

Fig.1.15 Curbele eficacității luminoase spectrale relative
1 – observator de referință, 2 – luxmetru fără filtru, 3 – luxmetru cu filtru

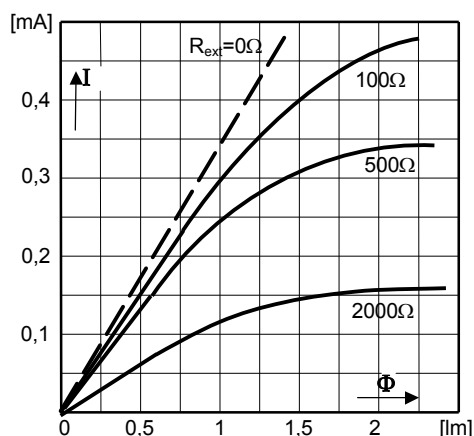


Fig.1.16 Caracteristica de ieșire a luxmetrului cu seleniu pentru diferite valori ale rezistenței circuitului exterior R_{ext}

Măsurarea fluxului luminos

Măsurarea fluxului luminos se realizează cu ajutorul lumenmetrului sferic numit și "sfera lui Ulbricht". Aceasta este o sferă goală, de dimensiuni mult mai mari (diametrul între 0,5...4m) decât sursa al cărui flux urmează a fi determinat. Suprafața interioară prezintă o reflexie perfect difuză obținută prin acoperirea cu mai multe straturi de vopsea albă mată.

Sfera Ulbricht este prevăzută cu o fereastră din sticlă opalină, în dreptul căreia este plasat un fotometru (luxmetru, Lx). Razele luminoase emise de sursă sunt împiedicate să ajungă direct la fereastră de către ecranul E.

Se demonstrează că iluminarea este aceeași pentru orice punct de pe suprafața interioară a sferei independent de repartitia în spațiu a intensității luminoase a sursei sau de poziția sursei în interiorul sferei, valoarea iluminării fiind proporțională cu fluxul luminos total emis de sursă. Într-adevăr, dacă iluminarea directă medie produsă de sursă pe fața interioară a sferei este:

$$E_0 = \frac{\Phi}{4\pi \cdot R^2}$$

atunci, după o primă o primă reflexie vom avea

$$E' = \frac{\Phi \cdot \rho}{4\pi \cdot R^2}$$

urmând succesiv:

$$E'' = \frac{(\Phi \cdot \rho) \cdot \rho}{4\pi \cdot R^2} = \frac{\Phi \cdot \rho^2}{4\pi \cdot R^2}$$

$$E''' = \frac{\Phi \cdot \rho^3}{4\pi \cdot R^2}$$

.....

Iluminarea medie totală va fi deci:

$$E = E' + E'' + E''' + \dots = \frac{\Phi \cdot \rho}{4\pi \cdot R^2} \underbrace{(1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots)}_{\text{serie}} = \frac{\Phi \cdot \rho}{4\pi \cdot R^2} \cdot \frac{1}{1 - \rho} = \frac{1}{4\pi \cdot R^2} \cdot \frac{\rho}{1 - \rho} \cdot \Phi$$

adică

$$E = k_U \cdot \Phi,$$

unde k_U este constanta lumenmetrului care se determină printr-o primă măsurătoare plasând în interior o lampă etalon, apoi sursa a cărui flux luminos trebuie măsurat.

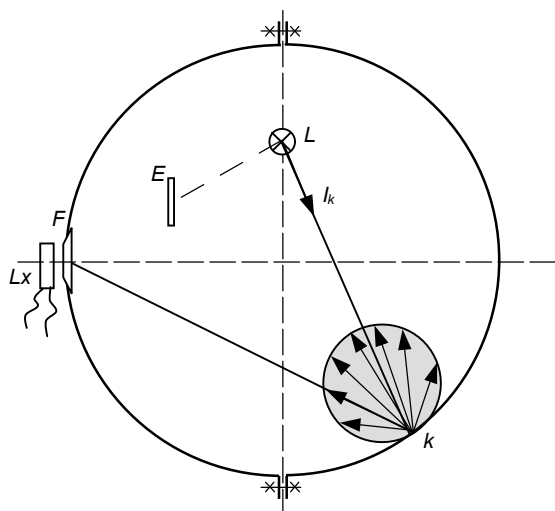


Fig.1.17 Lumenmetrul sferic (Ulbricht)
L – lampă; E – ecran opac; F – fereastră; Lx – luxmetru.

CORPURI DE ILUMINAT

Clasificarea corpurilor (aparatorilor) de iluminat

Clasificarea corpurilor de iluminat si a iluminatului, in general, se realizeaza dupa patru criterii: dupa destinatie; dupa natura izvoarelor de lumina; dupa caracteristicile corpurilor de iluminat; dupa amplasarea acestora.

Dupa destinatie:

- instalatii de iluminat interior;
- instalatii de iluminat exterior;
- instalatii de iluminat normal;
- instalatii de iluminat de siguranta;
- instalatii de iluminat de paza.

Instalatiile de iluminat normal au ca rol asigurarea conditiilor necesare activitatii desfasurate in spatiul respectiv.

Iluminatul de siguranta urmareste a inlatura panica, accidentelor si eventuala continuarii lucrurilor atunci cand instalatia de iluminat este defecta.

Instalatiile de iluminat de paza sunt montate in interiorul sau pe cladirile ce trebuiesc supravegheate.

Dupa natura izvoarelor de lumina:

- iluminat cu lampi incandescente;
- iluminat cu lampi fluorescente;
- iluminat cu lumina mixta printr-o combinatie de lampi de ambele tipuri.

Dupa caracteristica corpurilor de iluminat

Sisteme de iluminat: -direct	$\Phi_u \geq 0.9 \cdot \Phi_0$
-semidirect	$\Phi_u \in (0.6 \div 0.9)\Phi_e$
-mixt	$\Phi_u \approx (0.4 \div 0.6) \approx \Phi_n$
-semiindirect	$\Phi_n \in (0.6 \div 0.9)\Phi_0$
-indirect	$\Phi_n \geq 0.9 \cdot \Phi_0$

Iluminat direct este economic, dar poate genera contraste mari de luminanta.

Iluminatul indirect se recomanda pentru birouri, magazine, sali de clasa, etc.

Iluminat mixt asemenea iluminatului indirect.

Iluminatul semiindirect se recomanda pentru activitati prelungite si intense din punct de vedere vizual – sali de lectura.

Iluminatul indirect – lumina obtinuta este uniforma, fara umbre, dar este mai scump si necesita incaperi cu pereti vopsiti in culori deschise si in care nu exista fum, praf, etc. .

Prin combinarea acestor sisteme de iluminat se poate obtine fie un iluminat dirijat, in care lumina ajunge preponderent direct pe obiectul de iluminat, dintr-o directie principala, care favorizeaza producerea umbrelor si favorizarea contrastelor, sau se poate realiza un iluminat difuz, lumina nu are o directie principala, ambianta realizata fiind placuta, fara contraste puternice.

Dupa amplasarea corpurilor de iluminat

Instalatia de iluminat: - general

-local

-combinat

Instalatia de iluminat general – urmareste realizarea unei iluminari uniforme a spatiului dat, fara sa tina seama de eventualele necesitati particulare din acel spatiu.

Instalatia de iluminat local – se concentreaza asupra unor suprafete relativ mici, corpurile de iluminat fiind amplasate in apropierea unor sau mai multor locuri de activitate. Se realizeaza astfel un nivel de iluminare local mai ridicat si prezinta avantajul unor economii de energie electrica.

Iluminatul combinat – are avantajul ca inlatura umbrele si totodata realizeaza un consum de energie electrica mai mic decat pentru iluminatul general, dar costul investitiei initiale este mai mare.

Normativele internationale recomanda spre exemplu pentru sali de birouri, realizarea unui nivel de iluminat general de 300 [lx], iar pentru posturile de lucru (birouri) un nivel local de iluminare mai mare de 500 [lx].

Obs: Iluminatului general trebuie sa-i revina o cota de cel putin 10% din valoarea iluminarii normata pentru planul util.

Un sistem de iluminat este constituit din ansamblu corp de iluminat, obiectiv, intrucat obiectivul prin reflexie, absorbtie, amplasare, etc., contribuie la randul lui in realizarea fluxului total pe planul de lucru.

Instalatia de iluminat a unui obiectiv este formata din totalitatea corpurilor de iluminat si a elementelor de circuit, care asigura alimentarea cu energie electrica a surselor de lumina.

Metoda analitică de determinare a fluxului :

$$I = \frac{d\Phi}{d\varpi}$$

$$d\Phi = I_{\alpha\beta} \cdot d\varpi$$

Metoda analitică urmărește integrarea relației.

$$\Phi = \int_{\varpi=0}^{\Omega} I_{\alpha\beta} \cdot d\varpi [lm]$$

Unei zone sferice îi corespund un unghi solid Ω

$$\Omega = \frac{2\pi \cdot R \cdot h}{R^2}$$

$$d\Omega = \frac{2\pi}{R} \cdot dh$$

$$d\Omega = \frac{2\pi}{R} \cdot R \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha$$

Pentru elementul de arie dA (infinitesimal) unghiul solid se obține înmulțind unghiul solid elementar $d\Omega$ corespunzător segmentului sferic $MNN'M'$ cu raportul $\frac{d\beta}{2\pi}$ - o pondere a variației unghiului de azimut.

$$d\varpi = \frac{d\beta}{2\pi} \cdot 2\pi \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha = \sin \alpha \cdot d\alpha \cdot d\beta$$

$$\Phi = \int_{\beta=0}^{2\pi} \int_{\alpha=0}^{\pi} I_{\alpha\beta} \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha \cdot d\beta$$

Pentru surse simetrice:

$$\Phi = 2\pi \cdot \int_{\alpha=0}^{\pi} I_{\alpha} \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha$$

Efectuarea integralelor se poate face numai dacă se cunoaște expresia analitică a intensității luminoase. Pentru corpuri simetrice care au suprafețe perfect difuzante, relația $I_{\alpha} = f(\alpha)$ este relativă simplă și calculele sunt ușor de efectuat (posibil).

4 SHEME

$$I_{\alpha} = I_{\max}$$

$$\Phi = 2\pi \cdot \int_0^{\pi} I_{\max} \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot \int_0^{\pi} \sin \alpha \cdot d\alpha = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot (-\cos \alpha) \Big|_0^{\pi} = 4\pi \cdot I_{\max}$$

$$I_{\alpha} = I_{\max} \cdot \cos \alpha$$

$$\Phi = 2\pi \cdot \int_0^{\pi} I_{\max} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha = \pi \cdot I_{\max} \cdot \int_0^{\pi} \sin 2\alpha \cdot d\alpha = \pi \cdot I_{\max}$$

$$I_{\alpha} = I_{\max} \cdot \sin \alpha$$

$$\Phi = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot \int_0^{\pi} \sin^2 \alpha \cdot d\alpha = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot \int_0^{\pi} \frac{1 - \cos^2 2\alpha}{2} d\alpha = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot \left(\frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \int_0^{\pi} \cos 2\alpha \cdot d\alpha \right) = \pi^2 \cdot I_{\max}$$

$$I_{\alpha} = \frac{1 + \cos \alpha}{2} \cdot I_{\max}$$

$$\Phi = 2\pi \cdot I_{\max} \cdot \int_0^{\pi} (1 + \cos \alpha) \cdot \sin \alpha \cdot d\alpha = 2\pi \cdot I_{\max}$$

Metoda grafo-analitică

Aceste metode numite și numerice se bazează pe ipoteza că fluxul luminos emis într-un unghi solid este proporțional cu intensitatea luminoasă medie aferentă acesteia.

$$\Delta \Phi = I \cdot \Delta \varpi$$

$$\Delta \varpi = \frac{2\pi \cdot R \cdot h}{R^2} = \frac{2\pi \cdot R \cdot R \cdot (1 - \cos \alpha)}{R^2}$$

$$\Delta \varpi = \Delta \varpi_2 - \Delta \varpi_1 = \frac{2\pi}{R} (1 - \cos \alpha_2 - 1 + \cos \alpha_1) \Rightarrow$$

$$\Delta \varpi = 2\pi (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

Se fac observații: pentru zone sferice de înălțime egală corespund coeficienți unghiulari egali și apoi coeficienții unghiulari se pot determina dacă se cunosc unghiurile plane formate de generatoarele conurilor cu înălțimea acestora. Pentru surse de iluminat simetrice la care se cunoaște forma curbei fotometrice pot fi aplicate două metode grafo-analitice:

Metoda unghiurilor solide egale

Metoda presupune divizarea diametrului sferei în n părți egale cărora le corespund coeficienți unghiulari egali.

$$\Delta\varpi = \frac{4\pi}{n}$$

Fluxul total al sursei este:

$$\Phi_t = \sum_{j=1}^n \frac{4\pi}{n} \cdot I_j = \frac{4\pi}{n} \cdot \sum_{j=1}^n I_j = \frac{4\pi}{n} \cdot (I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n) = 4\pi \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n}{n} = 4\pi \cdot I_{medsf}$$

Metoda unghiurilor plane egale

Se divide semicercul în n părți egale astfel încât pentru o anumită zonă sferică, coeficientul unghiului $d\omega_k$ este:

$$d\omega_k = 2\pi \cdot (\cos \alpha_k - \cos \alpha_{k+1}) = 2\pi \cdot \left(\cos k \cdot \frac{\pi}{n} - \cos(k+1) \cdot \frac{\pi}{n} \right)$$

În literatură se găsesc tabelate valorile unghiului în cazul divizărilor în 18 și 36 părți egale.