–90°	85	38	47	23½
90–100°	95	34	61	30½
100–110°	105	31	74	37
110–120°	115	27	88	44
120–130°	125	23	102	51
130–140°	135	18	117	58½
140–150°	145	12	133	66½
150–160°	155	8	143	71½
160–170°	165			

ตารางที่ 3.1 แสดงค่ามุมของ Shielding Element ที่ช่วง limiting of zone ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากตารางในข้อ 5 เราสามารถวาดรูปร่างของตัวสะท้อนแสงออกมาได้ โดยเริ่มจากเรากำหนดจุดศูนย์กลาง light source ให้คงที่ และลากเส้นรัศมีจากจุด ศก.ออกไปทุก ๆ 10 องศาเพื่อทำเครื่องหมายไว้สำหรับแต่ละโซน ชิ้นส่วนแรกของตัวสะท้อนจะเริ่มวาดที่ช่วง โซน 150-160 องศา ซึ่งจะเป็นเส้นที่มีความเอียง 71.5 องศา กับแนวดิ่ง ดังแสดงในรูป และทำการลากเส้นอื่น ๆ ต่อไปจนครบทุกชิ้นส่วนตามตารางในข้อ 5 ผลก็จะได้รูปร่างของตัวสะท้อนแสงตามที่ต้องการ

โดยที่ระยะระหว่างชิ้นส่วนแรกที่วาด (ช่วงโซน 150-160 องศา) กับจุดศูนย์กลางของ light source ก็จะเป็นตัวกำหนดขนาดของตัวสะท้อนแสง ซึ่งต้องมีขนาดที่พอดี และสะดวกในการเปลี่ยนหลอดใหม่ได้ง่าย



รูปที่ 3.4 แสดงรูปร่างคร่าว.ๆ ของตัวสะท้อนแสงที่คำนวณได้

ส่วนมิติของจริงเราจะพิจารณาประกอบร่วมกับ ข้อมูลของหลอด SL ที่มีลักษณะตามรูปนำทฤษฎีเกี่ยวกับการคำนวณหาค่ามุม lamp shielding angle มาใช้คำนวณ เพื่อหาขนาดของ element shielding โดยพิจาณาประกอบกับรูปจะได้ว่า (พิจารณาประกอบกับรูปที่ 3.5)

$$\phi = \tan^{-1}(H/D)$$

$$50^{\circ} = \tan^{-1}(H/D)$$

ฉะนั้น $H = D * \tan 50$

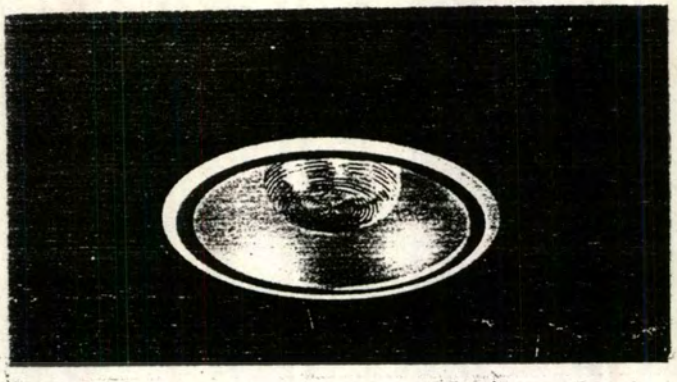
$= (177/2)*1.19 = 105.47$ mm.

แต่ขนาดของหลอดยาวประมาณ = 178.75 mm.

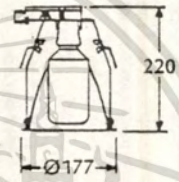
ฉะนั้น ระยะ $h^1 = H - (178.75/2)$

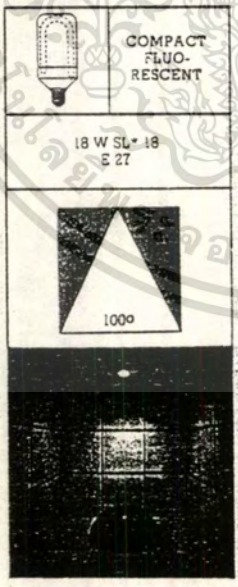
$= 16$ mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Colour : White.
Materials : Steel body. Satin aluminium reflector. Polyamide cover.
Weight : 500 g.
Cut-out diameter : 163-168 mm.
Class : II.
IP : 40.
Safety distance : 0.5 m.
Installation : In the case of installation in a false ceiling with slats, use adaptor plates ref. 1634 or 1636





รูปที่3.5แสดงข้อมูลเบื้องต้นหลอด point source ชนิด SL 18 watt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

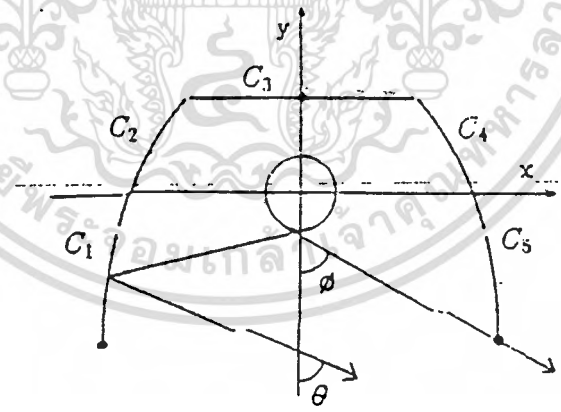
1.2 การตรวจหาคลอลิตี้ตลาส

เมื่อเราทราบเคิร์ฟการกระจายความส่องสว่างที่ค่ามุมต่าง ๆ (Require polar curve) ขั้นตอนต่อไปก็คือจะต้องนำเคิร์ฟนั้นทำการตรวจสอบหาระดับคุณภาพของแสง ซึ่งกระบวนการตรวจสอบหาคุณภาพนั้นได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อ 2.6

2. Procedure for linear source

2.1 ขั้นตอนการออกแบบตัวสะท้อนแสงสำหรับแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น

จากทฤษฎีบทที่ได้นำมาใช้ออกแบบรูปร่างตัวสะท้อนแสงในหัวข้อที่ 1 จะยังคงสามารถนำมาใช้สำหรับในกรณีของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้นได้เช่นกัน ดังนั้นขั้นตอนและกระบวนการรวมถึงข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องทราบก็จะทำได้ในลักษณะเดียวกันกับของแหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source) แต่ลักษณะของตัวสะท้อนแสงที่ออกแบบมาได้นั้นแทนที่จะเป็นลักษณะสมมาตรรอบจุดกำเนิดเหมือนของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น ก็จะเป็นลักษณะรางยาวซึ่งมีความยาวของรางประมาณเท่ากับความยาวของหลอดพอดี จุดที่ต่างกันอีกจุดหนึ่งก็คือในการออกแบบดวงโคมสำหรับแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้นนี้ จะมีการออกแบบตะแกรงกั้นแสง (Louvre)เพิ่มเติมเข้ามาซึ่งขนาดและลักษณะการติดตั้งตะแกรงกั้นแสงนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับค่ามุมควบคุมแสง (Control Angle) และค่ามุมกำบังหลอด (Lamp Shielding Angle)ด้วยดังได้แสดงดังรูปที่ 3.6



θ : Control angle
ϕ : Cut-off angle

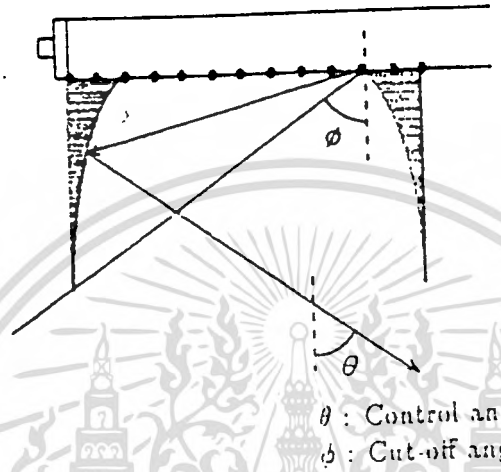
จากรูป ϕ = cut of angle = lamp shielding angle

θ = Control angle

รูปที่ 3.6 Filement of reflector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการออกแบบขนาดของแต่ละชิ้นส่วนของตะแกรงกั้นแสง (Baffle) นั้นจะใช้ทฤษฎีที่ได้ให้ไว้ในบทที่ 1 ในหัวข้อ 1.3.2 ในเรื่องของการออกแบบตัวบังแสง



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการติดตั้งตะแกรงกำบังหลอดให้สัมพันธ์กับค่ามุมกำบังหลอด

2.2 การตรวจหาคลอดิ้คลาส

เมื่อเราทราบเคิร์ฟการกระจายความส่องสว่างที่ค่ามุมต่าง ๆ (Require polar curve) ขั้นตอนต่อไปก็คือจะต้องนำเคิร์ฟนั้นทำการตรวจสอบหาระดับคุณภาพของแสง ซึ่งกระบวนการตรวจสอบหาคุณภาพนั้นได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การประยุกต์ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในออกแบบ

(Computer Aid Design)

ในการคำนวณออกแบบดวงโคมที่ใช้ภายในอาคารนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ก็คือ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต และเครื่องพิมพ์ (Printer)ส่วนตัวโปรแกรมเขียนขึ้นด้วยภาษาซี (C-Language) ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งานและสามารถศึกษาเข้าใจได้ง่าย อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

1.การออกแบบโปรแกรม แบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญดังนี้

1.1 ส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรม คือ ไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมซึ่งแบ่งเป็น

1.1.1 ส่วนโปรแกรมหลักประกอบด้วยไฟล์ - OPERATE.BAT

- LUMINAIRE.EXE

1.1.2 ส่วนโปรแกรมการคำนวณออกแบบประกอบด้วยฟังก์ชั่นเกี่ยวกับการ

- คำนวณคลอลิดี้คลาส
- คำนวณรูปร่างดวงโคม
- คำนวณการวาดภาพแสดงทางจอภาพ

ส่วนการทำงานประกอบอื่น ๆ ในโปรแกรมคือการแสดงผลนั้นทำได้ 2 ทางคือ

- ทางจอภาพ
- ทางเครื่องพิมพ์ โดยให้พิมพ์ผลการทำงานที่อยู่บนจอภาพลงสู่เครื่องพิมพ์ โดยใช้แป้น Shift+PrtSc สั่งให้เครื่องทำงาน

1.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรม

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณที่ต้องป้อนในโปรแกรมจะเป็นข้อมูลของหลอดที่จะทำการออกแบบ โดยหลอดที่จะนำมาใช้มี 2 อย่างคือ

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ SL ของฟิลิปส์ใช้ในกระบวนการออกแบบของแหล่งกำเนิดแสงแบบจุด ซึ่งหลอดที่นำมาใช้มีขนาด 18 วัตต์

2. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ TLD ของฟิลิปส์ใช้ในกระบวนการออกแบบของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น ซึ่งหลอดที่นำมาใช้มีขนาด 40 วัตต์ (รูปและข้อมูลเพิ่มเติมสามารถดูได้จากภาคผนวก ข)

โดยข้อมูลหลักที่ต้องทำการป้อนแก่โปรแกรมคือ

ก.ข้อมูลการกระจายแสงของหลอดเปล่า (Polar Curve of Bare Lamp)

ข.ค่ามุมในการควบคุมต่าง ๆ -มุมกำบังหลอด (สำหรับแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น)

-มุมกำบังหลอดและมุมควบคุมแสง (สำหรับแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น)

ค.ข้อมูลการกระจายแสงที่เราต้องการให้เป็น (Require Polar Curve)

ง.คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำดวงโคม - ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

- ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน

1.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการคำนวณออกแบบดวงโคมที่ใช้ภายในอาคาร สามารถแสดงได้ด้วยแผนภูมิการทำงาน (Flow Chart) ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

1.โปรแกรมเริ่มต้นและโปรแกรมหลัก

1.แสดงหัวเรื่อง,คำนำ. และคำอธิบาย

2.เลือกการทำงานจากหน้าต่างหลัก -ออกแบบดวงโคมสำหรับแหล่งกำเนิดแบบจุด

-ออกแบบดวงโคมสำหรับแหล่งกำเนิดแบบเส้น

3.การคำนวณ

-อ่านข้อมูลเบื้องต้นที่ต้องการในข้อ 1.2 เข้ามา

-นำข้อมูลมาประมวลผลโดยคำนวณหาคลอลิตี้คลาสที่เป็นไปได้ในการออกแบบ

-คำนวณหามุมเอียงของแต่ละชิ้นส่วนของตัวสะท้อนแสงเพื่อให้ได้รูปร่างของตัวสะท้อนแสง

-คำนวณหาขนาดซี่ของตะแกรงกำบังหลอด(Baffle) (เฉพาะในกรณีของแหล่งกำเนิดแสงแบบเส้น

4.การแสดงผล จะสามารถเลือกดูผลลัพธ์จากการทำงานของโปรแกรมได้ 2 อย่างคือ

-เลือกดู กราฟการกระจายความส่องสว่าง

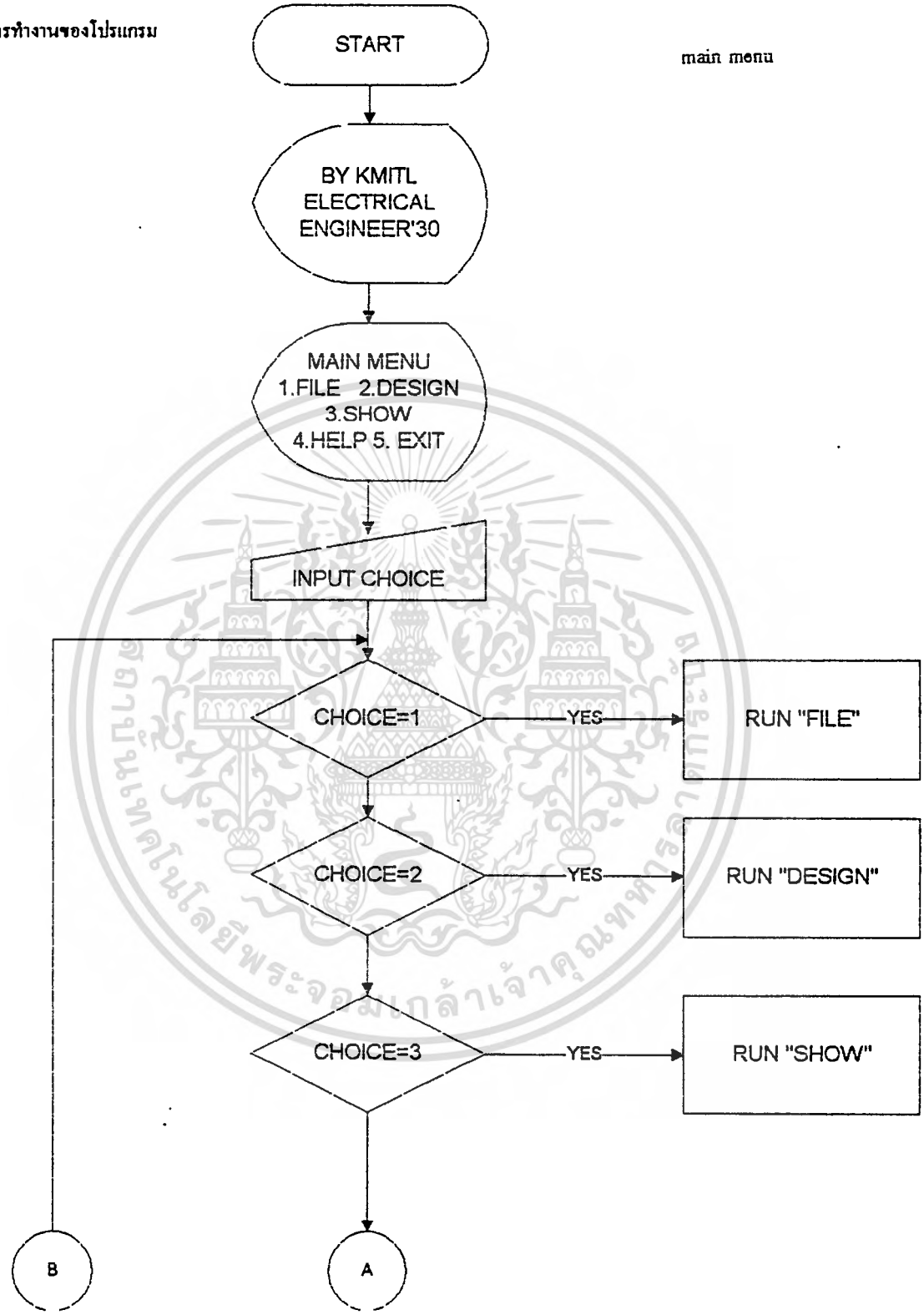
-เลือกดูรูปร่างของดวงโคมที่ออกแบบได้

5.เลิกการทำงาน

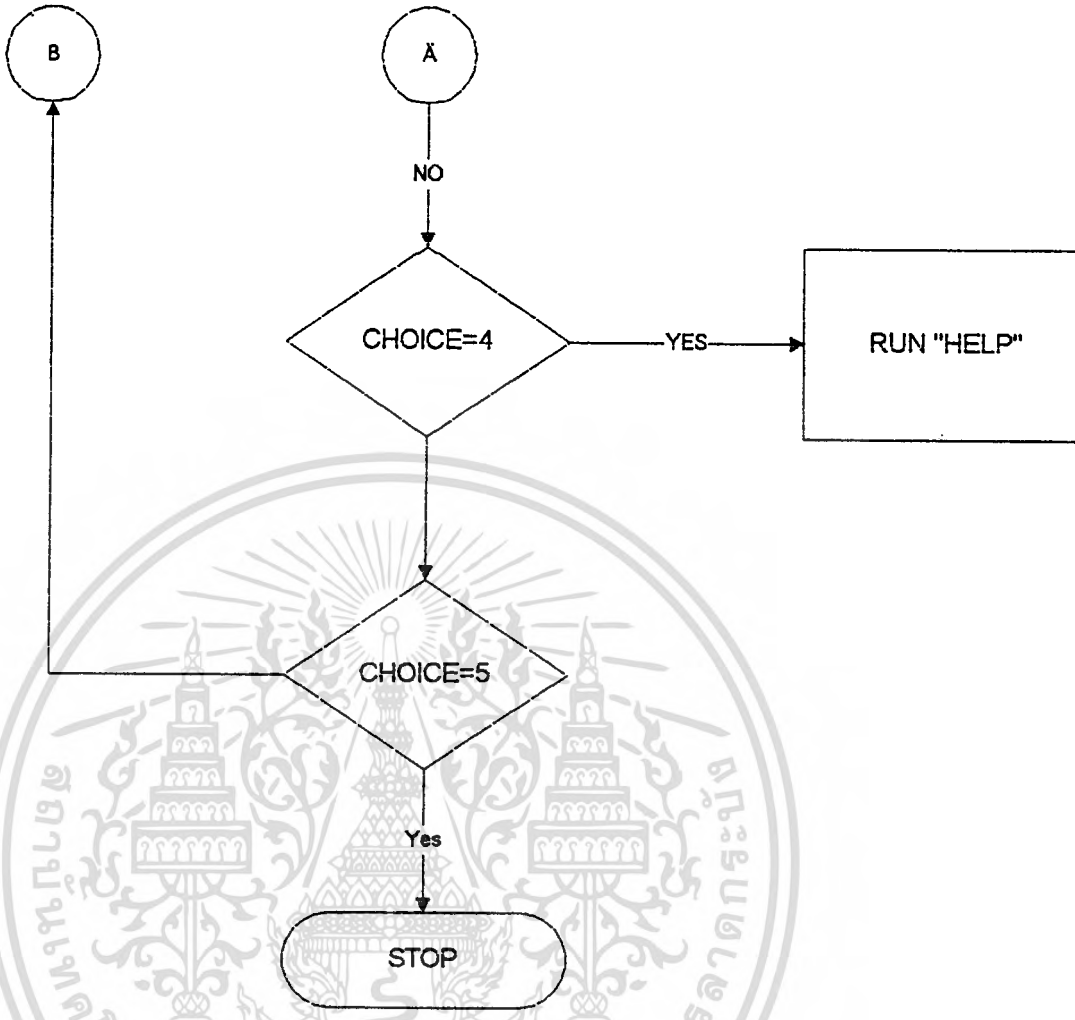
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

main menu

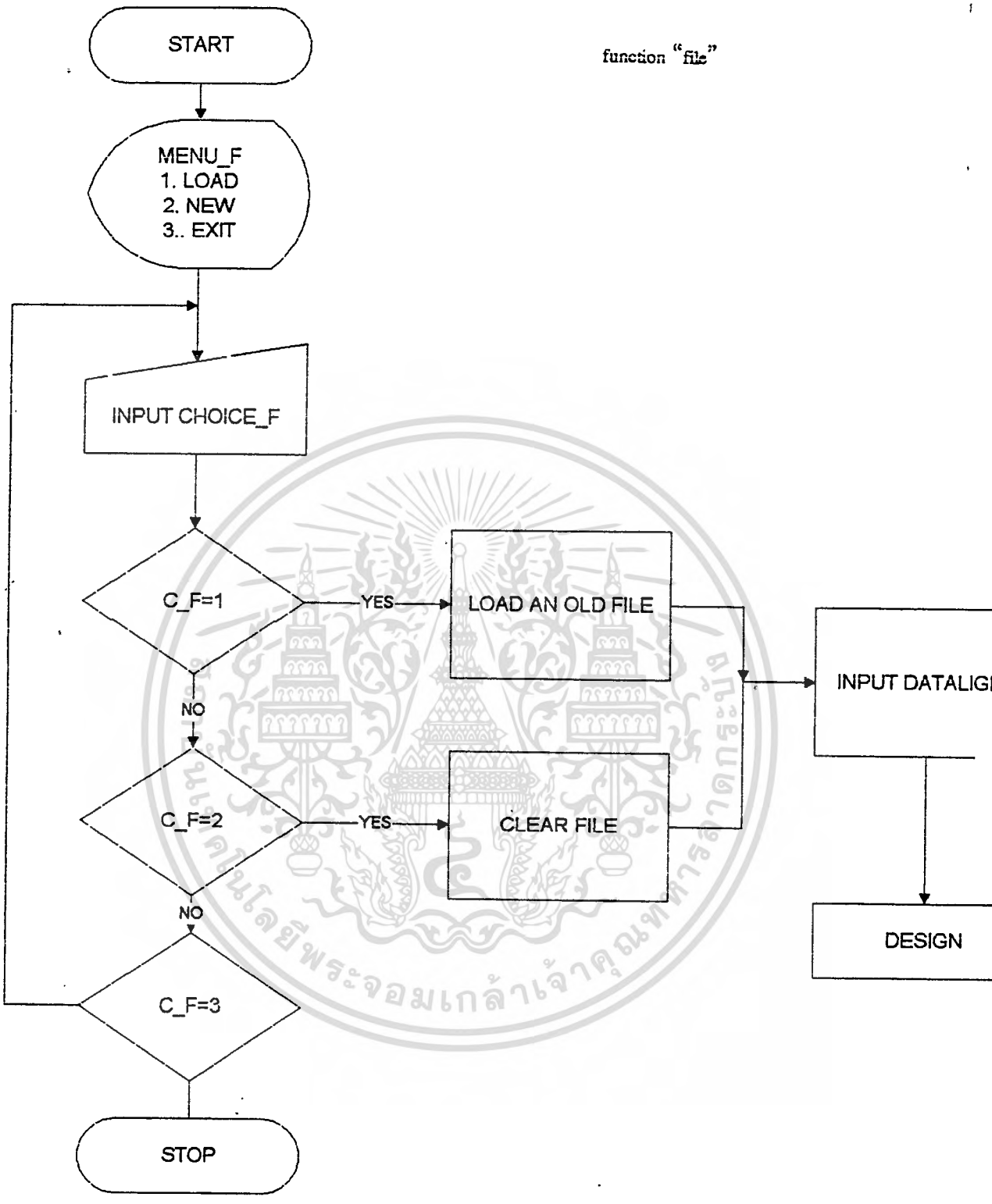


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



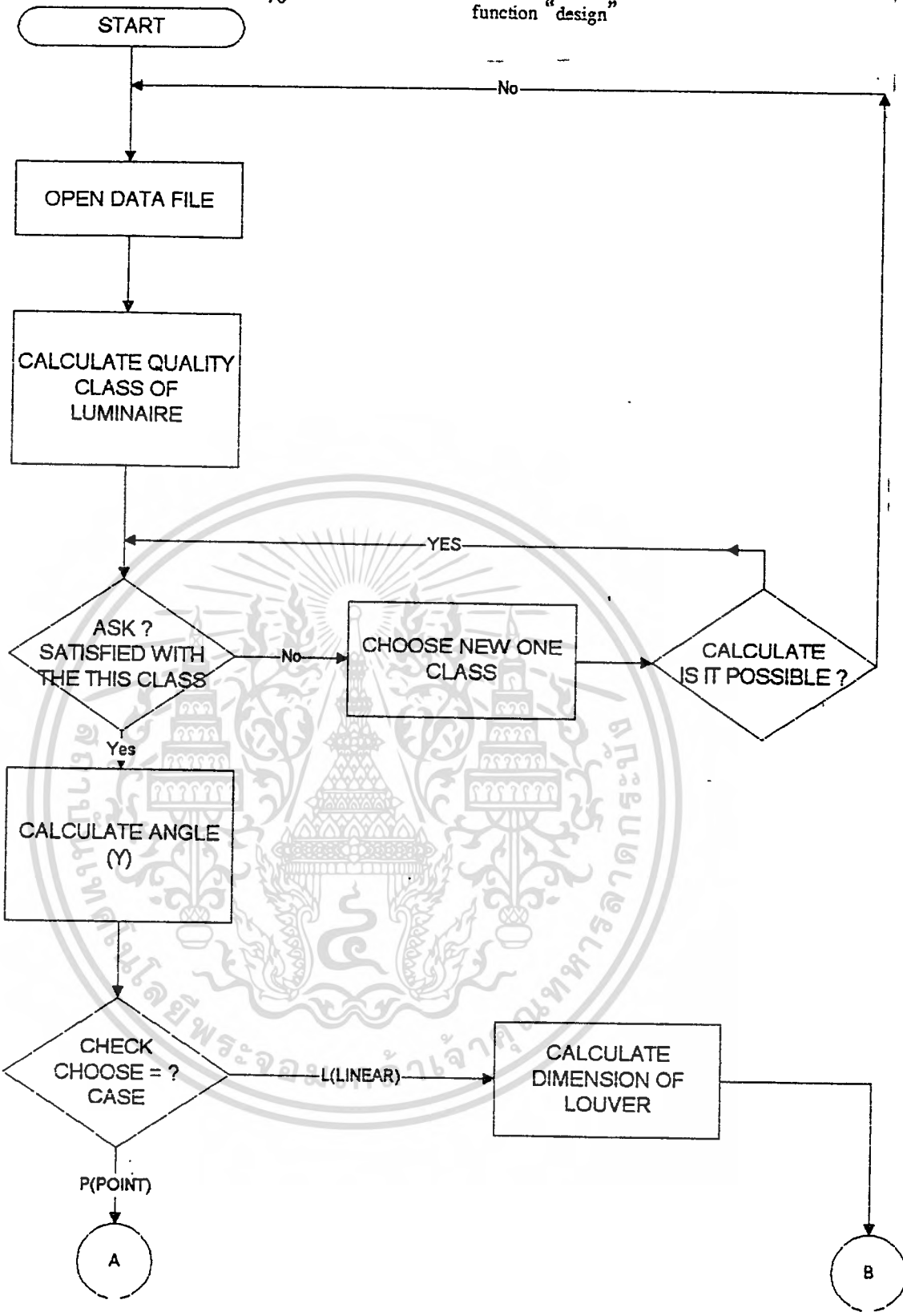
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

function "file"

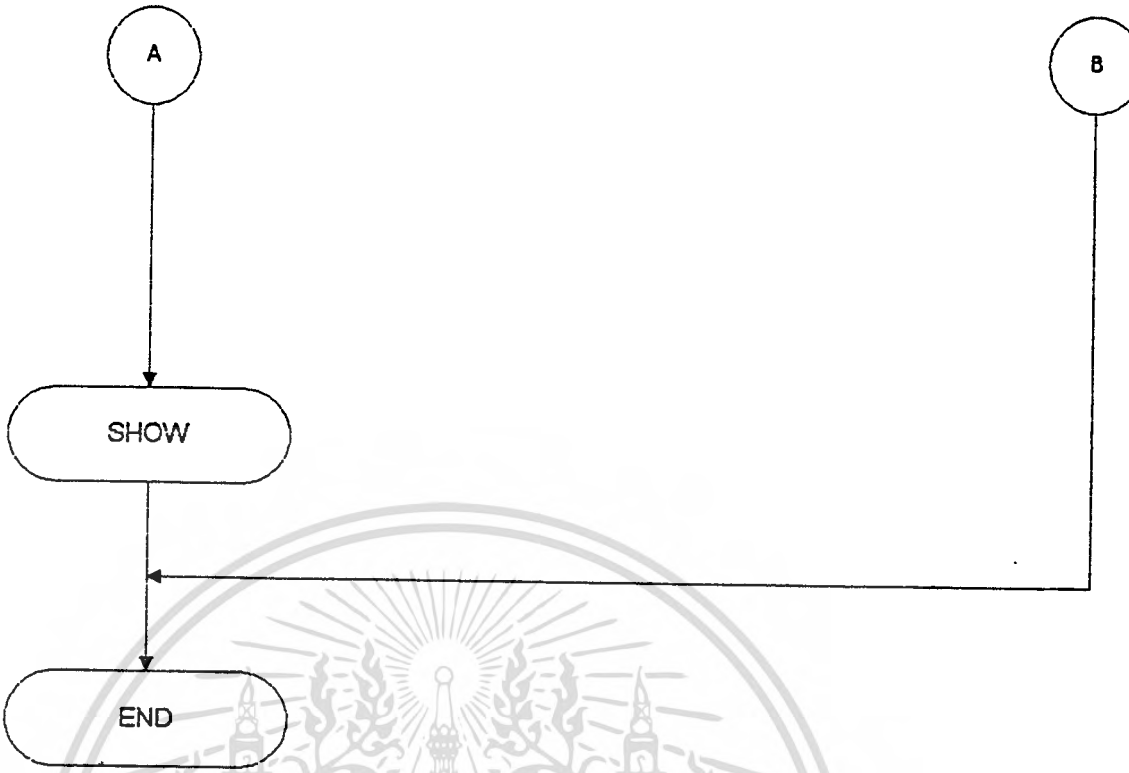


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

function "design"

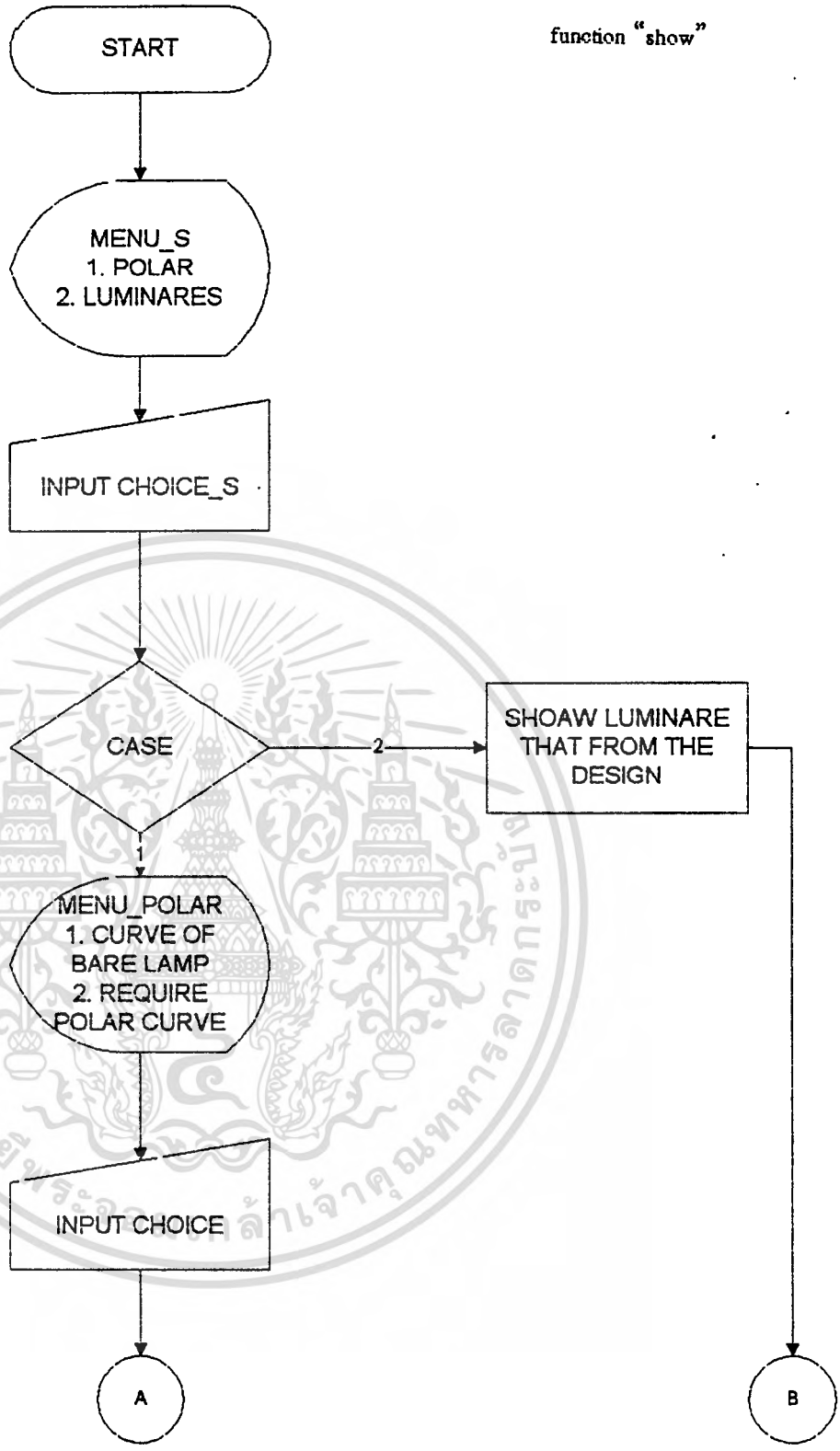


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

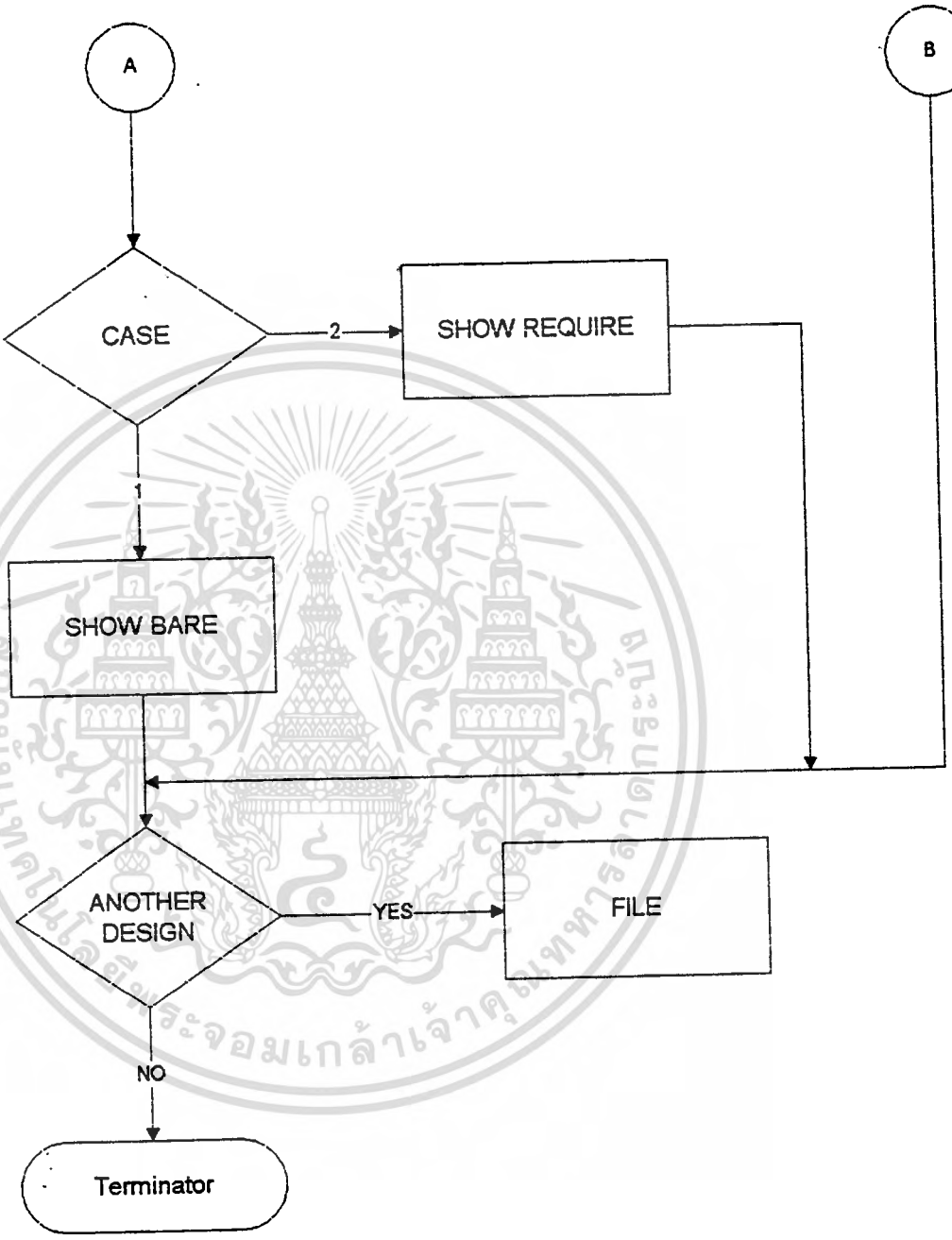


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

function "show"

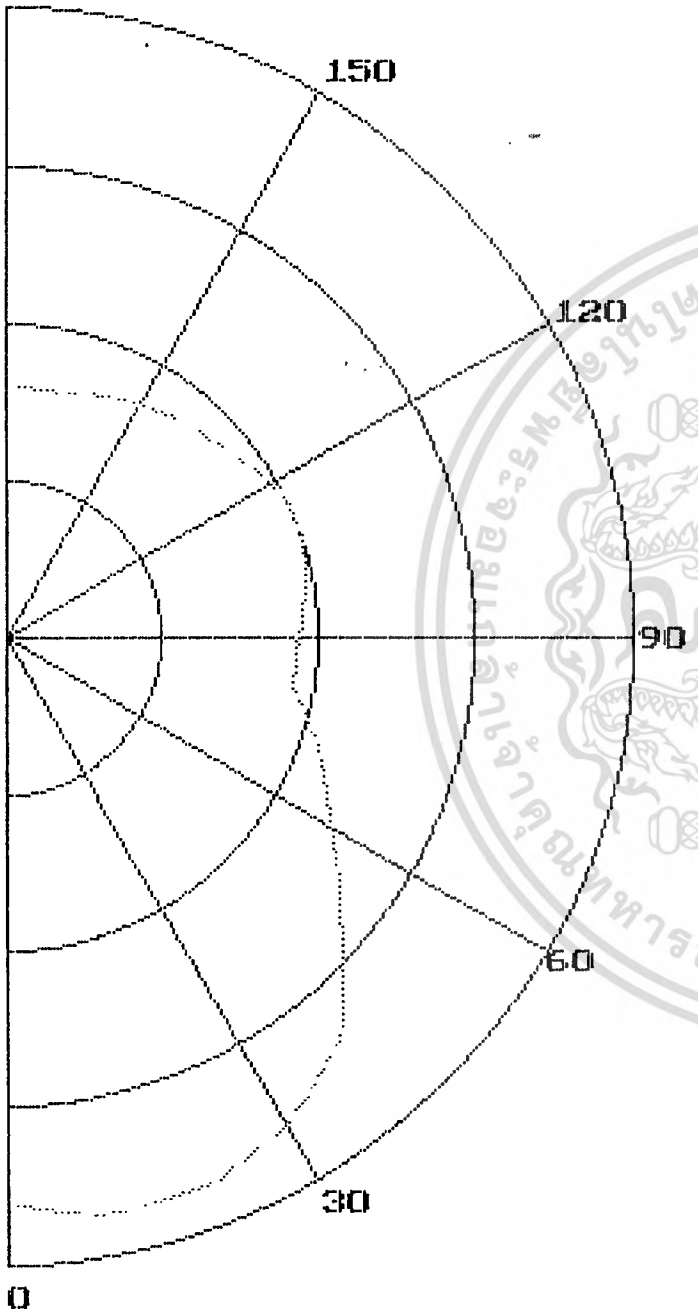


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

scale 1: 75 cd/m*m

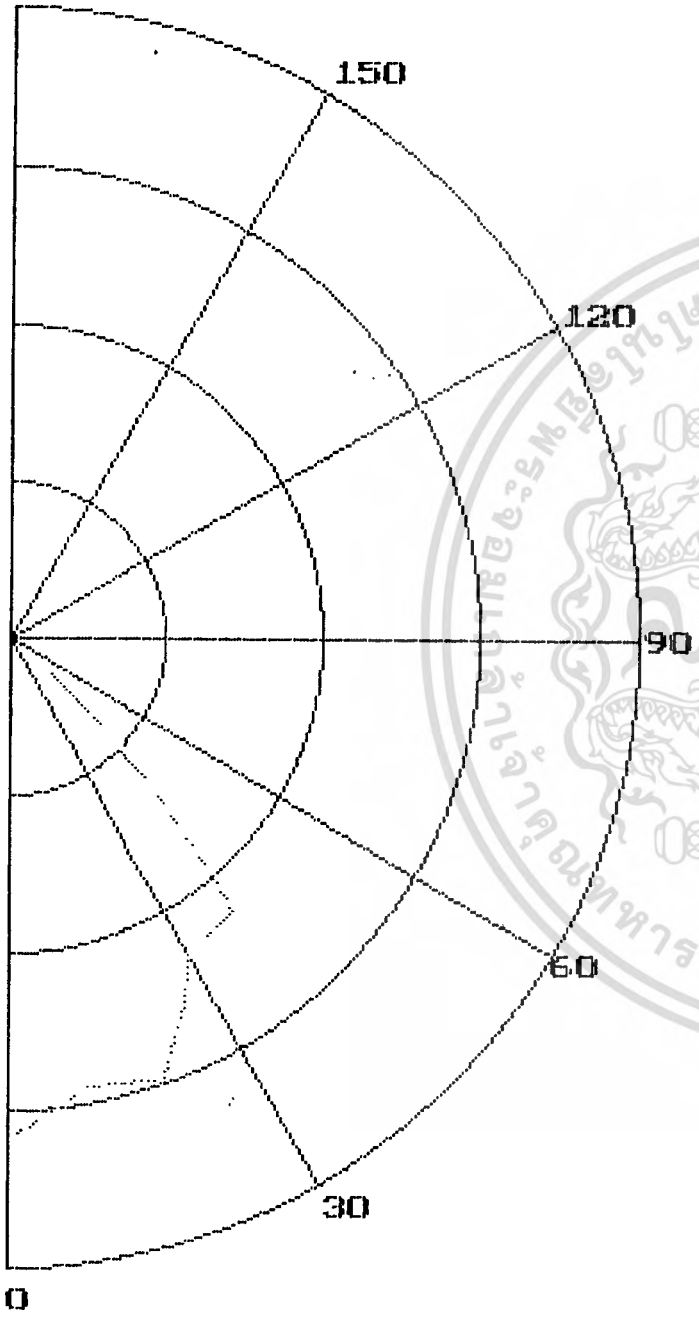


Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)
Light intensity of zone(0):270
Light intensity of zone(10):280
Light intensity of zone(20):280
Light intensity of zone(30):270
Light intensity of zone(40):250
Light intensity of zone(50):210
Light intensity of zone(60):180
Light intensity of zone(70):160
Light intensity of zone(80):140
Light intensity of zone(90):140
Light intensity of zone(100):145
Light intensity of zone(110):150
Light intensity of zone(120):150
Light intensity of zone(130):140
Light intensity of zone(140):135
Light intensity of zone(150):130
Light intensity of zone(160):125
Light intensity of zone(170):120
Light intensity of zone(180):120

Shift+prn:print to printer ESC:Exit

ผลการออกแบบที่แสดงได้

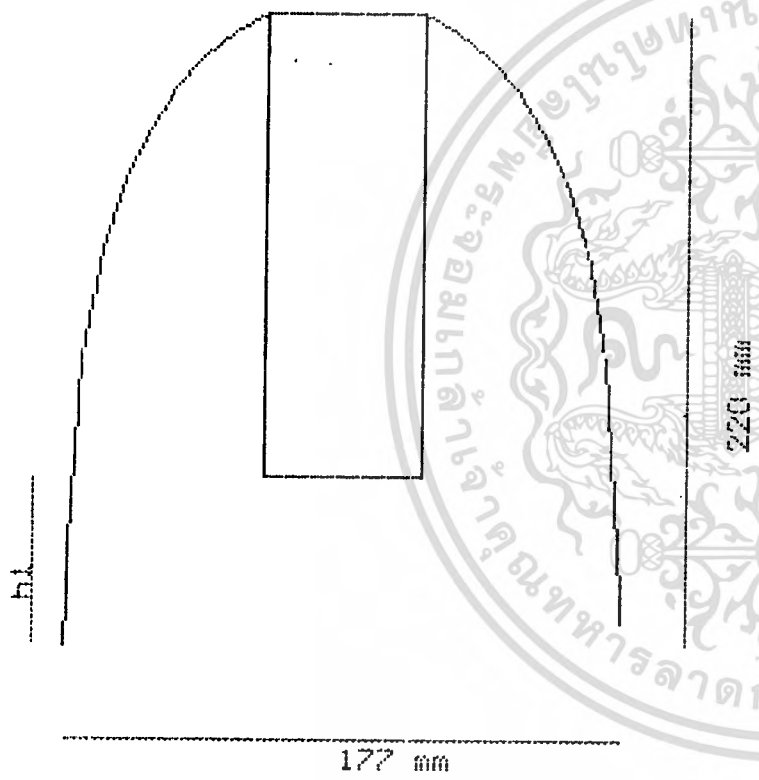
scale 1: 250 cd/m*m



Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)
Light intensity of zone(0) :790
Light intensity of zone(10) :720
Light intensity of zone(20) :740
Light intensity of zone(30) :580
Light intensity of zone(40) :560
Light intensity of zone(50) :560

Shift+prntscrprint to printer ESC:Exit

Lamp Type:Fluorescent SL 18 watt



Shielding angle: 50 ...degree

Limiting of zone	Shielding Element Angle
50-60	3.595701218
60-70	10.74886131
70-80	17.89418602
80-90	25.45379066
90-100	33.03168869
100-110	40.82788467
110-120	48.99151993
120-130	57.49700928

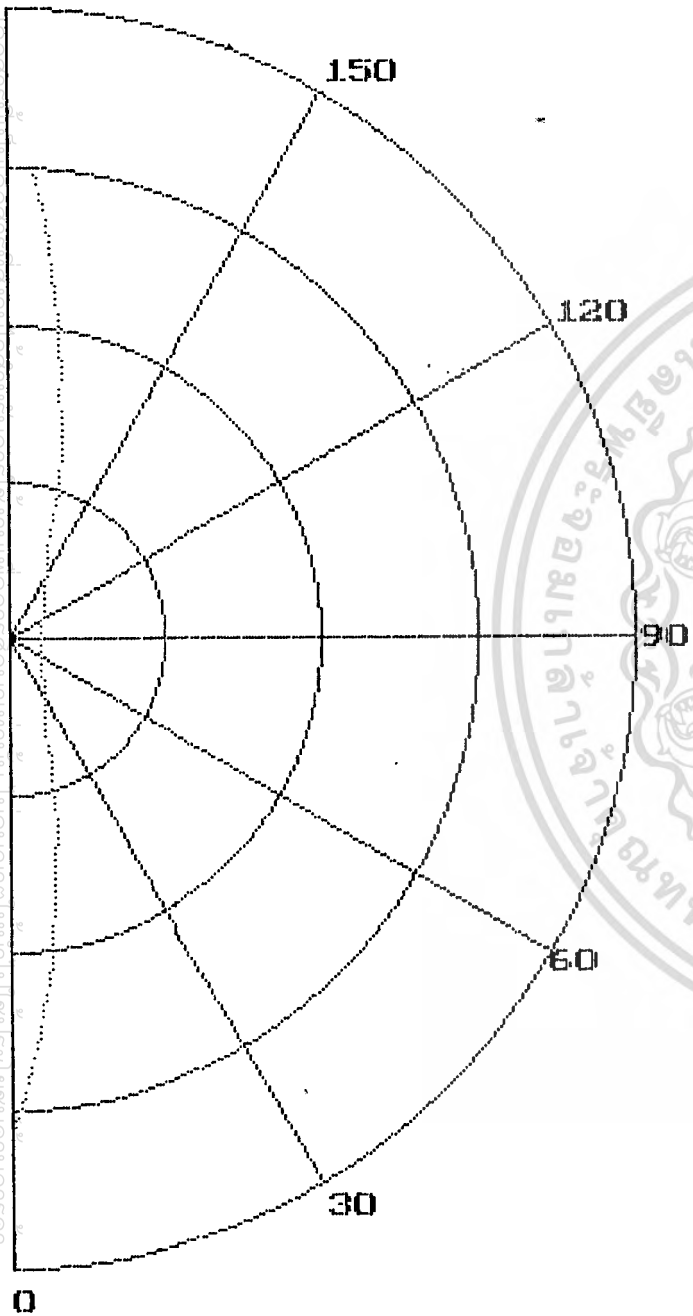
h1:54

Luminouse flux:1000 lumen

Nominal diameter:80 mm

Shift+prn:print to printer ESC:exit

scale 1: 250 cd/m*m



Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)

Light intensity of zone(0):786

Light intensity of zone(10):394

Light intensity of zone(20):159

Light intensity of zone(30):105

Light intensity of zone(40):81

Light intensity of zone(50):67

Light intensity of zone(60):59

Light intensity of zone(70):55

Light intensity of zone(80):52.5

Light intensity of zone(90):51

Light intensity of zone(100):52.5

Light intensity of zone(110):55

Light intensity of zone(120):59

Light intensity of zone(130):67

Light intensity of zone(140):81

Light intensity of zone(150):105

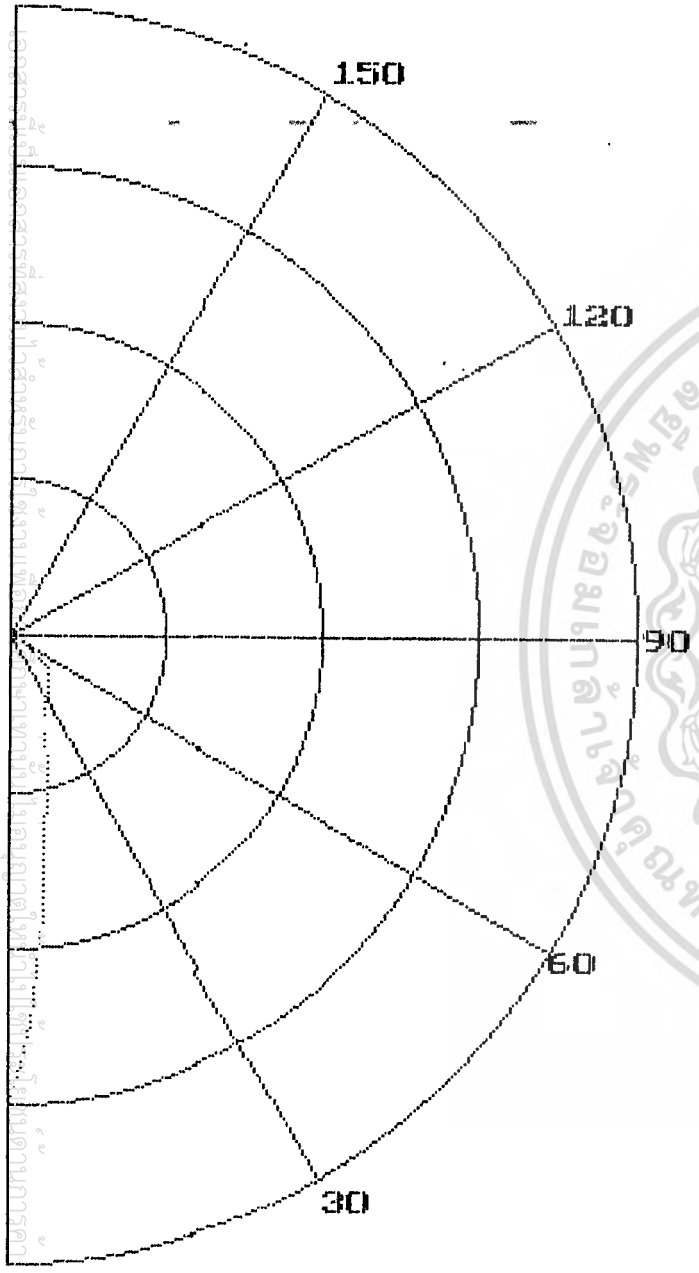
Light intensity of zone(160):159

Light intensity of zone(170):394

Light intensity of zone(180):786

Shift+prntscr print to printer CSDN

scale 1: 400 cd/m*m

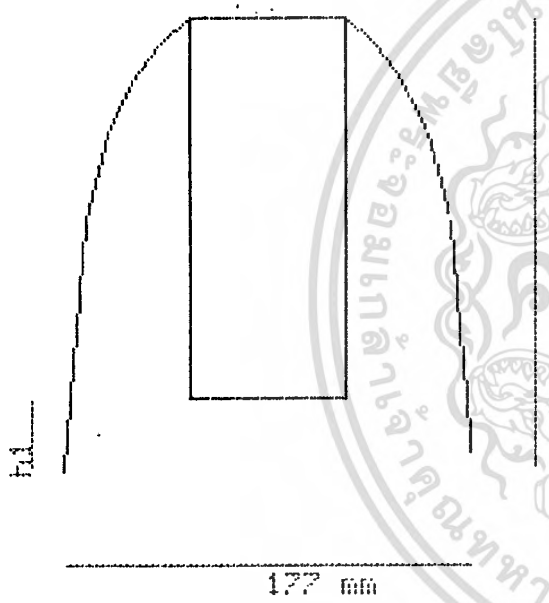


Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)	
Light intensity of zone(0)	:1200
Light intensity of zone(10)	:500
Light intensity of zone(20)	:240
Light intensity of zone(30)	:180
Light intensity of zone(40)	:144
Light intensity of zone(50)	:124
Light intensity of zone(60)	:112

Shift+prntscrn print to printer CSC:Ni

Shape of luminaire

Lamp Type:Fluorescent SL 18 watt



Shielding angle: 60 ...degree

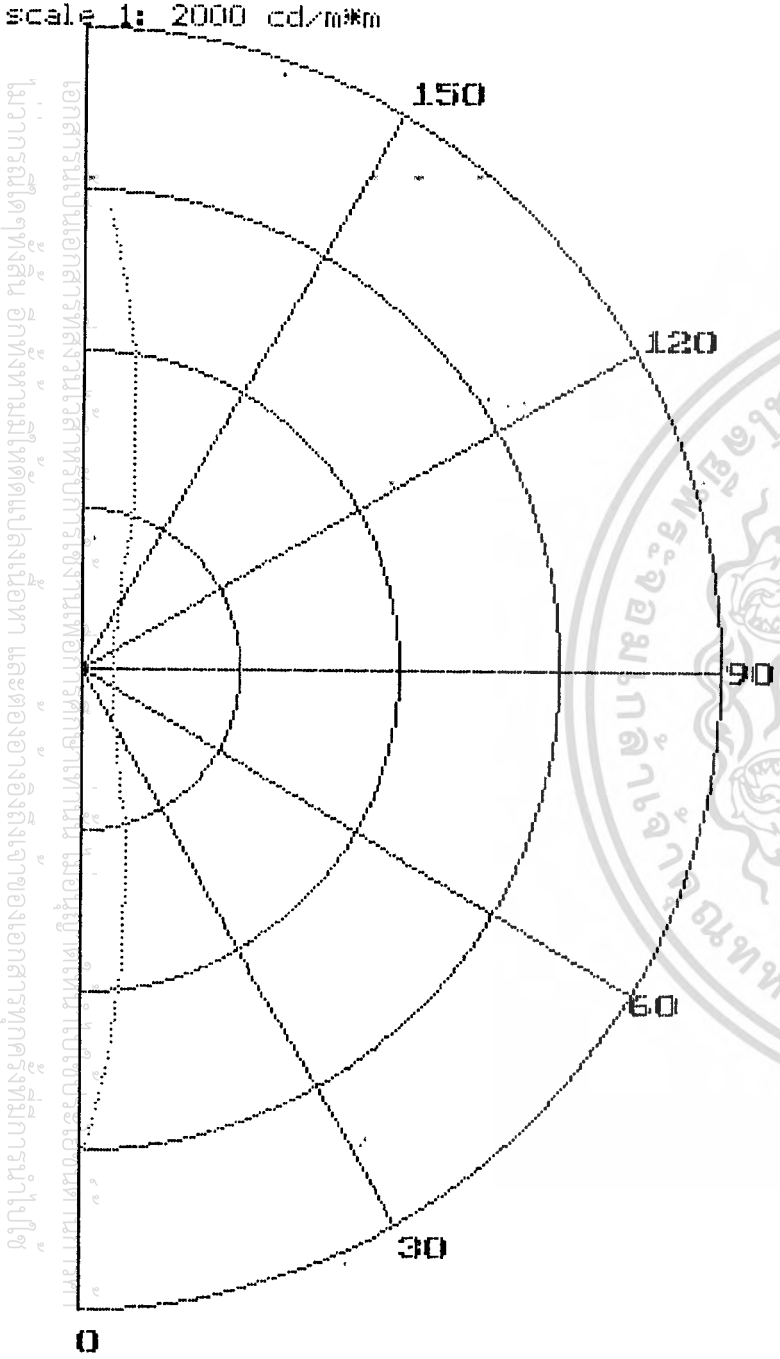
Limiting of zone	Shielding Element Angle
60-70	4.816068649
70-80	14.5812397
80-90	24.65155411
90-100	35.39431763
100-110	48.32717133

h1:23

Luminouse flux:1000 lumen

Nominal diameter:80 mm

Shift+prnscrn:print to printer ESC:exit



Light intensity of bare lamp(cd/m*m)

Light intensity of zone(0):6086

Light intensity of zone(10):3050

Light intensity of zone(20):1235

Light intensity of zone(30):814

Light intensity of zone(40):625

Light intensity of zone(50):521

Light intensity of zone(60):460

Light intensity of zone(70):427.5

Light intensity of zone(80):397

Light intensity of zone(90):390

Light intensity of zone(100):397

Light intensity of zone(110):427.5

Light intensity of zone(120):460

Light intensity of zone(130):521

Light intensity of zone(140):625

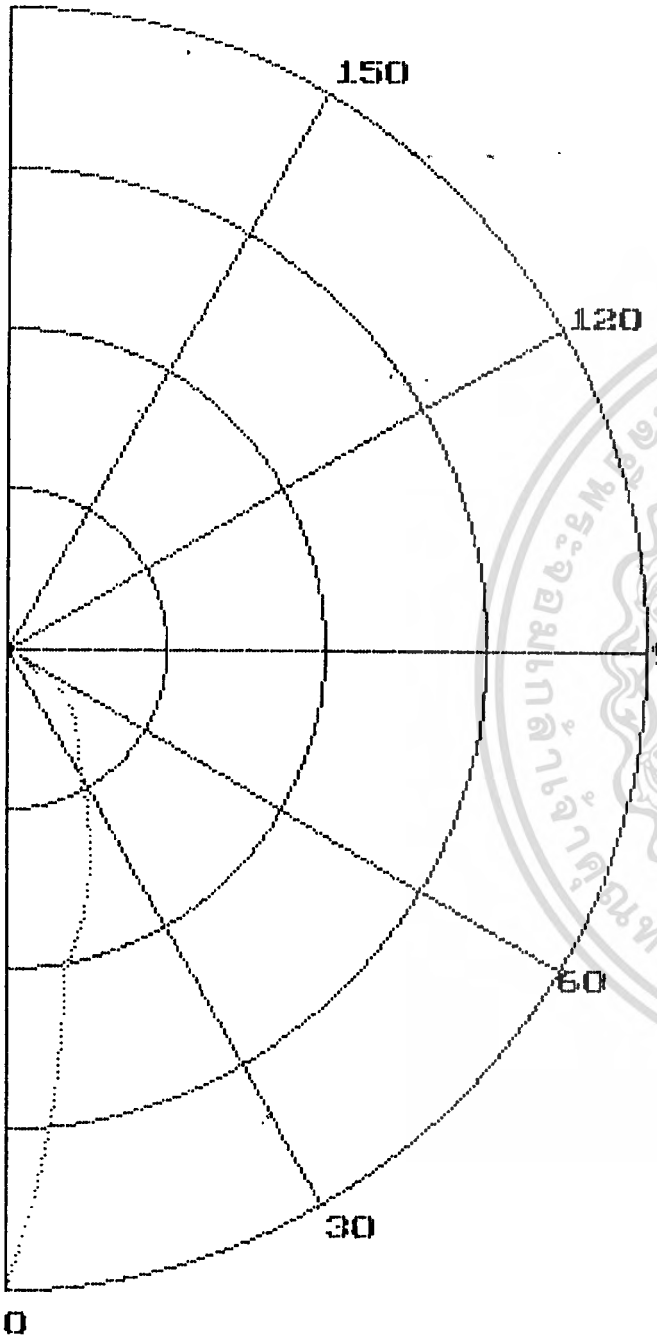
Light intensity of zone(150):814

Light intensity of zone(160):1235

Light intensity of zone(170):3050

Light intensity of zone(180):6086

Shift+prn:print to printer ESC:Exit



Light intensity of zone(0) :8000

Light intensity of zone(10) :4120

Light intensity of zone(20) :3000

Light intensity of zone(30) :1800

Light intensity of zone(40) :1300

Light intensity of zone(50) :1000

Light intensity of zone(60) :900

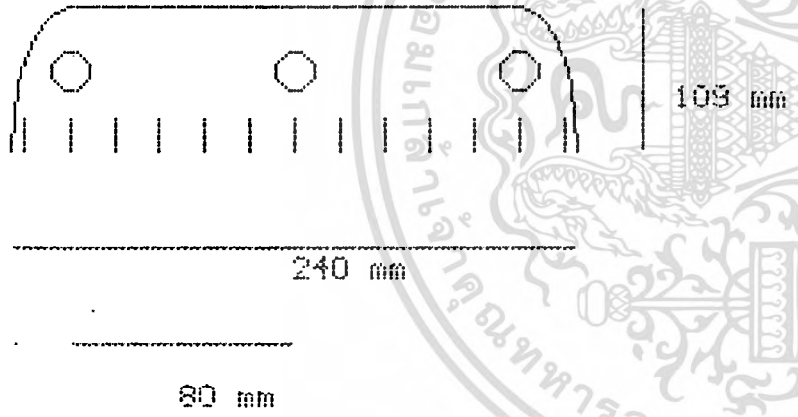
Shift+prntscr print to printer ESC:Exit

Lamp Type:Fluorescent TL'D 36 watt

Nominal diameter:26 mm

Nominal lenght :1200 mm

Luminouse flux:2600 lumen/lamp



Control angle:60 ...degree

Limiting of zone	Shielding Element Angle
60-70	4.5312
70-80	13.49
80-90	22.172
90-100	30.347
100-110	38.319
110-120	45.935
120-130	54.186
130-140	64.965

louvre height:25 mm

distance between louvre element:29 mm

Shift+prntscr:print to printer CSC:exit

บทสรุปและวิจารณ์ผล

โปรแกรมการออกแบบดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคารที่เขียนขึ้นจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบรูปร่างดวงโคมให้มีความสัมพันธ์ กับรูปร่างการกระจายความส่องสว่างที่ผู้ใช้งานต้องการได้ โดยดวงโคมที่ออกแบบได้จะให้ลักษณะการกระจายแสง และระดับคุณภาพในการมองเห็น ปริมาณความสว่าง แสงแยงตาในระดับที่ผู้ออกแบบพอใจได้ ซึ่งทฤษฎีที่อ้างอิงมาใช้ออกแบบตัวสะท้อนแสงคือ ทฤษฎีของลีนส์ (Lynes) ส่วนการออกแบบตรวจสอบคุณภาพของดวงโคมนั้น ใช้มาตรฐานลูมิแนนซ์เดิร์ฟซิสเต็ม (Luminance Curve System) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ในกลุ่มประเทศแถบยุโรปและออสเตรเลีย ส่วนประสิทธิภาพของดวงโคมก็ขึ้นตรงกับคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ทำตัวสะท้อนแสง

ข้อแนะนำสำหรับผู้สนใจศึกษาต่อ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แสดงวิธีการคำนวณและแสดงผลออกทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น แนวทางที่น่าจะศึกษาต่อ ควรที่จะนำผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรมมาทดลองออกแบบใช้งานจริง คือการจัดทำดวงโคมขนาดจริงขึ้น แล้วทดสอบคุณสมบัติของดวงโคมที่ทำขึ้น ว่าจะสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ข้อแนะนำสำหรับการทำชิ้นงานจริงคือ ผู้ทำชิ้นงานควรใช้ความละเอียดรอบคอบในการสร้างตัวสะท้อนแสงที่มุมเอียงต่าง ๆ ตามที่คำนวณได้จากโปรแกรม มิฉะนั้นอาจทำให้คุณสมบัติในการกระจายแสงของดวงโคมผิดไปจากที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ปริมาณและหน่วยของแสง

(Quantities and Units of Light)

1. มุมครึ่งยอด (Half Apex Angle;γ) คือ อัตราส่วนของความยาวเส้นโค้งต่อรัศมี มีหน่วยเป็นเรเดียน(Radian)

$$\gamma = b / r$$

2. มุมเชิงของแข็ง (Solid Angle;ω) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ทรงกลมต่อกำลังสองของรัศมี มีหน่วยเป็น สเตอเรเดียน(Steradian)

$$\omega = As / r^2$$

3. ฟลั๊กซ์การส่องสว่าง(Luminous Flux ;ϕ) คือ ปริมาณของแสงที่แพร่กระจายออกจากแหล่งกำเนิดแสง หรือปริมาณของแสงที่ได้รับบนพื้นผิวหนึ่ง มีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen;lm)

4. ความเข้มแห่งการส่องสว่าง(Luminous Intensity;I) คือ ฟลั๊กการส่องสว่างที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสงและแพร่กระจายในส่วนย่อยของมุมเชิงของแข็งที่อยู่ในทิศทางที่กำหนด หารด้วยส่วนย่อยของมุมเชิงของแข็งนั้น มีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela;cd)

$$I = \phi / \omega$$

5. ความสว่าง(Illuminance;E) คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบส่วนย่อยหนึ่งของพื้นผิวนั้น หารด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยนั้น

$$E = \phi / Ar$$

ถ้าฟลั๊กซ์การส่องสว่างมีหน่วยเป็น ลูเมน

พื้นที่การส่องสว่างเป็น ตารางเมตร ความสว่างมีหน่วยเป็น ลักซ์(Lux;lx)

พื้นที่มีหน่วยเป็น ตารางฟุต ความสว่างมีหน่วยเป็น ฟุตแคนเดล(Footcandle;fc)

โดยที่ 1 ฟุตแคนเดล เท่ากับ 10.764 ลักซ์

6. การส่องสว่าง(Luminance;L) คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างต่อหน่วยของพื้นที่ที่ตกกระทบและหน่วยของมุมเชิงของแข็ง ไม่ว่าจะออกจากพื้นผิวที่กำหนดให้จากทิศทางที่กำหนด หรือมาถึงพื้นผิวที่กำหนดให้จากทิศทางที่กำหนด

ถ้าฟลั๊กซ์การส่องสว่างมีหน่วยเป็น ลูเมน

พื้นที่มีหน่วยเป็น ตารางเมตร การส่องสว่างมีหน่วยเป็น อะโพสทิลบ์ (Apostilb)

พื้นที่มีหน่วยเป็น ตารางฟุต การส่องสว่างมีหน่วยเป็น ฟุตแลมเบิร์ต (Footlambert)

นอกจากนี้การส่องสว่างสามารถนิยามได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความเข้มแห่งการส่องสว่างของส่วนย่อยหนึ่งบนพื้นผิวนั้น หารด้วยพื้นที่ของส่วนย่อยนั้นที่ฉายตั้งฉากบนระนาบซึ่งตั้งฉากกับทิศทางที่กำหนดให้

$$L = I / (Ar * \cos\gamma)$$

ถ้าความเข้มแห่งการส่องสว่างมีหน่วยเป็น แคนเดลา

พื้นที่มีหน่วยเป็น ตารางเมตร การส่องสว่างที่หน่วยเป็น แคนเดลา/ตารางเมตร

โดยที่ 1 แคนเดลา/ตารางเมตร เท่ากับ 3.1416 อะโพสทิลบ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่มีหน่วยเป็น ตารางนิ้ว การส่องสว่างมีหน่วยเป็น แคนเดลา/ตารางนิ้ว

โดยที่ 1 แคนเดลา/ตารางเมตร เท่ากับ 0.000645 แคนเดลา/ตารางนิ้ว

7. Scalar Illuminance or Mean Spherical Illuminance คือ ความสว่างเฉลี่ยที่ได้รับบนพื้นผิวทั้งหมดของทรงกลมที่มีขนาดเล็กมาก โดยอยู่ที่จุดกำหนดให้จุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น ลักซ์

8. Mean Cylindrical Illuminance คือ ความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้รับบนพื้นผิวของทรงกระบอกที่มีขนาดเล็กมาก โดยอยู่ที่จุดกำหนดให้จุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น ลักซ์

9. Mean Semicylindrical Illuminance คือ ความสว่างเฉลี่ยที่ได้รับบนพื้นผิวโค้งของครึ่งทรงกระบอกที่มีขนาดเล็กมาก โดยอยู่ที่จุดกำหนดให้จุดหนึ่ง มีหน่วยเป็น ลักซ์

10. Illuminance Vector คือ ความแตกต่างสูงสุดระหว่างความสว่างที่ตกกระทบลงบนด้านหน้าของแผ่นจานเล็กแผ่นหนึ่ง กับความสว่างที่ตกกระทบบนด้านหลังของแผ่นจานเล็กแผ่นนั้น มีหน่วยเป็น ลักซ์

11. สัมประสิทธิ์การสะท้อน (Reflectance) คือ อัตราส่วนระหว่างฟลั๊กซ์การส่องสว่างที่สะท้อนออกจากพื้นผิวหนึ่งต่อฟลั๊กซ์การส่องสว่างที่ตกกระทบลงบนพื้นผิวนั้น

12. ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) คือ อัตราส่วนของฟลั๊กการส่องสว่างทั้งหมดที่ได้รับจากแหล่งกำเนิดแสงต่อกำลังงานทั้งหมดที่จ่ายให้กับแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์ (Lumen/Watt)

13. Light Output Ratio นิยามได้ดังนี้ คือ

LOR = F/ S*PHI

โดยที่ F คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างทั้งหมดที่ออกจากดวงโคม

S คือ จำนวนหลอดต่อดวงโคม

PHI คือ ฟลั๊กการส่องสว่างที่ออกจากหลอดไฟ

Downward Light Output Ratio

DLOR = DF / S*PHI

Upward Light Output Ratio

ULOR = UHF / S*PHI

Lower Flux Fraction

DFF = DF / F

Upper Flux Fraction

UFF = UHF / F

โดยที่

DF คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างที่ออกจากดวงโคมในทิศทางข้างล่าง

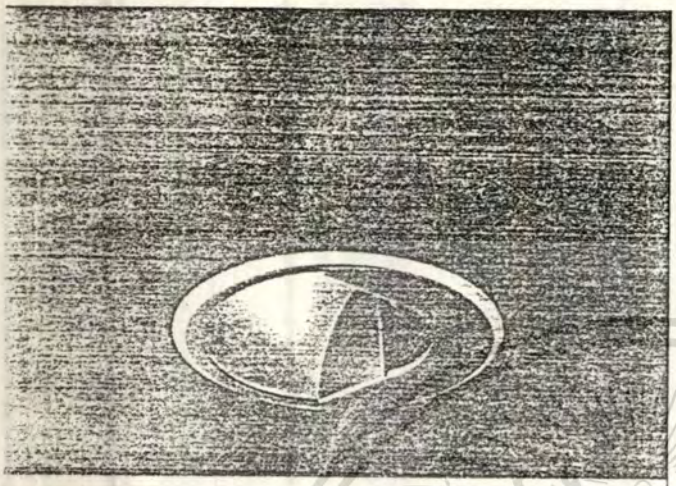
UHF คือ ฟลั๊กซ์การส่องสว่างที่ออกจากดวงโคมในทิศทางข้างบน

14. พื้นที่การส่องสว่าง (Luminous Area) คือ พื้นที่ส่วนที่มีการส่องสว่างของดวงโคม

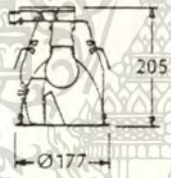
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

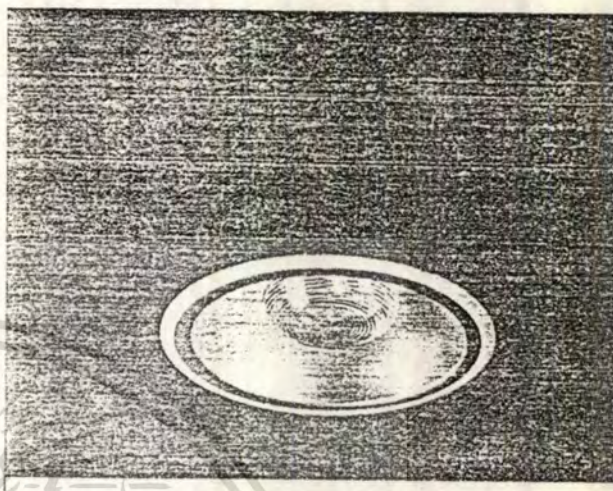
ข้อมูลเบื้องต้นของหลอดที่ใช้ในการออกแบบ



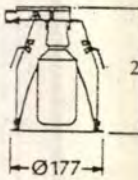
Colours : White.
Materials : Steel body. Reflector with aluminium wall washer. Polyamide cover.
Weight : 500 g.
Cut-out diameter : 163-168 mm.
Class : II.
IP : 40.
Safety distances :
0.5 m standard incandescent
0.8 m halogen.
Installation : In the case of installation in a false ceiling with slats, use adaptor plates ref. 1634 or 1635



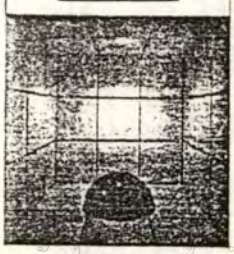
	STANDARD INCAN-DESCENT
max. 100 W E 27	



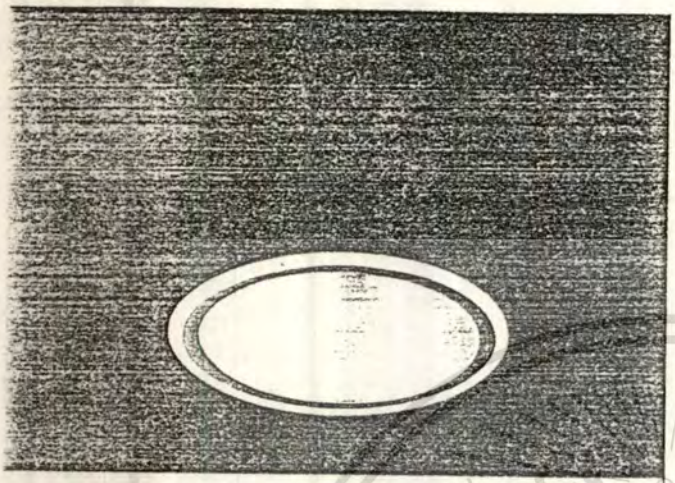
Colour : White.
Materials : Steel body. Satin aluminium reflector. Polyamide cover.
Weight : 500 g.
Cut-out diameter : 163-168 mm.
Class : II.
IP : 40.
Safety distance : 0.5 m.
Installation : In the case of installation in a false ceiling with slats, use adaptor plates ref. 1634 or 1635



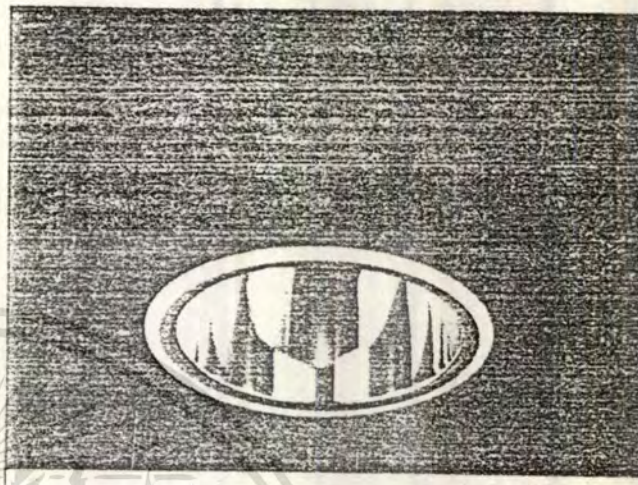
	COMPACT FLUO-RESCENT
18 W SL* 18 E 27	



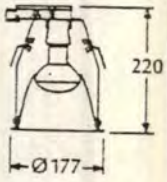
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Colour : White.
Materials : Steel body. Satin aluminium reflector. Polyamide cover.
Weight : 500 g.
Cut-out diameter : 163-168 mm.
Class : II.
IP : 40.
Safety distance : 0.5 m.
Installation : In the case of installation in a false ceiling with slats, use adaptor plates ref. 1634 or 1635



Colour : White.
Materials : Steel body. Polished aluminium reflector. Polyamide cover.
Weight : 500 g.
Cut-out diameter : 163-168 mm.
Class : II.
IP : 40.
Safety distance : 0.5 m.
Installation : In the case of installation in a false ceiling with slats, use adaptor plates ref. 1634 or 1635



STANDARD INCAN-DESCENT
max. 100 W E 27

INCAN-DESCENT REFLECTOR	INCAN-DESCENT REFLECTOR
R 80 100 W E 27	R 80 - 30 100 W E 27

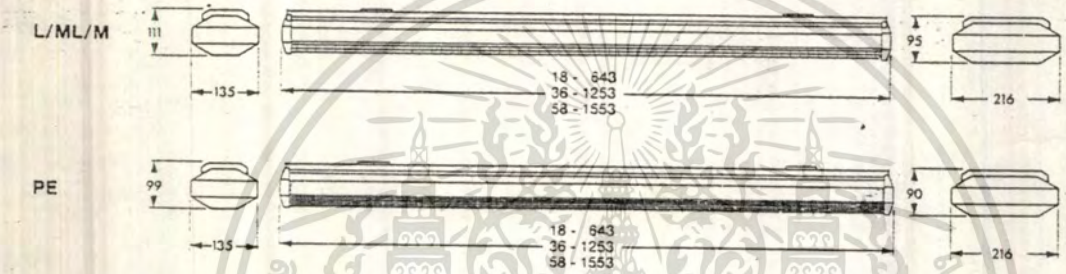
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical product description

Electrical unit:

- Pre-lacquered sheet steel, wired throughout with heat-resistant cable.
- Cable entry protected by dust seal.
- Click-in lampholders ensure firm lamp positioning.
- Lampholders and starterholders are combined.
- Spacers permit mounting against flammable ceilings in accordance with the F-regulations.
- Rapid installation facility using retaining rings and 2 mounting positions of key-holes.
- Electrical connection by means of terminal block with screw contacts.
- Hum-free ballasts.

Dimensions



Fixing pattern

For lamps	L
18 W:	450
36 W:	900

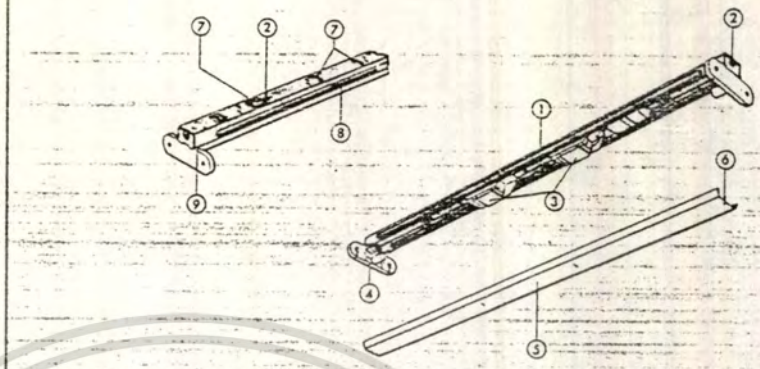
Electrical and ordering data

Designation	For lamps 'TL'D	Nominal voltage	Electrical circuit	Packing unit Weight kg	Qty	Dimensions cm	Volume m^3
Electrical unit with prismatic extruded cover (PE)							
TCS 058/2.18 IPE	2 x 18 W	220V/50 Hz	Inductive	2.2	1	75 x 22 x 9	0.015
TCS 058/1.36 IPE	1 x 36 W	220V/50 Hz	Inductive	2.7	1	136 x 14 x 11	0.021
TCS 058/1.36 CPE	1 x 36 W	220V/50 Hz	Capacitive	2.8	1	136 x 14 x 11	0.021
TCS 058/2.36 DPE	2 x 36 W	220V/50 Hz	Parallel	4.3	1	136 x 22 x 9	0.027
Electrical unit with lamellae louvre (L)							
TCS 058/2.18 IL	2 x 18 W	220V/50 Hz	Inductive	2.8	1	75 x 22 x 10	0.017
TCS 058/1.36 IL	1 x 36 W	220V/50 Hz	Inductive	3.2	1	136 x 14 x 12	0.023
TCS 058/1.36 CL	1 x 36 W	220V/50 Hz	Capacitive	3.3	1	136 x 14 x 12	0.023
TCS 058/2.36 DL	2 x 36 W	220V/50 Hz	Parallel	5.3	1	136 x 22 x 10	0.030
Electrical unit with mesh louvre (ML)							
TCS 058/2.18 IML	2 x 18 W	220V/50 Hz	Inductive	2.9	1	75 x 22 x 10	0.017
TCS 058/1.36 IML	1 x 36 W	220V/50 Hz	Inductive	3.8	1	136 x 14 x 12	0.023
TCS 058/1.36 CML	1 x 36 W	220V/50 Hz	Capacitive	3.9	1	136 x 14 x 12	0.023
TCS 058/2.36 DML	2 x 36 W	220V/50 Hz	Parallel	5.8	1	136 x 22 x 10	0.030
Electrical unit with mirror louvre (M)							
TCS 058/2.18 IM	2 x 18 W	220V/50 Hz	Inductive	2.7	1	75 x 22 x 10	0.017
TCS 058/2.36 DM	2 x 36 W	220V/50 Hz	Parallel	5.4	1	136 x 22 x 10	0.030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

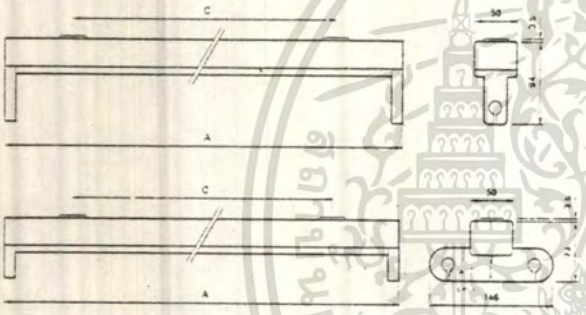
ส่วนประกอบต่าง ๆ

1. ตัวถังโคมไฟ
2. ช่องสำหรับร้อยสาย
3. บัลลาสต์
4. ขั้วรับหลอด
5. ฝาครอบ
6. สกรูยึดฝาครอบ
7. ฐานบิ้มนูนสำหรับยึดโคม
8. สันเสริมความแข็งแรง
9. ช่องยึดอุปกรณ์ประกอบ



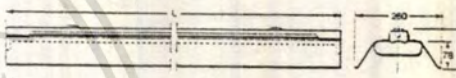
ขนาด (มม.)

ฟิลิเซ็ท



For lamps	18W	36W
A	614	1224
C	515	820

ปีกสะท้อนแสง



For lamps	L
18W	614
36W	1224

A. For surface mounting diam. hol
10 mm.

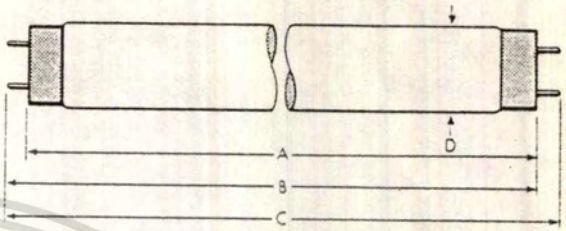
B. For suspension mounting diam
hole 16.5 mm.

Designation	For Lamps	Electrical Circuit	Main Current	Power Factor	Nett Weight (kg)
ฟิลิเซ็ท					
TMS 012/118 C	1 × TL'D 18 W	Capacitive	0.37	0.90	1.25
TMS 012/218 C	2 × TL'D 18 W	Capacitive	0.42	0.90	1.40
TMS 012/136 C	1 × TL'D 36 W	Capacitive	0.44	0.90	1.90
TMS 012/236 C	2 × TL'D 36 W	Capacitive	0.46	0.95	2.70
ฝาครอบพริสเมติก					
GMP 118	TMS 012/118C	–	–	–	–
GMP 218	TMS 012/218C	–	–	–	–
GMP 136	TMS 012/136C	–	–	–	–
GMP 236	TMS 012/236C	–	–	–	–
ปีกสะท้อนแสง					
GKD 120	TMS 012/118C	–	–	–	0.66
GKD 140	TMS 012/136C	–	–	–	1.20
GKH 220	TMS 012/218C	–	–	–	0.36
GKH 240	TMS 012/236C	–	–	–	0.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions

Type	A max.	B max.	B min.	C max.	D max.
'TL'D 18W	589.8	596.9	594.5	604.0	28.0
'TL'D 36W	1199.4	1206.5	1204.1	1213.6	28.0



Electrical data

Type	Nom. length mm	Nom. diameter mm	Lamp voltage V	Lamp current A	Caps	Colour designation	Colour	Colour temperature K	Luminous flux*) lm	Luminance cd/cm²
'TL'D 18W	600	26	59	0.37	G13	cool daylight	/54	6200	1030	0.70
'TL'D 36W	1200	26	103	0.44	G13	cool daylight	/54	6200	2600	0.80

Philips Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*****************************************************************************/
/*                THIS IS THE HEADER OF PROGRAM LIGHTING DESIGN              */
/*****************************************************************************/
/*                THIIS SECTION IS THIE INCLUDE FILE OR HEADER               */
/*****************************************************************************/
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>
#include <alloc.h>
#include <process.h>
#include <graphics.h>
#include <bios.h>
/*****************************************************************************/
/*          THIS SECTION IS THE CONSTANT VALUE THAT USE IN THIS PROGRAM       */
/*****************************************************************************/
#define MENU_MAX        20
#define ATTRIB_BORDER 112
#define XMAX            319
#define YMAX            199
#define BORDER          1
#define ESC             27
#define MAX_FRAME       15
#define F1              59
#define F2              60
#define F3              61
#define F10             68
#define UPARROW         72
#define DOWNARROW       80
#define RIGHTARROW      77
#define LEFTARROW       75
#define PAGEUP          73
#define PAGEDOWN        81
#define ALT_S           31
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define ALT_D           32
#define ALT_F           33
#define ALT_H           35
#define ALT_X           45
#define CTRL_P          25
/*****************************************************************************/
/*              THIS IS THE SECTION OF THE USER FUNCTION                     */
/*****************************************************************************/
/*                      1.MONITOR OPERATION FUNCTION
*/
/*****************************************************************************/
void cls(int start_x,int start_y,int end_x,int end_y,int attrib);
void write_string(int x, int y, char *p, int attrib);
void write_ch(int x, int y, char ch, int attrib);
void write_char(char p);
void video_band(int startx,int starty,int count,unsigned char *buf_ptr);
void band(int xstart,int ystart,int xend,int yend,int attrib);
void video_char(int x,int y,int method,unsigned char *buf_ptr);
void draw_border(int startx, int starty, int endx, int endy);
void hidden_cursor(void);
void unhidden_cursor(void);
int readkey(void);
/*void cls(void);*/
void lined(int x,int y,int dir,int len);
/*****************************************************************************/
/*                      2.POP-UP MENU FUNCTION                               */
/*****************************************************************************/
int make_menu(int num, char *menu[], char *keys,
                                int count, int x, int y, int bordor);
void display_menu(int num);
void save_video(int num);
void restore_video(int num);
void draw_bord(int num);
/*****************************************************************************/
/*                      3.ANOTHER FUNCTION
*/
/*****************************************************************************/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void mode(int mode_code);
int read_kb(void);
/*************************************************************************/
/*              THIS IS THE USER FUNCTION OF THE PROGRAM                 */
/*************************************************************************/
/*void proj();*/
void win_make(void);
void design(void);
void polar_req(void);
void polar(void);
void win_load(void);
void introduce(int a);
void introduce_li(int a);
void new_design(void);
void check(void);
void menu_main(void);
void standard_point(void);
void standard_linear(void);
void shape_luminaire(void);
void aurthor(void);
void aurthor_help(void);
void help(void);
void f2(void);
void f1(void);
void demo(void);
void d1(void);
void d2(void);
void readme_help(void);
void shape_luminaire_help(void);
void polar_req_help(void);
void polar_help(void);
void exit_help(void);
void new_d_help(void);
void new_help(void);
void design_help(void);
void load_help(void);
void check_menu(void);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void check_f10(void);
void file_er_mes(void);
void save_win(int num);
void restore_win(int num);
void goto_xy(int x, int y);
void win_border(int num);
void display_header(int num);
void window_gets(int num, char *s), size(int num);
void move(int num), window_cls(int num);
void window_cleol(int num), win_dow(int num);
void deactivate(int num);
void window_bksp(int num);
void save(int strx,int endx,int stry,int endy,unsigned int *buf_ptr);
int window_upline(int num), window_downline(int num);
int make_window(int num, char *header, int startx, int starty,
                int endx, int endy, int border);
void restore(int strx,int endx,int stry,int endy,unsigned char *buf_ptr);
void save(int strx,int endx,int stry,int endy,unsigned int *buf_ptr);
int window_getche(int num);
int window_putchar(int num, char ch);
int window_xy(int num, int x, int y);
int video_mode(void), get_special(void);
int winkey(void);
/*************************************************************************/
/*              THIS IS THE VARIABLE OF THIS PROGRAM                     */
/*************************************************************************/
struct window_frame {
  int startx, endx, starty, endy; /* window position */
  int curx, cury; /* current cursor position in window */
  unsigned char *p; /* pointer to buffer */
  char *header; /* header message */
  int border; /* border on/off */
  int active; /* on screen yes/no */
} f[MAX_FRAME];
struct data{
 int shield,control;
 char choose;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 float trans,reflec,bare[19],req[10];
}light,datalight;
/*****************************************************************************/
/*                    VARIABLE TIIAT USE IN TIIS PROGRAM                     */
/*****************************************************************************/
char item[][20] = {
        "File",
        "Design",
        "Show",
        "Help",
        "Exit"
  };
char *item1[]={
                "Load   F3",
                "New    F2",
                "Exit   Alt-x"
                };
 char *item2[]={
                "From file",
                "New design"
                  };
 char *item3[]={
                "Polar of Barelamp",
                "Polar of Require",
                "Shape of Luminaire"
                        };
 char *item4[]={
                "Roadmo",
                "Demo",
                "help    F1",
                "About Author"};
 char *item5[]={
                "Exit"
                        };
 char item6[][40]={
                "Loading File Please wait!",
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 float yw[10];
 }distance;
/*****************************************************************************
                                                    THIS IS MAIN OF PROGRAM
*****************************************************************************/
void main()
{
 /*unsigned int *p;*/
 done = 0;
 hidden_cursor();
 menu_main();                    /* SHOW MAIN MENU */
 status=0;
 make_menu(1, item1, "lne",3,3,0, BORDER);
 make_menu(2, item2, "fn",2,20,0, BORDER);
 make_menu(3, item3, "brl",3,39,0, BORDER);
 make_menu(4, item4, "rdha",4,56,0, BORDER);
 make_menu(5, item5, "e",1,71,0, BORDER);
 win_make();
 do
 {
        done = read_kb();
 }while (!done);
}
/* Read and process a keyboard command. */
int read_kb(void)
{
 unsigned int *a;
 register int i,j;
 union k{
        char c[2];
        int i;
 } key;
        **
 key.i = readkey();
 if(!key.c[0]) switch(key.c[1]) {
        /*case CTRL_P:print_file();
                                        break;*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case ALT_F :check_f10();
                    check_menu();
                    display_menu(1);
                    break;
case ALT_D :check_f10();
                    check_menu();
                    display_menu(2);
                    break;
case ALT_S :check_f10();
                    check_menu();
                    display_menu(3);
                    break;
case ALT_H :check_f10();
                    check_menu();
                    display_menu(4);
                    break;
case LEFTARROW:for(i=1;i<=5;i++)
                        if(frame[i].active)
                        {
                        switch(i){
                        case 1:restore_video(i);
                                    display_menu(5);
                                    break;
                        case 2:
                        case 3:
                        case 4:
                        case 5:restore_video(i);
                                    display_menu(i-1);
                                    break;
                                                }
                        break;
                        }
                        for(i=1;i<=5;i++)
                        if(frame[i].preactive)
                                {
                                switch(i)
                                {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            "Saving File Please wait!",
            "Now Printing File Please wait!"};
union key{
 int x;
 char cha[2];
}cur;
struct menu_frame {
  int startx, endx, starty, endy;
  unsigned char *p;
  char **menu;
  char *keys;
  int border, count;
  int active;
  int column;
  int preactive;
} frame[MAX_FRAME];
char far *vid_mem=(char far *)0xb8000000;
int done;
char filename[30];
int status;
FILE *fp;
struct data1{
  float fy[15];
  float deli[15];
  int loop,midzone[20];
  }angle;
 struct data2{
  float avai[20];
  float reqzo[10];
  float zonal[10];
  float avsitotal;
  float reqzototal;
  }flux;
 struct data3{
  float xy[10];
  float dr[10];
  float db[20];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 1:restore_video(1);
                    save_video(5);
                    write_string(73,0,item[4],7);
                    frame[1].preactive=0;
                    frame[5].preactive=1;
                    break;
case 2:restore_video(2);
                    save_video(1);
                    write_string(3,0,item[0],7);
                    frame[2].preactive=0;
                    frame[1].preactive=1;
                    break;
case 3:restore_video(3);
                    save_video(2);
                    write_string(20,0,item[1],7);
                    frame[3].preactive=0;
                    frame[2].preactive=1;
                    break;
case 4:restore_video(4);
                    save_video(3);
                    write_string(39,0,item[2],7);
                    frame[4].preactive=0;
                    frame[3].preactive=1;
                    break;
case 5:restore_video(5);
                    save_video(4);
                    write_string(56,0,item[3],7);
                    frame[5].preactive=0;
                    frame[4].preactive=1;
                    break;
                                        }
                                    break;
                                    }
                                break;
case RIGHTARROW:for(i=1;i<=5;i++)
        if(frame[i].active)
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                switch(i)
                {
                 case 1:
                 case 2:
                 case 3:
                 case 4:restore_video(i);
                                        display_menu(i+1);
                                        break;
                 case 5:restore_video(i);
                                        display_menu(1);
                                        break;
                 }
                 break;
                 }
                 for(i=1;i<=5;i++)
                 if(frame[i].preactive)
                        {
                          switch(i)
                          {
case 1:restore_video(1);
                          save_video(2);
                          write_string(20,0,item[1],7);
                          frame[1].preactive=0;
                          frame[2].preactive=1;
                          break;
case 2:restore_video(2);
                          save_video(3);
                          write_string(39,0,item[2],7);
                          frame[2].preactive=0;
                          frame[3].preactive=1;
                          break;
case 3:restore_video(3);
                          save_video(4);
                          write_string(56,0,item[3],7);
                          frame[3].preactive=0;
                          frame[4].preactive=1;
                          break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 4:restore_video(4);
                    save_video(5);
                    write_string(73,0,item[4],7);
                    frame[4].preactive=0;
                    frame[5].proactive=1;
                    break;
case 5:restore_video(5);
                    save_video(1);
                    write_string(3,0,item[0],7);
                    frame[5].preactive=0;
                    frame[1].preactive=1;
                    break;
                                        }
                    break;
                                        }
                                break;
case UPARROW:for(i=0;i<=5;i++)
        if(frame[i].active)
         {
                restore_video(i);
                switch(i){
                 case 1:switch(frame[i].column){
                                        case 0:frame[i].column=2;break;
                                        case 1:frame[i].column=0;break;
                                        case 2:frame[i].column=1;
                }
                break;
        case 2:switch(frame[i].column){
                 case 0:frame[i].column=1;break;
                 case 1:frame[i].column=0;
                 }break;
        case 3:switch(frame[i].column){
                case 0:frame[i].column=2;break;
                case 1:frame[i].column=0;break;
                case 2:frame[i].column=1;
                }
                break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 4:switch(frame[i].column)
        {
                case 0:frame[i].column=3;break;
                case 1:frame[i].column=0;break;
                case 2:frame[i].column=1;break;
                case 3:frame[i].column=2;
                                                                    }
                                                                    break;
case 5:frame[i].column=0;break;}
                                        display_menu(i);
                                        break;
                                        }
        break;
case DOWNARROW:for(i=0;i<=5;i++)
                        if(frame[i].active)
                        {
                restore_video(i);
                 switch(i){
                 case 1:switch(frame[i].column){
                                case 0:frame[i].column=1;break;
                                case 1:frame[i].column=2;break;
                                case 2:frame[i].column=0;
                                }
                                break;
                case 2:switch(frame[i].column){
                                case 0:frame[i].column=1;break;
                                case 1:frame[i].column=0;
                                }break;
                case 3:switch(frame[i].column)
                        {
                                case 0:frame[i].column=1;break;
                                case 1:frame[i].column=2;break;
                                case 2:frame[i].column=0;
                                }
                        break;
                case 4:switch(frame[i].column)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                        case 0:frame[i].column=1;break;
                        case 1:frame[i].column=2;break;
                        case 2:frame[i].column=3;break;
                        case 3:frame[i].column=0;
                       }
                       break;
              case 5:frame[i].column=0;break;
                       }
             display_menu(i);
             break;
          }
        for(i=1;i<=5;i++)
         if(frame[i].preactive)
                                        {
                                       switch(i)
                                        {
                case 1:write_string(3,0,item[0],112);
                       video_band(3,0,2,"Ft");
                       break;
               case 2:write_string(20,0,item[1],112);
                       video_band(20,0,2,"Dt");
                       break;
               case 3:write_string(39,0,item[2],112);
                       video_band(39,0,2,"St");
                       break;
               case 4:write_string(56,0,item[3],112);
                       video_band(56,0,2,"IIt");
                       break;
               case 5:write_string(73,0,item[4],112);
                       video_band(73,0,2,"Et");
                       break;
                }
               display_menu(i);
                                        frame[i].preactive=0;
                                        break;
                                        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                    break;


            case F1:for(i=1;i<=5;i++)
                        if(frame[i].active){
                         switch(i){
                                case 1 :switch(frame[i].column){
                                            case 0:load_help();break;
                                            case 1:new_help();break;
                                            case 2:exit_help();
                                            }break;
                                case 2 :switch(frame[i].column){
                                            case 0:design_help();break;
                                            case 1:new_d_help();
                                            }break;
                                case 3 :switch(frame[i].column){
                                            case 0:polar_help();break;
                                            case 1:polar_req_help();break;
                                            case 2:shape_luminaire_help();
                                            }break;
                                case 4 :switch(frame[i].column){
                                            case 0:readme_help();break;
                                            case 1:demo();break;
                                            case 2:help();break;
                                            case 3:aurthor_help();
                                            }break;
                                case 5 :exit_help();break;
                                }
                        break;
                                }
            if((!frame[1].active) && (!frame[2].active) &&
            (!frame[3].active) && (!frame[4].active) && (!frame[4].active)){
             help();
             break;
             }
             break;
            case F2:status=0;
                        write_string(64,2,"   NONAME.DAT",23);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                break;
        case F3:win_load();
                        break;
        case F10:check_f10();
                check_menu();
                save_video(1);
                write_string(3,0,item[0],7);
                frame[1].preactive=1;
                break;
    }
    else switch(tolower(key.c[0])) {
        case ESC:check_f10();
                check_menu();
                break;
        case '\r':/* enter */
                for(i=0;i<=5;i++)
                        if(frame[i].active)
                        {
                        switch(i)
                                {
                                case 1:switch(frame[i].column)
                                        {
                                        case 0:
                                                /*write_string(1,24,item6[0],240);
                                                getch();
                                                video_band(0,24,162," pFtl1-pHteplppp p p pFtl1t0t-
pMpepnpup p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p
p p p p p p p p p p p p p p p");
                                                unhiddon_cursor();*/
                                                win_load();
                                                break;
                                        case 1:status=0;
                                                        for(j=0;j<=29;j++)
                                                        filename[i]=' ';
                                                        cls(63,2,78,3,30);
                                                        write_string(64,2,"    NONAME.DAT",23);
                                                        break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*case 2:choice_print();

        write_string(1,24,item6[2],240);
        getch();
        video_band(0,24,162," pFt1t-pHtcplppp p p pFt1t0t-
pMpepnpup p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p");
        break;*/
    case 2:return 1;
    }break;
case 2:switch(frame[i].colnmn)
    {
    case 0:design();break;
    case 1:new_design();
    }break;
case 3:switch(frame[i].column)
    {
    case 0:a=(unsigned int *)malloc(5688);
            save(0,79,0,24,a);
            polar();
            restore(0,79,0,24,(char *) a);
            break;
    case 1:a=(unsigned int *)malloc(5688);
            save(0,79,0,24,a);
            polar_req();
            restore(0,79,0,24,(char *) a);
            break;
    case 2:a=(unsigned int *)malloc(5688);
            savo(0,79,0,24,a);
            shape_luminaire();
            restore(0,79,0,24,(char *) a);
            break;
    }break;
case 4:switch(frame[i].column)
    {
    case 0:readme_help();break;
    case 1:demo();break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        case 2:help();break;
                                        case 3:aurthor();
                                       }break;
                            case 5:return 1;
                                    }
                            }
                        break;
                            }
 if(tolower(key.c[1])==ALT_X) return 1;
 return 0;
}
/*****************************************************************************
                                    THIS IS THE FUNCTION IN THE PROGRAM
                                    TEXT MODE 80*25 COLOR
                                    THERE ARE COMPOSE  OF
                                    1.WRITE_STRING()
                                    2.WRITE_CH()
                                    3.WRITE_CHAR()
                                    4.VIDEO_BAND()
                                    5.BAND()
                                    6.VIDEO_CHAR()
                                    7.DRAW_BORDER()
                                    8.HIDDEN_CURSOR()
                                    9.UNHIDDEN_CURSOR()
                                    10.READKEY()
                                    11.CLS()
                                    12.MODE()
*****************************************************************************/
void write_string(int x, int y, char *p, int attrib)
{
  char far *v;

  v = vid_mem;
  v += (y*160) + x*2;   /* compute the address */
  while(*p) {
        *v++ = *p++;        /* write the character */
        *v++ = attrib;      /* write the attribute */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
}
void write_ch(int x, int y, char ch, int attrib)
{
  char far *v;

  v = vid_mem;
  v += (y*160) + x*2;   /* compute the address */
        *v++ = ch;          /* write the character */
        *v++ = attrib;      /* write the attribute */
}
void write_char(char p)
{
  union REGS r;
  register int i;

        r.h.ah = 10;        /* write character */
        r.h.bh = 0;         /* assume active display page is 0 */
        r.x.cx = 1;         /* number of times to write the character */
        r.h.al = p;         /* character */
   int86(0x10, &r, &r);
}
void video_band(int startx,int starty,int count,unsigned char *buf_ptr)
{
  char far *t;
  register int i;

  t = vid_mem;
  t += (starty*160) + startx*2;
  for(i=0;i<count;i++)
       *t++ = *buf_ptr++;  /* character and attribute */
}
void band(int xstart,int ystart,int xend,int yend,int attrib)
{
 register int i,j;
for(j=0;j<=(yend-ystart);j++)
 for(i=0;i<=(xend-xstart)+1;i++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  write_string((xstart-1)+i,ystart+j," ",attrib);
}
void video_char(int x,int y,int method,unsigned char *buf_ptr)
{
 char far *t;

 t = vid_mem;
 t += (y*160) + x*2 + method;   /* method = 0 ;character */
 *t = *buf_ptr;                 /* method = 1 ;attribute */
}
void draw_border(int startx, int starty, int endx, int endy)
{
 register int i;

 /* draw vertical lines */
 for(i=starty+1; i<endy; i++) {
                        gotoxy(startx, i);
    putchar(179);
    gotoxy(endx, i);
    putchar(179);
 }
 /* draw horizontal lines */
 for(i=startx+1; i<endx; i++) {
   gotoxy(i, starty);
   putchar(196);
   gotoxy(i, endy);
          putchar(196);
 }
 /* draw the corners */
 gotoxy(startx, starty); putchar(218);
 gotoxy(startx, endy); putchar(192);
 gotoxy(endx, starty); putchar(191);
 gotoxy(endx, endy); write_char(217);
}
void hidden_cursor(void)
{
union REGS r;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
r.h.ah = 1;
r.h.ch = 1;
r.h.cl = 0;
int86(0x10,&r,&r);
}
void unhidden_cursor(void)
{
union REGS r;
r.h.ah = 1;
r.h.ch = 6;
r.h.cl = 7;
int86(0x10,&r,&r);
}
/* Return the 16-bit scan code from the keyboard. */
int readkey(void)
{
  union REGS r;

  r.h.ah = 0;
  return int86(0x16, &r, &r);
}
void cls(int start_x,int start_y,int end_x,int end_y,int attrib)
{
  union REGS r;
   r.h.ah = 6;
          r.h.al = 0;
   r.h.ch = start_y;
   r.h.cl = start_x;
   r.h.dh = end_y;
   r.h.dl = end_x;
   r.h.bh = attrib;
   int86(0x10, &r, &r);
}
/* Set the video mode. */
void mode(int mode_code)
{
   union REGS r;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 r.h.al = mode_code;
 r.h.ah = 0;
 int86(0x10, &r, &r);
}
/*****************************************************************************
                                THESE ARE THE POP-UP MENU FUNCTION
                        THERE ARE COMPOSE OF                              /
                                                  1.MAKE_MENU()
                                                  2.DISPLAY_MENU()
                                                  3.RESTORE_VIDEO()
                                                  4.SAVE_VIDEO()
                                                  5.DRAW_BORD()
*****************************************************************************/
make_menu(
  int num,          /* menu number */
  char *menu[],     /* menu text */
  char *keys,       /* hot keys */
  int count,        /* number of menu items */
  int x, int y,     /* X,Y coordinates of left hand corner */
  int border        /* no border if 0 */
)
{
  register int i, len;
  int endx, endy;
  unsigned char *p;

  if(num>MAX_FRAME) {
    printf("Too many menus\n");
    return 0;
   }

  if((y>24) || (y<0) || (x>79) || (x<0)) {
    printf("range error");
    return 0;
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* compute the size */
len = 0;
for(i=0; i<count; i++)
 if(strlen(menu[i]) > len) len = strlen(menu[i]);
endx = len + 2 + x;
endy = count + 1 + y;
if((endy+1>24) || (endx+1>79)) {
  printf("menu won't fit");
  return 0;
}

/* allocate enough memory to hold current contents
   of the screen */
p = (unsigned char *) malloc(2 * (endx-x+1) * (endy-y+1));
if(!p) exit(1);/* put your own error handler here */

/* construct the frame */
frame[num].startx = x; frame[num].endx = endx;
frame[num].starty = y; frame[num].endy = endy;
frame[num].p = p;
frame[num].menu = (char **) menu;
frame[num].border = border;
frame[num].keys = keys;
frame[num].count = count;
frame[num].active = 0;
frame[num].preactive=0;
frame[num].column = 0;
return 1;
}

/* Display the menu in its proper location. */
void display_menu(int num)
{
  register int i, y;
  char **m;
  save_video(num);
  y = frame[num].starty+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
m = frame[num].menu;
switch(num)
{
case 1:write_string(3,0,item[0],7);break;
case 2:write_string(20,0,item[1],7);break;
case 3:write_string(39,0,item[2],7);break;
case 4:write_string(56,0,item[3],7);break;
case 5:write_string(73,0,item[4],7);break;
}

band(frame[num].startx,frame[num].starty+1,frame[num].endx,frame[num].endy+1,112);
for(i=0; i<frame[num].count; i++, y++)
  write_string(frame[num].startx+1, y+1, m[i], 112);
if(BORDER)
 draw_bord(num);
for(i=0;i<(frame[num].endx-frame[num].startx);i++)
write_string(frame[num].startx+i,frame[num].column+2," ",7);
write_string(frame[num].startx+1,frame[num].column+2,m[frame[num].column],7);
frame[num].active=1;
}
/* Restore a portion of the screen. */
void restore_video(int num)
{
 register int i,j;
 char far *v, far *t;
 char *buf_ptr;

 buf_ptr = frame[num].p;
 v = vid_mem;
 t = v;
 for(i=frame[num].startx-1; i<frame[num].endx+1; i++)
   for(j=frame[num].starty; j<frame[num].endy+2; j++) {
     v = t;
     v += (j*160) + i*2; /* compute the address */
     *v++ = *buf_ptr++; /* write the character */
     *v = *buf_ptr++;   /* write the attribute */
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  frame[num].active = 0; /* deactivate */
}
/* Save a portion of the screen. */
void save_video(int num)
{
  register int i,j;
  char *buf_ptr;
  char far *v, far *t;

  buf_ptr = frame[num].p;
  v = vid_mem;
  for(i=frame[num].startx-1; i<frame[num].endx+1; i++)
    for(j=frame[num].starty; j<frame[num].endy+2; j++) {
      t = (v + (j*160) + i*2);
      *buf_ptr++ = *t++;
      *buf_ptr++ = *t;
    }
}
void draw_bord(int num)
{
  register int i;

  /* draw vertical lines */
  for(i=frame[num].starty+2; i<frame[num].endy+1; i++) {
    gotoxy(frame[num].startx, i+1);
    putchar(179);
    gotoxy(frame[num].endx+1, i+1);
    putchar(179);
  }

  /* draw horizontal lines */
  for(i=frame[num].startx+1; i<frame[num].endx+1; i++) {
    gotoxy(i, frame[num].starty+2);
    putchar(196);
    gotoxy(i, frame[num].endy+2);
    putchar(196);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  /* draw the corners */
  gotoxy(frame[num].startx, frame[num].starty+2); putchar(218);
  gotoxy(frame[num].startx, frame[num].endy+2); putchar(192);
  gotoxy(frame[num].endx+1, frame[num].starty+2); putchar(191);
  gotoxy(frame[num].endx+1, frame[num].endy+2); write_char(217);
}
/*****************************************************************************
                                                    WINDOW TEXTMODE FUNCTION
                                                          1.WIN_DOW()
                                                          2.MAKE_WINDOW()
                                                          3.DEACTIVATE()
                                                              4.DISPLAY_HEADER()
                                                          5.WIN_BORDER()
                                                          6.WINDOW_PUTS()
                                                          7.WINDOW_PUTCHAR()
                                                          8.WINDOW_XY()
                                                          9.WINDOW_GETS()
                                                          10.WINDOW_GETCHE()
                                                          11.WINDOW_CLS()
                                                          12.WINDOW_CLEOL()
                                                          13.WINDOW_UPLINE()
                                                          14.WINDOW_DOWNLINE()
                                                          15.WINDOW_BKSP()
                                                          16.SVAE_WIN()
                                                          17.RESTORE_WIN()
                                                          18.GOTO_XY()
                                                          19.GET_SPECIAL()
                                                          20.VIDEO_MODE()
                                                          21.WINKEY()
                                                          22.RESTORE()
                                                          23.SAVE()
*****************************************************************************/
/* Display a pull-down window. */
void win_dow(int num) /* window number */
{
  int vmode;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int x, y;

vmode = video_mode();
if((vmode!=2) && (vmode!=3) && (vmode!=7)) {
  printf("video must be in 80 column text mode");
  exit(1);
}
/* set proper address of video RAM */
if(vmode==7) vid_mem = (char far *) 0xB0000000;
else vid_mem = (char far *) 0xB8000000;

/* get active window */
if(!f[num].active) { /* not currently in use */
  save_win(num);          /* save the current screen */
        f[num].active = 1; /* set active flag */
}
window_cls(num);
if(f[num].border) win_border(num);
display_header(num); /* display the window */

x = f[num].startx + f[num].curx + 1;
y = f[num].starty + f[num].cury + 1;
goto_xy(x, y);
}

/* Construct a pull-down window frame.
   1 is returned if window frame can be constructed;
         otherwise 0 is returned.
*/
make_window(
  int num, /* window number */
  char *header, /* header text */
  int startx, int starty, /* X,Y coordinates of upper left corner */
  int endx, int endy, /* X,Y coordinates of lower right corner */
  int border) /* no border if 0 */
{
  unsigned char *p;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(num>MAX_FRAME) {
  printf("Too many windows\n");
  return 0;
}

if((starty>24) || (starty<0) || (startx>78) || (startx<0)) {
  printf("range error");
  return 0;
}

if((endy>24) || (endx>79)) {
  printf("window won't fit");
  return 0;
}

/* allocate enough memory to hold it */
p = (unsigned char *) malloc(2*(endy-starty+1)*(endx-startx+1));
if(!p) exit(1); /* put your own error handler here */

/* construct the frame */
f[num].startx = startx; f[num].endx = endx;
f[num].starty = starty; f[num].endy = endy;
f[num].p = p;
f[num].header = header;
f[num].border = border;
f[num].active = 0;
f[num].curx = 0; f[num].cury = 0;
return 1;
}

/* Deactivate a window and remove it from the screen. */
void deactivate(int num)
{
  /* reset the cursor postion to upper left corner */
  f[num].curx = 0;
  f[num].cury = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  f[num].active = 0;
  restore_win(num);
}

/* Display the header message in its proper location. */
void display_header(int num)
{
  register int  x, len;

  x = f[num].startx;
  /* Calculate the correct starting position to center
     the header message - if negative, message won't
     fit.
  */
  len = strlen(f[num].header);
  len = (f[num].endx - x - len) / 2;
  if(len<0) return; /* don't display it */
  x = x + len;

  write_string(x, f[num].starty,
                        f[num].header, 112);
}

/* Draw a window's border. */
void win_border(int num)
{
  register int i;
  char far *v, far *t;

  v = vid_mem;
  t = v;
  for(i=f[num].starty+1; i<f[num].endy; i++) {
          v += (i*160) + f[num].startx*2;
           *v++ = 179; /* vertical bar */
          *v = 112;
    v = t;
          v += (i*160) + f[num].endx*2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    *v++ = 179;
        *v = 112;
    v = t;
  }
  for(i=f[num].startx+1; i<f[num].endx; i++) {
        v += (f[num].starty*160) + i*2;
    *v++ = 196; /* horizontal bar */
        *v = 112;
    v = t;
        v += (f[num].endy*160) + i*2;
    *v++ = 196;
        *v = 112;
    v = t;
  }

  /* draw the corners of the border */
  write_ch(f[num].startx, f[num].starty,
                    (char) 218, 112);
  write_ch(f[num].startx, f[num].endy,
                    (char) 192, 112);
  write_ch(f[num].endx, f[num].starty,
                    (char) 191, 112);
  write_ch(f[num].endx, f[num].endy,
                    (char) 217, 112);
}
/* Write a string at the current cursor position
   in the specified window.
   Returns 0 if window not active;
   1 otherwise.
*/
window_puts(int num, char *str)
{
        /* make sure window is active */
  hidden_cursor();
  if(!f[num].active) return 0;

  for( ; *str; str++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    window_putchar(num, *str);
  return 1;
}

/* Write a character at the current cursor position
   in the specified window.
   Returns 0 if window not active;
   1 otherwise.
*/
window_putchar(int num, char ch)
{
  register int x, y;
  char far *v;

  /* make sure window is active */
  if(!f[num].active) return 0;

  x = f[num].curx + f[num].startx + 1;
  y = f[num].cury + f[num].starty + 1;

  v = vid_mem;
  v += (y*160) + x*2; /* compute the address */
  if(y>=f[num].endy) {
    return 1;
  }
  if(x>=f[num].endx) {
    return 1;
  }

  if(ch=='\n') { /* newline char */
    y++;
        x = f[num].startx+1;
    v = vid_mem;
    v += (y*160) + x*2; /* compute the address */
        f[num].curx = 0;  /* reset X */
        f[num].cury++; /* increment Y */
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else {
            f[num].curx++;
             *v++ = ch;  /* write the character */
            *v++ = 112;    /* normal video attribute */
    }
    window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
    return 1;
}

/* Position cursor in a window at specified location.
   Returns 0 if ont of range;
           non-zero otherwise.
*/
window_xy(int num, int x, int y)
{
  if(x<0 || x+f[num].startx>=f[num].endx-1)
    return 0;
  if(y<0 || y+f[num].starty>=f[num].endy-1)
    return 0;
  f[num].curx = x;
  f[num].cury = y;
  goto_xy(f[num].startx+x+1, f[num].starty+y+1);
  return 1;
}

/* Read a string from a window. */
void window_gets(int num, char *s)
{
  char ch, *temp;

  temp = s;
  for(;;) {
    ch = window_getche(num);
    switch(ch) {
      case '\r':  /* the ENTER key is pressed */
        *s='\0';
        return;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        case '\b': /* backspace */
          if(s>temp) {
            s--;
                    f[num].curx--;
                    if(f[num].curx<0) f[num].curx = 0;
                            window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
                              write_ch(f[num].startx+f[num].curx+1,
                            f[num].starty+f[num].cury+1, ' ', 112);
          }
          break;
        default: *s = ch;
          s++;
       }
     }
    }


/* Input keystrokes inside a window.
   Returns full 16 bit scan code.
*/
window_getche(int num)
{
  union inkey {
    char ch[2];
    int i;
  } c;

  if(!f[num].active) return 0; /* window not active */
  window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
  c.i = winkey();      /* read the key */
  if(c.ch[0]) {
    switch(c.ch[0]) {
      case '\r': /* the ENTER key is pressed */
        break;
      case '\b': /* backspace */
        break;
      default:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if(f[num].cury+f[num].starty < f[num].endy-1) {
                      write_ch/*string*/(f[num].startx+ f[num].curx+1,
                            f[num].starty+f[num].cury+1, c.ch[0], 112);
                      f[num].curx++;
                    }
                }
                if(f[num].curx < 0) f[num].curx = 0;
                if(f[num].curx+f[num].startx > f[num].endx-2)
                  f[num].curx--;
                window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
        }
        return c.i;
}

/* Clear a window. */
void window_cls(int num)
{
        register int i,j;
        char far *v, far *t;

        v = vid_mem;
        t = v;
        for(i=f[num].starty+1; i<f[num].endy; i++)
                for(j=f[num].startx+1; j<f[num].endx; j++) {
                        v = t;
                        v += (i*160) + j*2;
                        *v++ = ' ';  /* write a space */
                    *v = 112;    /* normal */
        }
        f[num].curx = 0;
        f[num].cury = 0;
}

/* Clear to end of line. */
void window_cleol(int num)
{
        register int i, x, y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 x = f[num].curx;
 y = f[num].cury;
 window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);

 for(i=f[num].curx; i<f[num].endx-1; i++)
   window_putchar(num,' ');
 window_xy(num, x, y);
}

/* Move cursor up one line.
        Returns non-zero if successful;
   0 otherwise.
*/
window_upline(int num)
{
 if(f[num].cury > 0) {
        f[num].cury--;
        window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
    return 1;
  }
  return 0;
}
/* Move cursor down one line.
   Returns non-zero if successful;
   0 otherwise.
*/
window_downline(int num)
{
  if(f[num].cury < f[num].endy-f[num].starty-1) {
        f[num].cury++;
        window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
    return 1;
   }
   return 1;
 }
 /* Back up one character. */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void window_bksp(int num)
{
 if(f[num].curx>0) {
        f[num].curx--;
        window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
   window_putchar(num, ' ');
        f[num].curx--;
        window_xy(num, f[num].curx, f[num].cury);
 }
}
/* Save a portion of the screen. */
void save_win(int num)
{
  register int i,j;
  char *buf_ptr;
  char far *v, far *t;

  buf_ptr = f[num].p;
  v = vid_mem;
 for(i=f[num].startx; i<f[num].endx+1; i++)
        for(j=f[num].starty; j<f[num].endy+1; j++) {
     t = (v + (j*160) + i*2);
     *buf_ptr++ = *t++;
     *buf_ptr++ = *t;
     *(t-1) = ' ';  /* clear the window */
    }
 }
 /* Restore a portion of the screen. */
 void restore_win(int num)
 {
   register int i,j;
   char far *v, far *t;
   char *buf_ptr;

   buf_ptr = f[num].p;
   v = vid_mem;
   t = v;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for(i=f[num].startx; i<f[num].endx+1; i++)
        for(j=f[num].starty; j<f[num].endy+1; j++) {
                v = t;
                v += (j*160) + i*2;
                *v++ = *buf_ptr++;  /* write the charactor */
                *v = *buf_ptr++;    /* write the attribute */
 }
 f[num].active = 0;
}
/* Send the cursor to the specified X,Y position. */
void goto_xy(int x, int y)
{
  union REGS r;

  r.h.ah = 2; /* cursor addressing function */
  r.h.dl = x; /* column coordinate */
  r.h.dh = y; /* row coordinate */
  r.h.bh = 0; /* video page */
  int86(0x10, &r, &r);
}

/* Return the position code of arrow and function keys. */
int get_special(void)
{
  union inkey {
    char ch[2];
          int i;
  } c;
  c.i = winkey(); /* read the key */
  return c.ch[1];
}

/* Returns the current video mode. */
int video_mode(void)
{
  union REGS r;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  r.h.ah = 15;  /* get video mode */
  return int86(0x10, &r, &r) & 255;
}

/* Return the 16-bit scan code from the keyboard. */
int winkey(void)
{
  union REGS r;

  r.h.ah = 0;
  return int86(0x16, &r, &r);
}
void restore(int strx,int endx,int stry,int endy,unsigned char *buf_ptr)
        {
         union REGS r;
         register int i,j;
                 for(i=stry;i<=endy;i++)
              for(j=strx;j<=endx;j++)
                  {
                   goto_xy(j,i);
                   r.h.ah = 9;
                   r.h.bh = 0;
                   r.x.cx = 1;
                   r.h.al = *buf_ptr++;
                   r.h.bl = *buf_ptr++;
                         int86(0x10,&r,&r);
                         }
         }

 void save(int strx,int endx,int stry,int endy,unsigned int *buf_ptr)
        {
         union REGS r;
         register int i,j;
           for(i=stry;i<=endy;i++)
                         for(j=strx;j<=endx;j++)
                {
                         goto_xy(j,i);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                        r.h.ah = 8;
                        r.h.bh = 0;
                        *buf_ptr++ = int86(0x10,&r,&r);
                        /*putchar(' ');*/
                        }
                }
/*****************************************************************************
                                                        GRAPHIC MODE 640*480 FUNCTION
                                                                1.LINED()
*****************************************************************************/
void file_er_mes(void)
{
 win_dow(8);
 window_puts(8,"Error :Error in open file");
 getch();
 deactivate(8);
}
void lined(int x,int y,int dir,int len)
{
 int k,l;

 l=3;
 if(dir) /*MEAN HORIZOTAL,LINE*/
  {
        if(len)
        {
        for(k=0;k<=6;k++,l--)
        putpixel(x,y-l,YELLOW);
        }
        else
        {
        l=10;
        for(k=0;k<=20;k++,l--)
        putpixel(x,y-l,YELLOW);
  }
 }
 else   /*MEAN VERTICAL LINE*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        if(len)
        {
        for(k=0;k<=6;k++,l--)
        putpixel(x-l,y,YELLOW);
        }
        else
        {
        l=10;
        for(k=0;k<=20;k++,l--)
        putpixel(x-l,y,YELLOW);
 }
}
}
void win_load(void)
{
 int i,j,k;
 char name[15];

 unhidden_cursor();
 win_dow(0);
 gets(filename);
 deactivate(0);
 hidden_cursor();
 for(i=0;i<=30;i++)
  if(filename[i]=='\\')
        break;
 k=0;
 for(j=0;j<=i;j++,k++)
  name[k]=filename[j];
 for(i=0;i<=30;i++)
  if(filename[i]=='\x0')
        break;
 for(j=i;j>=0;j--)
  if(filename[j]=='\\')
        break;
 for(i=j+1;i<=30;i++,k++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 name[k]=filename[i];
 if(filename[i]=='\x0')
        break;
}
for(i=0;i<=15;i++)
{
 name[i]=toupper(name[i]);
 if(name[i]=='\x0')
        break;
}
cls(63,2,78,3,30);
write_string(65,2,name,23);
status=1;
fp=fopen(filename,"r");
if(fp==NULL)
 file_er_mes();
else
{
 fread(&light,sizeof light,1,fp);
 datalight=light;
 fclose(fp);
 win_dow(2);
 window(10,6,50,26);
 for(i=0;i<=18;i++)
        {
        printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
        printf("%f",datalight.bare[i]);
        window_xy(2,0,1+i);
        }
        getch();
        window(1,1,80,25);
        deactivate(2);
        win_dow(3);
        if(datalight.choose=='p')
        {
         window_puts(3,"Lamp Shielding Angle:");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 printf("%d",datalight.shield);
 window_putchar(3,'\n');
}
else
{
 window_puts(3,"Control Angle:");
 printf("%d",datalight.control);
 window_putchar(3,'\n');
 window_puts(3,"Louvre Shielding Angle:");
 printf("%d",datalight.shield);
 window_putchar(3,'\n');
 }
 window_puts(3,"Coeffience of Reflection:");
 printf("%f",datalight.reflec);
 window_putchar(3,'\n');
 window_puts(3,"Coeffience of Transmission:");
 printf("%f",datalight.trans);
 window_putchar(3,'\n');
 getch();
 deactivate(3);
 win_dow(4);
 window(12,6,50,16);
 if(datalight.choose=='p')
 for(i=0;i<=(datalight.shield/10);i++)
 {
  printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
  printf("%f",datalight.req[i]);
  window_xy(4,0,1+i);
  }
 else
  for(i=0;i<=(datalight.control/10);i++)
  {
   printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
   printf("%f",datalight.req[i]);
   window_xy(4,0,1+i);
   }
 getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            window(1,1,80,25);
            deactivate(4);
            }
}

void design(void)
{

 if(!status)
 {
  win_dow(8);
  window_puts(8,"Warning:Please load file before design");
  getch();
  deactivate(8);
  restore_video(2);
 }
 else
  check();
}

 void check(void)
 {
 int i,j,k,div_max,div_low;
 unsigned int *a;
 float Agam[10],Lgam[10],division[10];
 char kb,name[15];

 /*****************************************************************************
                    If program loaded this section is used
 *****************************************************************************/
 if(status) /*design*/
          {
                    if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
                     file_er_mes();
                    else
                     {
                    fread(&light,sizeof light,1,fp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            datalight=light;
            fclose(fp);
            }
           }
           /*****************************************************/
else if(status==0)   /*new_design*/
           {
            win_dow(1);
            window_puts(1,"Which source do you want to design ?");
            window_putchar(1,'\n');
            window_puts(1,"     1.Point Source");
            window_putchar(1,'\n');
            window_puts(1,"     2.Linear Source");
            window_putchar(1,'\n');
           window_puts(1,"Your choice is --> ");
           unhidden_cursor();
           do{
            scanf("%c",&light.choose);
            if((light.choose=='p')||(light.choose=='l'))
                    break;
            else
                    window_cleol(1);
            }while (light.choose!='p');
           deactivate(1);
            win_dow(2);                    /*let from p or l*/
            window(10,6,50,20);
            for(i=0;i<=18;i++)
             {
                    printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
                    scanf("%f",&light.bare[i]);
                    window_xy(2,0,1+i);
             }
            window(1,1,80,25);
            deactivate(2);
            win_dow(3);                    /*input for point*/
            if(light.choose=='p')
            {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(3,"Lamp Shielding Angle:");
do
{
 scanf("%d",&light.shield);
 if((light.shield%10)!=0)
          {
           window_clear(3);
           win_dow(6);
           printf("\007");
           window_puts(6,"number can divide by 10 equal 0");
           getch();
           deactivate(6);
           window_xy(3,22,0);
           }
 }while ((light.shield%10)!=0);
          window_putchar(3,'\n');
          }
          else if(light.choose=='1')
          {
          window_puts(3,"Control Angle:");
          do
           {
            scanf("%d",&light.control);
             if((light.control%10)!=0)
                        {
                        window_clear(3);
                        win_dow(6);
                        printf("\007");
                        window_puts(6,"number can divide by 10 equal 0");
                        getch();
                        deactivate(6);
                        window_xy(3,15,0);
                        }
              }while ((light.control%10)!=0);
  window_putchar(3,'\n');
  window_puts(3,"Louvre Shielding Angle:");
  do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
             scanf("%d",&light.shield);
             if((light.shield%10)!=0)
             {
             window_clool(3);
             win_dow(6);
             printf("\007");
             window_puts(6,"number can divide by 10 equal 0");
             getch();
             deactivate(6);
             window_xy(3,24,1);
             }
             }while ((light.shield%10)!=0);
             window_putchar(3,'\n');
             } /*close if(datalight.choose=='1')*/
window_puts(3,"Coeffience of Reflection:");
do
 {
 scanf("%f",&light.reflec);
 if(light.reflec>=1)
 {
             window_clool(3);
             win_dow(6);
             printf("\007");
             window_puts(6,"number should no exceed 1");
             getch();
             deactivate(6);
             if(light.choose=='1')
              window_xy(3,27,2);
             else
              window_xy(3,27,1);
  }
}while (light.reflec>1);
             window_putchar(3,'\n');
             window_puts(3,"Coeffience of Transmission:");
             do
             {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        scanf("%f",&light.trans);
        if(light.trans>=1)
         {
          window_cleol(3);
          win_dow(6);
          printf("\007");
          window_puts(6,"number should no exceed 1");
          getch();
          deactivate(6);
          if(light.choose=='l')
                  window_xy(3,27,3);
          else
                  window_xy(3,27,2);
         }
        }while (light.trans>1);
window_putchar(3,'\n');
deactivate(3);
win_dow(4);
window(12,6,50,16);
if(light.choose=='p')
        for(i=0;i<=(light.shield/10);i++)
        {
        printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
        window_xy(4,34,0+i);
        do{
        scanf("%f",&light.req[i]);
         if(light.req[i]<light.bare[i])
         {
                  win_dow(6);
                  printf("\007");
                  window_puts(6,"should more than this value!");
                  getch();
                  deactivate(6);
                  window_cleol(4);
          }
        }while(light.req[i]<light.bare[i]);
        window_xy(4,0,1+i);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
        else
                for(i=0;i<=(light.control/10);i++)
                {
                printf("Luminous Intensity at angle(%d):",i*10);
                scanf("%f",&light.req[i]);
                window_xy(4,0,1+i);
                }
        window(1,1,80,25);
        deactivate(4);
        datalight=light;
        hidden_cursor();
        }    /*end of input new data case filename=null*/

/*************************************************************************
                        start to check class
*************************************************************************/
if(datalight.choose=='p')   /* of point*/
 {
  a=(unsigned int *)malloc(5688);
  save(0,79,0,24,a);
  standard_point();
  restore(0,79,0,24,(char *) a);
  free(a);
        for(i=0;i<(datalight.shield/10);i++)
        {
         Agam[i]=0.098*cos((((i*10)+5)*3.14)/180);  /*i=0 mean angle=5*/
         Lgam[i]=((datalight.req[i]+datalight.req[i+1])/2)/Agam[i];
        } /*yut*/
/*************************************************************************
                        CHECK FOR LINE (of point)
*************************************************************************/
if(datalight.shield>=50)
for(i=4;i<(datalight.shield/10);i++)
 switch(i)
 {
  case 4:if(Lgam[i]<1.87e+3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    division[0]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.87e+3) && (Lgam[i]<2.82e+3))
                    division[0]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=2.82e+3) && (Lgam[i]<4.9e+3))
                    division[0]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=4.9e+3)  && (Lgam[i]<9.88e+3))
                    division[0]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=9.88e+3) && (Lgam[i]<2.3e+4))
                    division[0]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=2.3e+4)  && (Lgam[i]<6.24e+4))
                    division[0]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=6.24e+4) && (Lgam[i]<1.95e+5))
                    division[0]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>1.95e+5)
                            division[0]=7; /* line g */
                    break;
case 5:if(Lgam[i]<1.56e+3)
                    division[1]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.56e+3) && (Lgam[i]<2.23e+3))
                            division[1]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=2.23e+3) && (Lgam[i]<3.67e+3))
                    division[1]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=3.67e+3) && (Lgam[i]<7.07e+3))
                    division[1]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=7.07e+3) && (Lgam[i]<1.59e+4))
                    division[1]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=1.59e+4) && (Lgam[i]<4.24e+4))
                    division[1]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=4.24e+4) && (Lgam[i]<1.31e+5))
                    division[1]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>1.31e+5)
                    division[1]=7; /* line g */
                    break;
case 6:if(Lgam[i]<1.25e+3)
                    division[2]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.25e+3) && (Lgam[i]<1.64e+3))
                            division[2]=1; /* line a */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if((Lgam[i]>=1.64e+3) && (Lgam[i]<2.44e+3))
                     division[2]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=2.44e+3) && (Lgam[i]<4.27e+3))
                     division[2]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=4.27e+3) && (Lgam[i]<8.9e+3))
                     division[2]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=8.9e+4)  && (Lgam[i]<2.24e+4))
                     division[2]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=2.24e+4) && (Lgam[i]<6.71e+4))
                     division[2]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>6.71e+4)
                     division[2]=7; /* line g */
                    break;
case 7:
case 8:if(Lgam[i]<9.4e+2)
                     division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=9.4e+2) && (Lgam[i]<1.05e+3))
                          division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.05e+3) && (Lgam[i]<1.22e+3))
                     division[3]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=1.22e+3) && (Lgam[i]<1.47e+3))
                     division[3]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=1.47e+3) && (Lgam[i]<1.85e+4))
                     division[3]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=1.85e+4) && (Lgam[i]<2.42e+4))
                     division[3]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=2.42e+4) && (Lgam[i]<3.29e+5))
                     division[3]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>3.29e+5)
                     division[3]=7; /* line g */
                    break;
}
div_max=division[0];
for(i=1;i<=((datalight.shield/10)-4);i++)
 if(div_max<division[i])
  div_max=division[i];
div_low=division[0];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(i=1;i<((datalight.shield/10)-4);i++)
 if(div_low>division[i])
  div_low=division[i];
switch(div_max)
{
 case 1:win_dow(9);
          window_puts(9,"          Your luminaire is in class 1");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          Which has illuminance:2000 lux");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          This is the excellent design!!");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          Please Choose Your Choice?");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          press s(to see luminaire shape)");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          press n(to design new luminaire)");
          do{
          kb=window_getche(9);
           if((kb=='s') || (kb=='n'))
            break;
          }while (1);
          switch(kb)
          {
           case 's':window_putchar(9,'\n');
                                  window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                  getch();
                                  deactivate(9);
                                  break;
           case 'n':window_putchar(9,'\n');
                                  window_puts(9,"     Select new menu to newdesign");
                                  getch();
                                  deactivate(9);
           }
           break;
  case 2:win_dow(9);
          window_puts(9,"          Your luminaire is in class 1 and 2");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It has illuminance:1000 lux in class 1");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It has illuminance:2000 lux in class 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
          break;
        }while(1);
        switch(kb)
        {
        case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                getch();
                                deactivate(9);
                                break;
        case 'n':introduce(div_low);
        }
        break;
case 3:win_dow(9);
        window_puts(9,"          Your luminaire is in class 1 and 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It has illuminance:500 lux in class 1");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It has illuminance:1000 lux in class 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfiod?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
          break;
        }while (1);
        switch(kb)
        {
        case 'y' :window_putchar(9,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                getch();
                                deactivate(9);
                                break;
        caso 'n' introduco(div_low);
                }
                break;
case 4:win_dow(9);
        window_puts(9,"         Your luminaire is in class 1,2 and 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         It has illuminance:<=300 lux in class 1");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         It has illuminance:500 lux in class 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         It has illuminance:2000 lux in class 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         Do you satisfied?(y/n)");
        do{
         kb=window_getche(9);
         if((kb=='y') || (kb=='n'))
         break;
         }while (1);
                switch(kb)
                {
                case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                getch();
                                deactivate(9);
                                break;
                 case 'n' introduce(div_low);
                }
                break;
case 5:win_dow(9);
        window_puts(9,"         Your luminaire is in class 2 and 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         It has illuminance:<=300 lux in class 2");
        window_putchar(9,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        window_puts(9,"          It has illuminance:1000 lux in class 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
          break;
          }while (1);
                switch(kb)
                {
                 case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                 case 'n' :introduce(div_low);
                }
                break;
case 6:win_dow(9);
        window_puts(9,"          Your luminaire is in class 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It has illuminance:500 lux in class 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
          break;
          }while (1);
                switch(kb)
                {
                 case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                 case 'n' introduce(div_low);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(10,"          Perpendicular(press p)");
window_putchar(10,'\n');
window_puts(10,"          Paralell(press a)");
window_putchar(10,'\n');
window_puts(10,"      Your choice is ---->");
do{
kb=window_getche(10);
if((kb=='p') || (kb=='a'))
        break;
        }while (1);
deactivate(10);
if(kb=='p')
{
      for(i=0;i<(datalight.control/10);i++)
      {
       Agam[i]=0.288*cos((((i*10)+5)*3.14)/180);
       Lgam[i]=((datalight.req[i]+datalight.req[i+1])/2)/Agam[i];
      }
/*************************************************************************
                          SEE THE PERPENDICULAR PLANE
*************************************************************************/
if(datalight.control>=50)
 for(i=4;i<(datalight.control/10);i++)
 switch(i){
 case 4:if(Lgam[i]<2.71e+3)
                  division[0]=1; /* line a */
                 if((Lgam[i]>=2.71e+3) && (Lgam[i]<5.08e+3))
                          division[0]=1; /* line a */
                 if((Lgam[i]>=5.08e+3) && (Lgam[i]<1.19e+4))
                  division[0]=2; /* line b */
                 if((Lgam[i]>=1.19e+4) && (Lgam[i]<3.49e+4))
                  division[0]=3; /* line c */
                 if((Lgam[i]>=3.49e+4) && (Lgam[i]<1.29e+5))
                  division[0]=4; /* line d */
                 if((Lgam[i]>=1.29e+5) && (Lgam[i]<5.96e+5))
                  division[0]=5; /* line e */
                 if((Lgam[i]>=5.96e+5) && (Lgam[i]<3.44e+6))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                division[0]=6; /* line f */
                if(Lgam[i]>3.44e+6)
                division[0]=7; /* line g */
                break;
caso 5:if(Lgam[i]<2.22e+3)
                division[1]=1; /* line a */
                if((Lgam[i]>=2.22e+3) && (Lgam[i]<3.91e+3))
                        division[1]=1; /* line a */
                if((Lgam[i]>=3.91e+3) && (Lgam[i]<8.66e+3))
                division[1]=2; /* line b */
                if((Lgam[i]>=8.66e+3) && (Lgam[i]<2.43e+4))
                division[1]=3; /* line c */
                if((Lgam[i]>=2.43e+4) && (Lgam[i]<8.77e+4))
                division[1]=4; /* line d */
                if((Lgam[i]>=8.77e+4) && (Lgam[i]<4e+5))
                division[1]=5; /* line e */
                if((Lgam[i]>=4e+5) && (Lgam[i]<2.29e+6))
                division[1]=6; /* line f */
                if(Lgam[i]>2.29e+6)
                division[1]=7; /* line g */
                break;
case 6:if(Lgam[i]<1.73e+3)
                division[2]=1; /* line a */
                if((Lgam[i]>=1.73e+3) && (Lgam[i]<2.74e+3))
                        division[2]=1; /* line a */
                if((Lgam[i]>=2.74e+3) && (Lgam[i]<5.42e+3))
                division[2]=2; /* line b */
                if((Lgam[i]>=5.42e+3) && (Lgam[i]<1.38e+4))
                division[2]=3; /* line c */
                if((Lgam[i]>=1.38e+4) && (Lgam[i]<4.65e+4))
                division[2]=4; /* line d */
                if((Lgam[i]>=4.65e+4)  && (Lgam[i]<2.04e+5))
                division[2]=5; /* line e */
                if((Lgam[i]>=2.04e+5) && (Lgam[i]<1.15e+6))
                division[2]=6; /* line f */
                if(Lgam[i]>1.15e+6)
                division[2]=7; /* line g */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
case 7:
case 8:if(Lgam[i]<1.25e+3)
                     division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.25e+2) && (Lgam[i]<1.58e+3))
                              division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.58e+3) && (Lgam[i]<2.18e+3))
                     division[3]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=2.18e+3) && (Lgam[i]<3.26e+3))
                     division[3]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=3.26e+3) && (Lgam[i]<5.31e+3))
                     division[3]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=5.31e+3) && (Lgam[i]<9.44e+3))
                     division[3]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=9.44e+3) && (Lgam[i]<1.82e+4))
                     division[3]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>1.82e+4)
                     division[3]=7; /* line g */
                    break;
                    }
div_max=division[0];
for(i=1;i<=((datalight.control/10)-4);i++)
 if(div_max<division[i])
  div_max=division[i];
div_low=division[0];
for(i=1;i<((datalight.control/10)-4);i++)
 if(div_low>division[i])
  div_low=division[i];
  win_dow(9);
switch(div_max)
{
 case 1:window_puts(9,"          Luminaire in class 1");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          Illuminance:2000lux");
          window_putchar(9,'\n');
          window_puts(9,"          It is excellent design");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          Choose Your Choice");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          press s(to see luminaire shape)");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          press n(to design new luminaire)");
        do{
          kb=window_getche(9);
          if((kb=='s') || (kb=='n'))
                break;
          }while (1);
        switch(kb)
        {
         case 's' :window_putchar(9,'\n');
                   window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                   getch();
                   deactivate(9);
                   break;
         case 'n' :window_putchar(9,'\n');
                   window_puts(9,"     Select New menu to redesign");
                   getch();
                   deactivate(9);
         }
        break;
case 2:window_puts(9,"          Luminaire in class 1 and 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#1):1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#2):2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
         break;
         }while (1);
          switch(kb)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                 case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                 case 'n' :introduce_li(div_low);
                }
                break;
case 3:window_puts(9,"          Luminaire :class 1 and 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#1):500 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#2):1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
            kb=window_getche(9);
            if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
        }while (1);
            switch(kb)
            {
             case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
             case 'n' :introduce_li(div_low);
            }
            break;
case 4:window_puts(9,"          Luminaire :class 1,2 and 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#1):<=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#2):500 lux");
        window_putchar(9,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(9,"          Illuminance(#3):2000 lux");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
 break;
 }while (1);
        switch(kb)
        {
         case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                getch();
                                deactivate(9);
                                break;
         case 'n' :introduce_li(div_low);
        }
        break;
case 5:window_puts(9,"          Luminaire in class 2 and 3");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#2):<=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#3):1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
        do{
        kb=window_getche(9);
        if((kb=='y') || (kb=='n'))
 break;
 }while (1);
        switch(kb)
        {
         case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                getch();
                                deactivate(9);
                                break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                case 'n' :introduce_li(div_low);
                }
                break;
        case 6:window_puts(9,"          Luminaire in class 3");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#3):500 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
                do{
                        kb=window_getche(9);
                        if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
                }while (1);
                        switch(kb)
                        {
                        case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                        case 'n' :introduce_li(div_low);
                        }
                        break;
        case 7:window_puts(9,"          Luminaire in class 3");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#3):<=300 lux");
                        window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
                do{
                        kb=window_getche(9);
                        if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
                }while (1);
                        switch(kb)
                        {
                        case 'y' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                    case 'n' introduce_li(div_low);
                    }
                    break;
}
}
if(kb=='a')
{
/*****************************************************************************
                                SEE THE PARALELL PLANE
*****************************************************************************/
if(datalight.control>=50)
for(i=4;i<(datalight.control/10);i++)
 switch(i){
 case 4:if(Lgam[i]<1.18e+3)
                     division[0]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.18e+3) && (Lgam[i]<2.82e+3))
                     division[0]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=2.82e+3) && (Lgam[i]<4.9e+3))
                     division[0]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=4.9e+3)  && (Lgam[i]<9.88e+3))
                     division[0]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=9.88e+3) && (Lgam[i]<2.3e+4))
                     division[0]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=2.3e+4)  && (Lgam[i]<6.24e+4))
                     division[0]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=6.24e+4) && (Lgam[i]<1.95e+5))
                     division[0]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>1.95e+5)
                              division[0]=7; /* line g */
                    break;
  case 5:if(Lgam[i]<1.56e+3)
                     division[1]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.56e+3) && (Lgam[i]<2.23e+3))
                              division[1]=1; /* line a */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if((Lgam[i]>=2.23e+3) && (Lgam[i]<3.67e+3))
                     division[1]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=3.67e+3) && (Lgam[i]<7.07e+3))
                     division[1]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=7.07e+3) && (Lgam[i]<1.59e+4))
                     division[1]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=1.59e+4) && (Lgam[i]<4.24e+4))
                     division[1]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=4.24e+4) && (Lgam[i]<1.31e+5))
                     division[1]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>1.31e+5)
                     division[1]=7; /* line g */
                    break;
case 6:if(Lgam[i]<1.25e+3)
                     division[2]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.25e+3) && (Lgam[i]<1.64e+3))
                            division[2]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.64e+3) && (Lgam[i]<2.44e+3))
                     division[2]=2; /* line b */
                    if((Lgam[i]>=2.44e+3) && (Lgam[i]<4.27e+3))
                     division[2]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=4.27e+3) && (Lgam[i]<8.9e+3))
                     division[2]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=8.9e+3)  && (Lgam[i]<2.24e+4))
                     division[2]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=2.24e+4) && (Lgam[i]<6.71e+4))
                     division[2]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>6.71e+4)
                     division[2]=7; /* line g */
                    break;
case 7:
case 8:if(Lgam[i]<9.4e+2)
                     division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=9.4e+2) && (Lgam[i]<1.05e+3))
                            division[3]=1; /* line a */
                    if((Lgam[i]>=1.05e+3) && (Lgam[i]<1.22e+3))
                     division[3]=2; /* line b */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if((Lgam[i]>=1.22e+3) && (Lgam[i]<1.47e+3))
                     division[3]=3; /* line c */
                    if((Lgam[i]>=1.47e+3) && (Lgam[i]<1.85e+4))
                     division[3]=4; /* line d */
                    if((Lgam[i]>=1.85e+4) && (Lgam[i]<2.42e+4))
                     division[3]=5; /* line e */
                    if((Lgam[i]>=2.42e+4) && (Lgam[i]<3.29e+5))
                     division[3]=6; /* line f */
                    if(Lgam[i]>3.29e+5)
                     division[3]=7; /* line g */
                    break;
}
div_max=division[0];
for(i=1;i<=((datalight.control/10)-4);i++)
 if(div_max<division[i])
  div_max=division[i];
div_low=division[0];
for(i=1;i<((datalight.control/10)-4);i++)
 if(div_low>division[i])
  div_low=division[i];
  win_dow(9);
switch(div_max)
{
 case 1:window_puts(9,"          Luminaire in class 1");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance:2000lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          It is excellent design");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Choose Your Choice");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          press s(to see luminaire shape)");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          press n(to design new luminaire)");
        window_putchar(9,'\n');
                do{
                kb=window_getche(9);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if((kb=='s') || (kb=='n'))
        break;
        }while (1);
            switch(kb)
            {
             case 's' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
             case 'n' :window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select New menu to newdesign");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
             }
            break;
case 2:window_puts(9,"          Luminaire in class 1 and 2");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#1):1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Illuminance(#2):2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
            do{
            kb=window_getche(9);
            if((kb=='y') || (kb=='n'))
        break;
        }while (1);
            switch(kb)
            {
             case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
             case 'n':introduce_li(div_low);
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                break;
        case 3:window_puts(9,"          Luminaire :class 1 and 2");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#1):500 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#2):1000 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
                do{
                        kb=window_getche(9);
                        if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
                }while (1);
                        switch(kb)
                        {
                        case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"     Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                        case 'n':introduce_li(div_low);
                        }
                        break;
        case 4:window_puts(9,"          Luminaire :class 1,2 and 3");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#1):<=300 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#2):500 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Illuminance(#3):2000 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
                do{
                        kb=window_getche(9);
                        if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
                }while (1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                switch(kb)
                {
                 case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                 case 'n':introduce_li(div_low);
                }
                break;
        case 5:window_puts(9,"          Luminaire in class 2 and 3");
               window_putchar(9,'\n');
               window_puts(9,"          Illuminance(#2):<=300 lux");
               window_putchar(9,'\n');
               window_puts(9,"          Illuminance(#3):1000 lux");
               window_putchar(9,'\n');
               window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
               do{
               kb=window_getche(9);
               if((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
               }while (1);
                    switch(kb)
                    {
                     case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                        window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                        getch();
                                        deactivate(9);
                                        break;
                     case 'n':introduce_li(div_low);
                    }
                    break;
        case 6:window_puts(9,"          Luminaire in class 3");
               window_putchar(9,'\n');
               window_puts(9,"          Illuminance(#3):500 lux");
               window_putchar(9,'\n');
               window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                do {
            kb=window_getche(9);
            if ((kb=='y') || (kb=='n'))
                break;
            }while (1);
           switch(kb)
           {
            case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                    window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                    getch();
                                    deactivate(9);
                                    break;
            case 'n':introduce_li(div_low);
            }
            break;
case 7:window_puts(9,"          Luminaire in class 3");
       window_putchar(9,'\n');
       window_puts(9,"          Illuminance(#3):<=300 lux");
       window_putchar(9,'\n');
       window_puts(9,"          Do you satisfied?(y/n)");
       do{
            kb=window_getche(9);
            if((kb=='y') || (kb=='n'))
        break;
        }while (1);
            switch(kb)
            {
             case 'y':window_putchar(9,'\n');
                                    window_puts(9,"      Select Shape luminaire menu to see");
                                    getch();
                                    deactivate(9);
                                    break;
              case 'n':introduce_li(div_low);
             }
             break;
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
if(!status)
{
 win_dow(0);
 scanf("%s",&filename);
 status=1;
 deactivate(0);
 if((fp=fopen(filename,"w"))==NULL)
  file_er_mes();
 else
  {
          for(i=0;i<=30;i++)
  if(filename[i]=='\\')
          break;
  k=0;
  for(j=0;j<=i;j++,k++)
   name[k]=filename[j];
  for(i=0;i<=30;i++)
   if(filename[i]=='\x0')
          break;
  for(j=i;j>=0;j--)
   if(filename[j]=='\\')
          break;
  for(i=j+1;i<=30;i++,k++)
  {
   name[k]=filename[i];
   if(filename[i]=='\x0')
          break;
  }
  for(i=0;i<=15;i++)
  {
   name[i]=toupper(name[i]);
   if(name[i]=='\x0')
          break;
  }
   cls(63,2,78,3,30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
write_string(65,2,name,23);
        light=datalight;
        fwrite(&light,sizeof light,1,fp);
        fclose(fp);
 }
 ]
}

/*****************************************************************************
                        INTRODUCE FUNCTION
*****************************************************************************/
void introduce(int a)
{
 char num[20],kb;
 int i,lux,clas,div;

 window_cls(9);
 window_puts(9,"        What class do you want?(1or2or3)");
 do{
 kb=window_getche(9);
 if ((kb=='1')||(kb=='2')||(kb=='3'))
          break;
         }while (1);
 switch(kb)
 {
  case '1':clas=1;break;
  case '2':clas=2;break;
  case '3':clas=3;
  ]
  window_putchar(9,'\n');
  window_puts(9,"        How much the least lux do you want?");
  window_putchar(9,'\n');
  window_puts(9,"            press 1 lux =1000 lux");
  window_putchar(9,'\n');
  window_puts(9,"            press 2 lux =2000 lux");
  window_putchar(9,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(9,"            press 3 lux<=300  lux");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"            press 5 lux =500  lux");
window_putchar(9,'\n');
window_xy(9,27,7);
do{
kb=window_getche(9);
if((kb=='1') || (kb=='2')||(kb=='3')||(kb=='5'))
          break;
          }while (1);
window_putchar(9,'\n');
         switch(kb)
         {
         case '1':lux=1000;break;
         case '2':lux=2000;break;
         case '3':lux=300;break;
         case '5':lux=500;break;
         }
if((lux==2000) || (lux==1000) || (lux==500) || (lux<=300))
{
switch(clas)
{
 case 1:switch(lux){
            case 2000:div=1;break;
            case 1000:div=2;break;
            case 500 :div=3;break;
            default  :div=4;break;
            }
            break;
  case 2:switch(lux){
           case 2000:div=2;break;
           case 1000:div=3;break;
           case 500 :div=4;break;
           default  :div=5;break;
           }
           break;
    case 3:switch(lux){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            case 2000:div=4;break;
            case 1000:div=5;break;
            case 500 :div=6;break;
            default  :div=7;break;
            }
                    }
}

if((div-a)<0)
 {
  window_puts(9,"          Impossible to design!!!");
  window_putchar(9,'\n');
  window_puts(9,"          Continue to redesign?(y/n)");
  do{
  kb=window_getche(9);
  if((kb=='y') || (kb=='n'))
            break;
            }while (1);
  switch(kb)
  {
            case 'y':deactivate(9);new_design();break;
            case 'n':break;
  }
  }
 else
  switch(div)
  {
   case 1:window_puts(9,"       Your luminaire can use in class 1 with 2000 lux");
            window_putchar(9,'\n');
                    switch(a)
                    {
                     case 0:window_puts(9,"       But you should use in room with a/hs=1");
                              break;
                     case 1:window_puts(9,"       But you should use in room with a/hs=1.5");
                              break;
                     case 2:window_puts(9,"       But you should use in room with a/hs<=2.5");
                              break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
        case 2:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 1 with 1000 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          or in class 2 with 2000 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                switch(a)
                        {
                        case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                        case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                        case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                        case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                        }
                        break;
        case 3:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 1 with 500 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          or in class 2 with 1000 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                switch(a)
                        {
                        case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                        case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                        case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                        case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                        }
                        break;
        case 4:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 1 with <=300 lux");
                window_putchar(9,'\n');
                window_puts(9,"          or in class 2 with 500 lux");
                window_putchar(9,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            window_puts(9,"          or in class 3 with 2000 lux");
            window_putchar(9,'\n');
            switch(a)
                    {
                    case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                            break;
                    case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                            break;
                    case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                            break;
                    case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                    }
                    break;
    case 5:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 2 with <=300 lux");
            window_putchar(9,'\n');
            window_puts(9,"          or in class 3 with 1000 lux");
            window_putchar(9,'\n');
            switch(a)
                    {
                    case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                            break;
                    case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                            break;
                    case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                            break;
                    case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
    }
                    break;
     case 6:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 3 with 500 lux");
            window_putchar(9,'\n');
            switch(a)
                    {
                    case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                    break;
                    case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                    break;
                    case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ... ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        break;
                        case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                        }
                        break;
case 7:window_puts(9,"          Your luminairo can use in class 3 with <=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                        {
                        case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                        break;
                        case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                        break;
                        case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                        break;
                        case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                        }
                        break;
}

window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          'To see about luminaire select show menu");
getch();
deactivate(9);
}
void introduce_li(int a)
{
 char kb,num[20];
 int i,lux,clas,div;

 window_cls(9);
 window_puts(9,"        What class do you want to use ? (1or2or3)");
 do{
 kb=window_getche(9);
 if((kb=='1') || (kb=='2')||(kb=='3'))
          break;
          }while (1);
 switch(kb)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 case '1':clas=1;break;
 case '2':clas=2;break;
 case '3':clas=3;break;
 }
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"        Atleast lux do you want?");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"              press 1 lux =1000 lux");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"              press 2 lux =2000 lux");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"              press 3 lux<=300  lux");
window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"              press 5 lux =500  lux");
window_xy(9,27,7);
do{
kb=window_getche(9);
if((kb=='1') || (kb=='2')||(kb=='3')||(kb=='5'))
          break;
          }while (1);
window_putchar(9,'\n');
          switch(kb)
          {
          case '1':lux=1000;break;
          case '2':lux=2000;break;
          case '3':lux=300;break;
          case '5':lux=500;break;
          }
if((lux==2000) || (lux==1000) || (lux==500) || (lux<=300))
{
switch(clas)
{
 case 1:switch(lux){
          case 2000:div=1;break;
          case 1000:div=2;break;
          case 500 :div=3;break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            default  :div=4;break;
            }
            break;
    case 2:switch(lux){
            case 2000:div=2;break;
            case 1000:div=3;break;
            case 500 :div=4;break;
            default  :div=5;break;
            }
            break;
    case 3:switch(lux){
            case 2000:div=4;break;
            case 1000:div=5;break;
            case 500 :div=6;break;
            default  :div=7;break;
            }
  }
 }

 if((div-a)<0)
  {
   window_puts(9,"          Impossible to design!!!");
   window_putchar(9,'\n');
   window_puts(9,"          Re-design?(y/n)");
   do{
   kb=window_getche(9);
   if((kb=='y') || (kb=='n'))
            break;
            }while (1);
   switch(kb)
   {
            case 'y':deactivate(9);new_design();break;
            case 'n':break;
   }
  }
 else
   switch(div)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
case 1:window_puts(9,"        Your luminaire can use in class 1 with =2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
case 2:window_puts(9,"        Your luminaire can use in class 1 with =1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"        or can use in class 2 with =2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
case 3:window_puts(9,"        Your luminaire can use in class 1 with =500 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"        or can use in class 2 with =2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"        But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
case 4:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 1 with <=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         or can use in class 2 with <=500 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         or can use in class 3 with =2000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
case 5:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 2 with <=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        window_puts(9,"         or can use in class 3 with =1000 lux");
        window_putchar(9,'\n');
                        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                break;
case 6:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 3 with =500 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
case 7:window_puts(9,"          Your luminaire can use in class 3 with <=300 lux");
        window_putchar(9,'\n');
        switch(a)
                {
                case 0:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1");
                                break;
                case 1:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs=1.5");
                                break;
                case 2:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs<=2.5");
                                break;
                case 3:window_puts(9,"          But you should use in room with a/hs>3.5");
                }
                break;
        }


window_putchar(9,'\n');
window_puts(9,"          To see about luminaire select show menu");
getch();
deactivate(9);
}
void new_design(void)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
int i;

status=0;
for(i=0;i<=29;i++)
filename[i]=' ';
cls(63,2,78,3,30);
write_string(64,2,"   NONAME.DAT",23);
check();
}
/*****************************************************************************/
void win_make(void)
{
  make_window(0,"Enter File Name",10,4,35,6,BORDER);
  make_window(1,"Input Your Selection",10,4,50,11,BORDER);
  make_window(2,"Light Intensity of Barelamp",10,4,60,24,BORDER);
  make_window(3,"Configuration",20,4,70,14,BORDER);
  make_window(4,"Light Intensity of Require",10,4,60,14,BORDER);
  make_window(5,"Help",10,8,70,20,BORDER);
  make_window(6,"Warning!!",25,8,60,10,BORDER);
  make_window(7,"About Aurthor",10,5,70,20,BORDER);
  make_window(8,"Message",0,22,79,24,BORDER);
  make_window(9,"Result",10,5,70,20,BORDER);
  make_window(10,"Input Your plane",10,8,70,15,BORDER);
}

/*****************************************************************************/
void check_f10(void)
{
int i;
for(i=1;i<=5;i++)
if(frame[i].preactive)
{
 restore_video(i);
  frame[i].preactive=0;
          break;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
/*****************************************************************************/
void check_menu(void)
{
int i;
for(i=1;i<=5;i++)
if(frame[i].active)
 {
        restore_video(i);
        break;
  }
}
/*****************************************************************************/
void load_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                    Load ( F3 )                    ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"      Load an old file. Type the name of the file    ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"      and its correct path  to get a datalight of    ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"      luminaire");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void design_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                From file                ");
 window_putchar(5,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        Design luminaire with data from file which load");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        from disk or harddisk.  So load file before use");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        this menu");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"                        Press ESC");
do{
cur.x=bioskey(0);
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void new_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                New                ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        Clear active file from edit and make you   ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        can't use menu (From file) before load   ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                        Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void new_d_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                        New Design                ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(5,"        Design luminaire with data which user input to");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        this program.    This mode give a new shape of");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        luminaire");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"                        Press ESC");
do{
cur.x=bioskey(0);
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(5);
}

/*****************************************************************************/
void exit_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                Exit                ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                EXIT TO DOS             ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void polar_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                Polar of Barelamp ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        Display polar curve of Bare lamp on monitor");
 window_putchar(5,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 window_puts(5,"                    Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void polar_req_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                    Polar of Require");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"          Display polar curve of Require on monitor");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void shape_luminaire_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                    Shape of luminaire");
 window_putchar(5,'\n');
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"          Display figure of designed luminaire of");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"          source");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void readme_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"          This program used for design luminaire   to");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"     control light distribution and glare value along");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"     user desired");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    Press ESC");
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=ESC);
 deactivate(5);
}
void d1(void)
{
 win_dow(5);
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    Demonstrate                    ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"     Used old data :1) Load data from exist file          ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  2) Select 'From File'menu to design   ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  3) Select 'Shape of luminaire' to     ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                     see shape of luminaire             ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  Press PgDn :next window     ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                        Press ESC");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void d2(void)
{
 win_dow(5);
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"     Usod now data :1) If in program has oxist filo you  ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    should clear by 'New' menu          ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  2) Select 'New design' to design by   ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    data that you input                 ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  3) Select 'Shape of luminaire'to see  ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                    shape of luminaire");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                  Press PgUp :prev window      ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                       Press ESC");

}
void demo(void)
{
int c;
d1();
c=1;
do{
cur.x=bioskey(0);
 switch(cur.cha[1]){
  case PAGEUP  if(c)
                                        d1();
                                        c=0;
                                        break;
  case PAGEDOWN if(!c)
                                        d2();
                                        c=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void f1(void)
{
 win_dow(5);
 window_cls(5);
 window_puts(5,"                Cursor movement commands              ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"-------------------------------------------------------");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        To load file          F3                  ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        To new design         F2                  ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        To print data         Shift+PrintScreen   ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        Main menu             F10                 ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        To exit program       Alt-x               ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                Press PgDn :next window     ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"                        Press ESC");

}
void f2(void)
{
 win_dow(5);
 window_cls(5);
 window_puts(5,"                Cursor movement commands              ");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"-------------------------------------------------------");
 window_putchar(5,'\n');
 window_puts(5,"        Menu File             ALT-F               ");
 window_putchar(5,'\n');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_puts(5,"         Menu Design          Alt-D              ");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"         Menu Show            ALT-S    ");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"         Menu Help            ALT-H              ");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"         To exit program      Alt-x              ");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"                  Press PgUp :prev window");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"                       Press ESC");

}
void help(void)
{
int c;
f1();
c=1;
do{
cur.x=bioskey(0);
 switch(cur.cha[1]){
  case PAGEUP  :if(c)
                                        f1();
                                        c=0;
                                       break;

  case PAGEDOWN:if(!c)
                                        f2();
                                        c=1;

 }
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void aurthor_help(void)
{
 win_dow(5);
 window_puts(5,"                    Aurthor              ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_putchar(5,'\n');
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"        Show resume of among project designer        ");
window_putchar(5,'\n');
window_puts(5,"                        Pross ESC");
do{
cur.x=biosakey(0);
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(5);
}
/*****************************************************************************/
void aurthor(void)
{
 win_dow(7);
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  NAME       :   MR. CHAIYUT PANJAWATANAKUL");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  ID. CODE   :   34102086");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  FACULTY    :   ENGINEERING");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  DEPT.      :   ELECTRICAL POWER");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  RELIGION   :   BUDDHISM");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  STATUS     :   SINGLE");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  AGE        :   22");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  ADDRESS    :   22/216 EVERGREEN VILLAGE BANGNA");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"                 PHRAKHANONG BANGKOK 10260");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"  TEL.       :   (02) 316-1085 (HOME)");
 window_putchar(7,'\n');
 window_puts(7,"                 Press any key   ");
 getch();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_cls(7);
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," NAME      :  MR. CHAI CHOMPOO-INWAI");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," ID. CODE  :  34102095");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," FACULTY   :  ENGINEERING");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," DEPT.     :  ELECTRICAL POWER");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," RELIGION  :  BUDDHISM");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," STATUS    :  NO-SINGLE(HER NAME IS PIM)");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," AGE       :  22");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," ADDRESS   :  279 SUKHUMWIT RD. SOI 49/17 KHONGTON");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"              PHRAKHANONG BANGKOK 10110");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," TEL.      :  (054) 521-781 (HOME AT PHRAE)");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"           Press any key  ");
getch();
window_cls(7);
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," NAME      :  MR. PRASERT PANPONG");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," ID. CODE  :  34104209");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," FACULTY   :  ENGINEERING");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," DEPT.     :  ELECTRICAL POWER");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," RELIGION  :  BUDDHISM");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7," STATUS    :  UNSURE(HE IS A SPICIALIST)");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"  AGE       :   23");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"  ADDRESS   :   213/30 PHAIROTE VILLAGE BANGNA");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"                PHRAKHANONG BANGKOK 10260");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"  TEL.      :   A LATER TWO MONTHS HE HAS");
window_putchar(7,'\n');
window_puts(7,"                    Press ESC");
do{
cur.x=bioskey(0);
}while(cur.cha[0]!=ESC);
deactivate(7);
}

void shape_luminaire(void)
{
int differ,x3,y3,x2,y2,x1,y1,x,y,i,j,k,loop;
float dd,distem,wid;
double ceta;
char fyy[6],shi[5];
union k{
 int  x;
 char c[2];
 }cu;


flux.zonal[0]=0.095;
flux.zonal[1]=0.283;
flux.zonal[2]=0.463;
flux.zonal[3]=0.628;
flux.zonal[4]=0.774;
flux.zonal[5]=0.897;
flux.zonal[6]=0.993;
flux.zonal[7]=1.058;
flux.zonal[8]=1.091;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
flux.availtotal=0;
flux.reqzotwtal=0;
if(status)
 {
  if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
          file_er_mes();
  else
  {
          fread(&light,sizeof light,1,fp);
          datalight=light;
          fclose(fp);
  }
  }
  else if(!status)
  {
   unhidden_cursor();
   win_dow(0);
   gets(filename);
   deactivate(0);
   hidden_cursor();
   if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
          file_er_mes();
   else
   {
          fread(&light,sizeof light,1,fp);
          datalight=light;
          fclose(fp);
          }
   }

   if(datalight.choose=='p')
   {
   j=8;
   for(i=0;i<=17;i++)
   {
    if(i<=8)
     {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            flux.avai[i]=flux.zonal[i]*((datalight.bare[i]+datalight.bare[i+1])/2);
            flux.availotal=flux.availotal+flux.avai[i];
 }
else
{
 flux.avai[i]=flux.zonal[j]*((datalight.bare[i]+datalight.bare[i+1])/2);
 flux.availotal=flux.availotal+flux.avai[i];
 j=j-1;
 }
}
for(i=0;i<(datalight.shield/10);i++)
 {
  flux.reqzo[i]=flux.zonal[i]*((datalight.req[i]+datalight.req[i+1])/2);
  flux.reqzototal=flux.reqzototal+flux.reqzo[i];
 }
for(i=0;i<=17;i++)
 distance.db[i]=(flux.avai[i]/flux.availotal)*20;
for(i=0;i<(datalight.shield/10);i++)
{
 distance.xy[i]=(flux.reqzo[i]/flux.availotal)*20;
 distance.dr[i]=distance.xy[i]-distance.db[i];
}
for(i=0;i<=17;i++)
  angle.midzone[i]=5+(i*10);
loop=0;
distem=0;
j=datalight.shield/10;
k=0;
distem=distem+(distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.refloc);
for(i=(datalight.shield/10)-1;i>=0;i--)
{
 while(distem<distance.dr[i])
  {
            angle.dell[k]=((i+1)*10)-(distem/distance.dr[i])*10;
            angle.fy[k]=0.5*(angle.midzone[j]-angle.dell[k]);
            distem=distem+((distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.refloc));
            j=j+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            loop=loop+1;
            k=k+1;
            distem=distem+((distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.reflec));
  }
            distom=distom-distance.dr[i];
}
detectgraph(&i,&k);
initgraph(&i,&k,"c:\\bc\\bgi");
rectangle(1,1,getmaxx()-1,getmaxy()-1);
rectangle(20,50,345,429);
moveto(359,75);
for(i=0;i<loop;i++)
{
 gcvt(angle.fy[i],10,fyy);
 itoa(((i*10)+datalight.shield),shi,10);
 outtext(shi);
 outtext("-");
 itoa((((i+1)*10)+datalight.shield),shi,10);
 outtext(shi);
 moveto(492,75+(i*20));
 outtext(fyy);
 moveto(359,75+((i+1)*20));
}
line(350,70,620,70);
line(350,50,620,50);
line(470,50,470,50+((i+1)*20));
line(350,50,350,50+((i+1)*20));
line(620,50,620,50+((i+1)*20));
line(350,50+((i+1)*20),620,50+((i+1)*20));
/*****************************************/
line(20,70,345,70);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(352,55,"Limiting of zone");
outtextxy(472,55,"Shielding Element Angle");
outtextxy(35,55,"Lamp Type:Fluorescent SI. 18 watt");
outtextxy(350,415,"Nominal diameter:80 mm");
outtextxy(350,395,"Luminouse flux:1000 lumen");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,5);
setcolor(LIGHTGREEN);
outtextxy(350,435,"Shift+prn:print to printer  ESC:exit");
outtextxy(30,20,"Shape of luminaire");
setcolor(WHITE);
moveto(30,400);
outtext("Shielding angle:");
itoa(datalight.shield,&shi,10);
outtext(shi);
outtext(" ...degree");
/*****************************************************************************/
x=150;y=150;wid=12;
moveto(x,y);
for(i=loop-1;i>=0;i--)
 {
  ceta=(angle.fy[i]*3.14)/180;
  x1=x-floor((wid*sin(ceta))+0.5);
  y1=y+floor((wid*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x1,y1);
  x=x1;y=y1;
 if(!i)
          wid=0.8*wid*(angle.fy[i+1]/angle.fy[i]);
  else
          wid=0.9*wid*(angle.fy[i]/angle.fy[i-1]);
 }
x3=x;y3=y;
x=200;y=150;wid=12;
moveto(x,y);
for(i=loop-1;i>=0;i--)
 {
  ceta=(angle.fy[i]*3.14)/180;
  x1=x+floor((wid*sin(ceta))+0.5);
  y1=y+floor((wid*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x1,y1);
  lined(x1,y1,1,0);
  x=x1;y=y1;
  if(!i)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        wid=0.8*wid*(angle.fy[i+1]/angle.fy[i]);
 else
        wid=0.9*wid*(angle.fy[i]/angle.fy[i-1]);
}

dd=floor((x-200)/tan(((datalight.shield*3.14)/180))+0.5);
y2=y-dd;
rectangle(150,150,200,y2+20);
setcolor(RED);
line(x3,y+30,x,y+30);
lined(x3,y+30,1,1);
lined(x,y+30,1,1);
line(x+20,y,x+20,150);
lined(x+20,y,0,1);
lined(x+20,150,0,1);
line(x3-10,y,x3-10,y2+20);
lined(x3-10,y,0,1);
lined(x3-10,y2+20,0,1);
settextstyle(SMALL_FONT,VERT_DIR,4);
outtextxy(x+30,y-floor((y-150)/2),"220 mm");
outtextxy(x3-20,y-floor((y-y2)/2),"h1");
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(x3+floor((x-x3)/2),y+30,"177 mm");
itoa((y-y2),&shi,10);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
setcolor(WHITE);
moveto(350,375);
outtext("h1:");
outtext(shi);
do{
cu.x=bioskey(0);
}while(cu.c[0]!=27);
if(!status)
 for(i=0;i<=29;i++)
  filename[i]=' ';
closegraph();
hidden_cursor();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else if(datalight.choose=='1')
{
j=8;
for(i=0;i<=17;i++)
{
 if(i<=8)
  {
        flux.avai[i]=flux.zonal[i]*((datalight.bare[i]+datalight.bare[i+1])/2);
        flux.avaitotal=flux.avaitotal+flux.avai[i];
  }
 else
 {
  flux.avai[i]=flux.zonal[j]*((datalight.bare[i]+datalight.bare[i+1])/2);
  flux.avaitotal=flux.avaitotal+flux.avai[i];
  j=j-1;
 }
}
for(i=0;i<(datalight.control/10);i++)
 {
  flux.reqzo[i]=flux.zonal[i]*((datalight.req[i]+datalight.req[i+1])/2);
  flux.reqzototal=flux.reqzototal+flux.reqzo[i];
 }
for(i=0;i<=17;i++)
 distance.db[i]=(flux.avai[i]/flux.avaitotal)*20;
for(i=0;i<(datalight.control/10);i++)
{
 distance.xy[i]=(flux.reqzo[i]/flux.avaitotal)*20;
 distance.dr[i]=distance.xy[i]-distance.db[i];
}
for(i=0;i<=17;i++)
  angle.midzone[i]=5+(i*10);
loop=0;
distem=0;
j=datalight.control/10;
k=0;
distem=distem+(distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.reflec);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(i=(datalight.control/10)-1;i>=0;i--)
{
 while(distem<distance.dr[i])
  {
          angle.dell[k]=((i+1)*10)-(distem/distance.dr[i])*10;
          angle.fy[k]=0.5*(angle.midzone[j]-angle.dell[k]);
          distem=distem+((distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.reflec));
          j=j+1;
          loop=loop+1;
          k=k+1;
          distem=distem+((distance.db[j]/2)*(datalight.trans*datalight.reflec));
  }
          distem=distem-distance.dr[i];
}
detectgraph(&i,&k);
initgraph(&i,&k,"c:\\bc\\bgi");
rectangle(1,1,getmaxx()-1,getmaxy()-1);
rectangle(20,50,345,429);
moveto(359,75);
for(i=0;i<loop;i++)
{
 gcvt(angle.fy[i],5,fyy);
 itoa(((i*10)+datalight.control),shi,10);
 outtext(shi);
 outtext("-");
 itoa((((i+1)*10)+datalight.control),shi,10);
 outtext(shi);
 moveto(492,75+(i*20));
 outtext(fyy);
 moveto(359,75+((i+1)*20));
}
line(350,70,620,70);
line(350,50,620,50);
line(470,50,470,50+((i+1)*20));
line(350,50,350,50+((i+1)*20));
line(620,50,620,50+((i+1)*20));
line(350,50+((i+1)*20),620,50+((i+1)*20));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*******************************************/
line(20,70,345,70);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(352,55,"Limiting of zone");
outtextxy(472,55,"Shielding Elemont Angle");
outtextxy(35,55,"Lamp Type:Fluorescent TL'D 36 watt");
outtextxy(35,75,"Nominal diameter:26 mm");
outtextxy(35,95,"Nominal lenght  :1200 mm");
outtextxy(35,115,"Luminouse flux:2600 lumen/lamp");
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,5);
setcolor(LIGHTGREEN);
outtextxy(350,435,"Shift+prn:print to printer  ESC:exit");
outtextxy(30,20,"Shape of luminaire");
setcolor(WHITE);
moveto(30,400);
outtext("Control angle:");
itoa(datalight.control,&shi,10);
outtext(shi);
outtext(" ...degree");
/*****************************************************************************/
x=115;y=230;wid=3;
circle(x,y+20,6);
line(115,230,255,230);
moveto(x,y);
for(i=loop-1;i>=0;i--)
 {
  ceta=(angle.fy[i]*3.14)/180;
  x1=x-floor((wid*sin(ceta))+0.5);
  y1=y+floor((wid*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x1,y1);
  x=x1;y=y1;
  if(!i)
        wid=0.8*wid*(angle.fy[i+1]/angle.fy[i]);
  else
        wid=0.9*wid*(angle.fy[i]/angle.fy[i-1]);
 }
x3=x;y3=y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x=255;y=230;wid=3;
circle(x,y+20,6);
circle(185,y+20,6);
moveto(x,y);
for(i=loop-1;i>=0;i--)
 {
  ceta=(angle.fy[i]*3.14)/180;
  x1=x+floor((wid*sin(ceta))+0.5);
  y1=y+floor((wid*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x1,y1);
  x=x1;y=y1;
  if(!i)
          wid=0.8*wid*(angle.fy[i+1]/angle.fy[i]);
  else
          wid=0.9*wid*(angle.fy[i]/angle.fy[i-1]);
 }

dd=floor((x-230)/tan(((datalight.shield*3.14)/180))+0.5);
y2=y-dd;
setcolor(RED);
line(115,y+60,185,y+60);
lined(115,y+60,1,1);
lined(185,y+60,1,1);
line(x3,y+30,x,y+30);
lined(x3,y+30,1,1);
lined(x,y+30,1,1);
line(x+20,y,x+20,230);
lined(x+20,y,0,1);
linod(x+20,230,0,1);
ceta=(datalight.shield*3.14)/180;
differ=floor((12*tan(ceta))+0.5);
x2=x3+differ;
while(x2<x)
 x2=x2+differ;
if(x2>x)
 x2=x2-differ;
i=floor(((x-x2)/2)+0.5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x2=x3+i;
do{
line(x2,y,x2,y-10);
x2=x2+differ;
}while(x2<x);
cetа=(datalight.shield*3.14)/180;
i=25*tan(cetа);
itoa(i,&shi,10);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(350,395,"louvre height:25 mm");
moveto(350,415);
outtext("distance between louvre element:");
outtext(shi);
outtext(" mm");
outtextxy(x+30,230+floor(((y-230)/2)+0.5),"109 mm");
outtextxy(150,y+70,"80 mm");
outtextxy(x3+floor((x-x3)/2),y+30,"240 mm");
itoa((y-y2),&shi,10);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
do{
cu.x=bioskey(0);
}while(cu.c[0]!=27);
if(!status)
 for(i=0;i<=29;i++)
  filename[i]=' ';
closegraph();
hidden_cursor();
}
}
void polar(void)
{
int k,i,b,graphdrv,m,x,y,nn,x1,y1;
float Bcc,Acc,Abb_max,Ab[20],Abb[20],Ib[180],cetа,scale;
char bar[10],zone[10];
int *pr;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(fp)
fclose(fp);
if(!status)
 {
  unhidden_cursor();
  win_dow(0);
  gets(filename);
  deactivate(0);
  hidden_cursor();
  fp=fopen(filename,"r");
          if(fp==NULL)
           file_er_mes();
          else
          {
           fread(&light,sizeof light,1,fp);
           datalight=light;
           fclose(fp);
          }
 }
else
 {
  if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
          file_er_mes();
  else
          {
           fread(&light,sizeof light,1,fp);
           datalight=light;
           fclose(fp);
  }
 }
Abb_max=floor(datalight.bare[0]);
for(i=1;i<=18;i++)
 if(Abb_max<datalight.bare[i])
  Abb_max=floor(datalight.bare[i]);
if(Abb_max<=100)
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Abb[i]=datalight.bare[i]*2;
 scale=0.5;
 }
if((Abb_max>100) && (Abb_max<=200))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i];
  scale=1;
 }
else if((Abb_max>200) && (Abb_max<=300))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/1.5;
  scale=1.5;
 }
else if((Abb_max>300) && (Abb_max<=600))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/3;
  scale=3;
 }
else if((Abb_max>600) && (Abb_max<=1000))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/5;
  scale=5;
 }
else if((Abb_max>1000) && (Abb_max<=1600))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/8;
  scale=8;
 }
else if((Abb_max>1600) && (Abb_max<=2400))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/12;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
 scale=12;
 }
else if((Abb_max>2400) && (Abb_max<=3200))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/16;
  scale=16;
 }
else if((Abb_max>3200) && (Abb_max<=4400))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/22;
  scale=22;
 }
else if((Abb_max>4400) && (Abb_max<=6000))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/30;
  scale=30;
 }
else if((Abb_max>6000) && (Abb_max<=8000))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/40;
  scale=40;
 }
else if((Abb_max>8000) && (Abb_max<=10000))
 for(i=0;i<=18;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.bare[i]/50;
  scale=50;
 }
 detectgraph(&graphdrv,&m);
 pr = &graphdrv;
 initgraph(pr,&m,"c:\\bc\\bgi");
 line(50,250,250,250);
 line(50,50,50,450);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x=50;y=250;m=50;
arc(x,y,270,90,m);
arc(x,y,270,90,2*m);
arc(x,y,270,90,3*m);
arc(x,y,270,90,4*m);
for(i=1;i<3;i++)
 {
  ceta=((i*30)*3.14)/180;
  x1=x+floor((4*m)*sin(ceta)+0.5);
  y1=y+floor((4*m)*cos(ceta)+0.5);
  line(x,y,x1,y1);
 }
for(i=1;i<3;i++)
 {
  ceta=((i*30)*3.14)/180;
  x1=x+floor((4*m)*cos(ceta)+0.5);
  y1=y-floor((4*m)*sin(ceta)+0.5);
  line(x,y,x1,y1);
 }
outtextxy(50,457,"0");
outtextxy(152,427,"30");
outtextxy(223,350,"60");
outtextxy(252,247,"90");
outtextxy(225,143,"120");
outtextxy(152,67,"150");
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
if(scale==0.5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 25 cd/m*m");
else if(scale==1)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 50 cd/m*m");
else if(scale==1.5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 75 cd/m*m");
else if(scale==3)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 150 cd/m*m");
else if(scale==5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 250 cd/m*m");
 else if(scale==8)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 outtextxy(25,30,"scale 1: 400 cd/m*m");
else if(scale==12)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 600 cd/m*m");
else if(scale==16)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 800 cd/m*m");
else if(scale==22)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 1100 cd/m*m");
else if(scale==30)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 1500 cd/m*m");
else if(scale==30)
 outtextxy(25,40,"scale 1: 2000 cd/m*m");
else if(scale==30)
 outtextxy(25,50,"scale 1: 2500 cd/m*m");
rectangle(1,1,getmaxx()-1,getmaxy()-1);
line(290,20,600,20);
line(290,430,600,430);
line(290,20,290,430);
line(600,20,600,430);
line(290,44,600,44);
outtextxy(300,30,"Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)");
for(i=0;i<=18;i++)
{
 gcvt(datalight.bare[i],10,&bar);
 itoa((i*10),&zone,10);
 moveto(300,50+(i*20));
 outtext("Light intensity of zone(");
 outtext(zone);
 outtext("):");
 outtext(bar);
}
setcolor(LIGHTGREEN);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,5);
outtextxy(25,10,"Polar curve of bare lamp");
outtextxy(295,450,"Shift+prn:print to printer   ESC:Exit");
i=0;Bcc=0;nn=0;
do
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Acc=(Abb[i+1]-Abb[i])/10;
Ib[nn]=Abb[i];
for(k=1;k<=10;k++)
{
if(Acc>0)
 {
        Ib[nn]=Abb[i]+Bcc;
        nn=nn+1;
        Bcc=Bcc+Acc;
 }
if(Acc<0)
 {
 Ib[nn]=Abb[i]-Bcc;
 nn=nn+1;
 Bcc=Bcc-Acc;
 }
if(Acc==0)
 {
 Ib[nn]=Abb[i];
 nn=nn+1;
 }
 }
 i=i+1;
 Bcc=0;
}while(i<18);
moveto(x,y);
nn=0;b=90;
do
{
 ceta=(b*3.14)/180;
 if(nn>90)
 {
  y1=floor((Ib[nn]*sin(ceta))+0.5);
  x1=floor((Ib[nn]*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x+x1,y-y1);
  nn=nn+1;
  b=b+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else
{
 y1=floor((Ib[nn]*sin(ceta))+0.5);
 x1=floor((Ib[nn]*cos(ceta))+0.5);
 lineto(x+x1,y+y1);
 b=b-1;
 nn=nn+1;
 }
}while(nn<=179);
setcolor(WHITE);
moveto(50,250);
lineto(50,450);
do{
cur.x=bioskey(0);
}while(cur.cha[0]!=27);
if(!status)
 for(i=0;i<=29;i++)
  filename[i]=' ';
closegraph();
hidden_cursor();
}

void polar_req(void)
{
int k,i,b,g,m,x,y,nn,x1,y1,num_loop;
float Bcc,Acc,Abb_max,Ab[20],Abb[20],Ib[180],ceta,scale;
char bar[10],zone[10];

if(fp)
fclose(fp);
if(!status)
 {
  unhidden_cursor();
  win_dow(0);
  gets(filename);
  deactivate(0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 hidden_cursor();
 if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
        file_er_mes();
 else
 {
        fread(&light,sizeof light,1,fp);
        datalight=light;
        fclose(fp);
 }
}
else
 {
  if((fp=fopen(filename,"r"))==NULL)
        file_er_mes();
  else
  {
        fread(&light,sizeof light,1,fp);
        datalight=light;
        fclose(fp);
  }
}

if(datalight.choose=='p')
 num_loop=datalight.shield/10;
else
 num_loop=datalight.control/10;
Abb_max=floor(datalight.req[0]);
for(i=1;i<num_loop;i++)
 if(Abb_max<datalight.req[i])
  Abb_max=floor(datalight.req[i]);
if(Abb_max<=100)
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.req[i]*2;
  scale=0.5;
 }
if((Abb_max>100) && (Abb_max<=200))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(i=0;i<num_loop;i++)
{
 Abb[i]=datalight_req[i];
 scale=1;
}
else if((Abb_max>200) && (Abb_max<=300))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight_req[i]/1.5;
  scale=1.5;
 }
else if((Abb_max>300) && (Abb_max<=600))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight_req[i]/3;
  scale=3;
 }
else if((Abb_max>600) && (Abb_max<=1000))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight_req[i]/5;
  scale=5;
 }
else if((Abb_max>1000) && (Abb_max<=1600))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight_req[i]/8;
  scale=8;
 }
else if((Abb_max>1600) && (Abb_max<=2400))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight_req[i]/12;
  scale=12;
 }
else if((Abb_max>2400) && (Abb_max<=3200))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
  Abb[i]=datalight.req[i]/16;
  scale=16;
 }
else if((Abb_max>3200) && (Abb_max<=4400))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.req[i]/22;
  scale=22;
 }
else if((Abb_max>4400) && (Abb_max<=6000))
 for(i=0;i<num_loop;i++)
 {
  Abb[i]=datalight.req[i]/30;
  scale=30;
 }
detectgraph(&g,&m);
initgraph(&g,&m,"c:\\bc\\bgi");
line(50,250,250,250);
line(50,50,50,450);
x=50;y=250;m=50;
arc(x,y,270,90,m);
arc(x,y,270,90,2*m);
arc(x,y,270,90,3*m);
arc(x,y,270,90,4*m);
for(i=1;i<3;i++)
 {
  cota=((i*30)*3.14)/180;
  x1=x+floor((4*m)*sin(cota)+0.5);
  y1=y+floor((4*m)*cos(cota)+0.5);
  line(x,y,x1,y1);
 }
for(i=1;i<3;i++)
 {
  cota=((i*30)*3.14)/180;
  x1=x+floor((4*m)*cos(cota)+0.5);
  y1=y-floor((4*m)*sin(cota)+0.5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 line(x,y,x1,y1);
 }
outtextxy(50,457,"0");
outtextxy(152,427,"30");
outtextxy(223,350,"60");
outtextxy(252,247,"90");
outtextxy(225,143,"120");
outtextxy(152,67,"150");
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
if(scale==0.5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 25 cd/m*m");
else if(scale==1)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 50 cd/m*m");
else if(scale==1.5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 75 cd/m*m");
else if(scale==3)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 150 cd/m*m");
else if(scale==5)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 250 cd/m*m");
else if(scale==8)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 400 cd/m*m");
else if(scale==12)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 600 cd/m*m");
else if(scale==16)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 800 cd/m*m");
else if(scale==22)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 1100 cd/m*m");
else if(scale==30)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 1500 cd/m*m");
else if(scale==40)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 2000 cd/m*m");
else if(scale==50)
 outtextxy(25,30,"scale 1: 2500 cd/m*m");
line(290,20,630,20);
line(290,430,630,430);
line(290,20,290,430);
line(630,20,630,430);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
line(290,44,630,44);
outtextxy(300,30,"Light Intensity of bare lamp(cd/m*m)");
for(i=0;i<=num_loop;i++)
{
 gcvt(datalight.req[i],10,&bar);
 itoa((i*10),&zone,10);
 moveto(300,50+(i*20));
 outtext("Light intensity of zone(");
 outtext(zone);
 outtext(")  :");
 outtext(bar);
}
setcolor(LIGHTGREEN);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,5);
outtextxy(25,10,"Polar curve of require");
outtextxy(295,450,"Shift+prn:print to printer  ESC:Exit");
i=0;Bcc=0;nn=0;
do
{
 Acc=(Abb[i+1]-Abb[i])/10;
 Ib[nn]=Abb[i];
 for(k=1;k<=10;k++)
 {
 if(Acc>0)
  {
        Ib[nn]=Abb[i]+Bcc;
        nn=nn+1;
        Bcc=Bcc+Acc;
  }
 if(Acc<0)
  {
  Ib[nn]=Abb[i]-Bcc;
  nn=nn+1;
  Bcc=Bcc-Acc;
  }
 if(Acc==0)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Ib[nn]=Abb[i];
 nn=nn+1;
 }
}
i=i+1;
 Bcc=0;
}while(i<num_loop);
moveto(x,y);
nn=0;b=90;
do
{
 ceta=(b*3.14)/180;
 if(nn>90)
 {
  y1=floor((Ib[nn]*sin(ceta))+0.5);
  x1=floor((Ib[nn]*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x+x1,y-y1);
  nn=nn+1;
  b=b+1;
 }
 else
 {
  y1=floor((Ib[nn]*sin(ceta))+0.5);
  x1=floor((Ib[nn]*cos(ceta))+0.5);
  lineto(x+x1,y+y1);
  b=b-1;
  nn=nn+1;
 }
 }while(nn<(num_loop*10));
 setcolor(WHITE);
 moveto(50,250);
 lineto(50,450);
 do{
 cur.x=bioskey(0);
 }while(cur.cha[0]!=27);
 if(!status)
 for(i=0;i<=29;i++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 filename[i]=' ';
closegraph();
hidden_cursor();
}

void standard_point(void)
{
int i,j;

if(fp)
fclose(fp);
detectgraph(&i,&j);
initgraph(&i,&j,"c:\\bc\\bgi");
setbkcolor(LIGHTRED);
rectangle(10,50,320,400);
setcolor(BLUE);
rectangle(60,100,270,320);
sector(140,320,90,180,80,200);
sector(190,320,0,90,80,200);
line(300,100,300,320);
lined(300,100,0,1);
lined(300,320,0,1);
line(60,340,270,340);
lined(60,340,1,1);
lined(270,340,1,1);
settextstyle(SMALL_FONT,VERT_DIR,4);
outtextxy(310,190,"220mm");
bar(140,120,190,319);
fillellipse(165,180,35,80);
bar(140,100,190,120);
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(150,350,"177mm");
outtextxy(100,370,"Standard Dimensions");
outtextxy(340,150,"The point source that we use is compact");
outtextxy(340,170,"fluorescent with the dimension like in");
outtextxy(340,190,"the figure");
outtextxy(340,220,"Luminous area : 0.098 square metre");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
getch();
closegraph();
hidden_cursor();
}
void standard_linear(void)
{
int i,j,k;

detectgraph(&i,&j);
initgraph(&i,&j,"c:\\bc\\bgi");
setbkcolor(CYAN);
rectangle(1,50,445,390);
line(90,180,310,180);
line(90,240,310,240);
arc(90,210,90,270,30);
arc(310,210,270,90,30);
k=0;
for(i=0;i<=2;i++)
{
 circle(110+k,210,15);
 setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
 floodfill(110+k,205,15);
 k=k+90;
}
setfillstyle(EMPTY_FILL,BLACK);
sector(90,280,90,180,70,100);
sector(310,280,0,90,70,100);
setcolor(BLACK);
line(90,180,90,280);
line(310,180,310,280);
line(90,280,20,280);
line(310,280,410,280);
setfillstyle(SOLID_FILL,YELLOW);
bar(170,160,230,180);
bar(105,222,115,240);
bar(195,222,205,240);
bar(285,222,295,240);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
setcolor(RED);
for(k=0;k<=11;k++)
 line(35+(k*30),260,35+(k*30),280);
line(20,320,380,320);
lined(20,320,1,1);
lined(380,320,1,1);
lined(110,320,1,1);
lined(200,320,1,1);
lined(290,320,1,1);
line(405,180,405,280);
lined(405,180,0,1);
lined(405,280,0,1);
settextstyle(SMALL_FONT,VERT_DIR,4);
outtextxy(420,230,"109");
settextstyle(SMALL_FONT,HORIZ_DIR,4);
outtextxy(70,335,"40");
outtextxy(145,335,"80");
outtextxy(235,335,"80");
outtextxy(310,335,"40");
outtextxy(135,370,"Standard Dimensions");
outtextxy(470,130,"The linear source");
outtextxy(470,150,"that use is TL'D");
outtextxy(470,170,"fluorescent with the");
outtextxy(470,190,"dimension like in");
outtextxy(470,210,"the figure");
outtextxy(470,230,"Luminous area :");
outtextxy(470,250,"0.288 square metre");
getch();
closegraph();
hidden_cursor();
}

void menu_main(void)
{
int cur,col;
unsigned char *screen;
cls(0,0,79,24,30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
draw_border(1,2,80,24);
cls(0,0,79,0,112);
video_band(3,0,154,"Ftiplpep p p p p p p p p p p p p pDtepspipgpnp p p p p p p p p p p p p pSthpopwp p p
p p p p p p p p p p pIItsplppp p p p p p p p p p p p p pEtxpiptp p p p");
/*vidoo_band(38,1,8,"E d i t ");
video_band(4,2,26,"Line       Col");*/
video_band(67,2,20,"NONAME.DAT");
video_band(0,24,162," pFt1t-pHteplppp p p pFt1t0t-pMpepnpup p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p
p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p");
video_band(25,8,60," p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p");
video_band(25,9,60," p p pLvIvGvHvTvIvNvGv v vDvEvSvIvGvNvEvDv vVv v1v.v0v p p p");
video_band(25,10,60," p p p p p p p p p pWsrsistsisnsgs sbsys p p p p p p p p p p");
video_band(25,11,60," p p p p p p p p p p pCphpapipypuptp p p p p p p p p p p p p");
video_band(25,12,60," p p p p p p p p p p pCphpapip p p p p p p p p p p p p p p p p");
video_band(25,13,60," p p p p p p p p p p pPprpapspeprptp p p p p p p p p p p p p");
video_band(25,14,60," p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p p");
draw_border(26,9,55,15);
getch();
video_band(25,8,60,"                    ");
video_band(25,9,60,"                    ");
video_band(25,10,60,"                    ");
video_band(25,11,60,"                    ");
video_band(25,12,60,"                    ");
video_band(25,13,60,"                    ");
video_band(25,14,60,"                    ");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ ศุลี บรรจงจิตร และ อาจารย์ สมชาติ จิริวิภากร ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านเครื่องคอมพิวเตอร์และเอกสารข้อมูลต่าง ๆ ทั้งความเอื้อเฟื้อและน้ำใจที่มีแก่ผู้จัดทำ ความดีของงานนี้ที่จะมีก็ขอยกให้แก่อาจารย์ทั้งสองท่าน ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Guide On Interior Lighting
   Publication CIE No.29 1975
2. IES Lighting Handbook Reference Volume, The Illumination
   Engineering Society, North America, 1981
3. IES Lighting Handbook Application Volume, The Illumination
   Engineering Society, North America, 1981
4. Lighting for Energy-Efficient Luminous Evironments
   Ronald N. Helms & M. Clay Belcher, copywritten 1991, 1980
5. Lighting Fittings-Performance and Design
   Bean & Simon, Volume I
6. Interior Lighting Design
   D. W. Durant, T. Eng(CEI),F.Illum.E.S
7. Light Manual, Philips, 1981
8. เอกสารอ้างอิงจากบริษัท Buchholz Group
9. ศุลี บรรจงจิตร วิศวกรรมการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักศึกษาที่ทำโครงงาน

1. นายชัยยุทธ ปัญจวัฒนกุล รหัส 34102086

ชื่อเล่น ยุทธ

บ้าน 22/216 หมู่บ้านเอเวอร์กรีน บางนา พระโขนง กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ 3161085

2. นายชาย ชมภูอินไหว รหัส 34102095

ชื่อเล่น ชาย

บ้าน(ต่างจังหวัด) 353 หมู่ 2 ถนนยันตรกิจโกศล ต.นาจักร อ.เมืองแพร่ จ.แพร่ 54000

โทรศัพท์ 054-521781

บ้าน(กรุงเทพ) 279 สุขุมวิท ซอย 49/17 แขวงคลองตัน เขตคลองเตย 10110

โทรศัพท์ 3914460,3920647

3. นายประเสริฐ พันธ์พงษ์ รหัส 34104209

ชื่อเล่น หมู

บ้าน 213/30 หมู่บ้านไพโรจน์ บางนา พระโขนง กรุงเทพฯ 10260

โทรศัพท์ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า