

## Lucrarea nr. 2

### LAMPILE FLUORESCENTE CU VAPORI DE MERCUR DE JOASA PRESIUNE

#### 1. Constructia (fig. 2.1)

Lămpile fluorescente funcționează pe principial descărcării în arc în vapori de mercur și gaze inerte la joasă presiune.

Lampa propriu-zisă are trei părți distincte: electrozii, vaporii de umplere și substanța fluorescentă. Construcția este tubulară, balonul de sticlă clară având pe suprafața interioară depus un strat de luminofor. În interior se introduce argon la presiunea de 5-4 mm col.Hg și câteva mg de mercur. Presiunea optimă la care descărcarea în vapori de mercur este limitată de rezonanță cu intensitatea maximă, este de cca. 0,01 mm Hg.

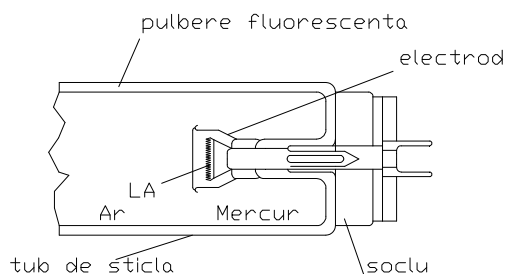


Fig. 2.1

Substanțele fluorescente trebuie să satisfacă o serie de condiții:

- să absoarbă energia radiației ultraviolete a spectrului de descărcări în vapori de Hg (mai ales linia spectrală de 2537Å) corespunzătoare unei emisii de cca. 60 % din energia totală a descărcării;
- conversiunea radiației ultraviolete în radiații vizibile să se facă cu un randament satisfăcător;
- să absoarbă cât mai puțin radiații vizibile;
- să mențină o persistență cât mai mare a emisiunii de radiații vizibile pentru a reduce efectul stroboscopic la alimentarea în curent alternativ;
- nu trebuie să se degradeze în condițiile existente în tub;
- fluorescența trebuie să aibă caracteristici calorimetrice corespunzătoare.

Substanțele fluorescente care satisfac aceste condiții sunt: silicații de zinc, de beriliu și cadmiu, cu fluorescență de la verde gălbui la galben portocaliu; wolframații de magneziu și calciu cu o fluorescență albastră; boratul de cadmiu cu o fluorescență roșiatică. Prin amestecul acestor substanțe se obține culoarea dorită. Modern se utilizează halogenații (fosfații de fluor, clor, brom) care au randament bun și posibilitatea de obținere a fluorescenței albe fără amestecul mai multor tipuri. Substanțele fluorescente se prepară sub formă de pulbere fine cu cristale de dimensiuni între 2 - 4 micrometri. Pulberea fluorescentă se prepară din:

1. O substanță de bază (una din cele indicate mai sus);
2. Un activator metallic (metal greu - Cu, Ag, Bi sau pământuri rare) care are rolul de a produce excitația luminoasă;
3. O substanță auxiliară (NaCl, CaF<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) sau fondantul care are rolul de a ajuta formarea cristalelor complexe ale luminoforului permițând reflexiile multiple.

Emulsia se realizează prin malaxarea următoarelor materiale: pulbere fluorescentă, un liant (nitroceluloză), un evaporator. După depunerea electroforului pe pereții tubului, acesta este

închis și vidat. La capete sunt prevăzute două piciorușe prin care sunt trecuți electrozii. Aceștia susțin la fiecare capăt al tubului câte o spirală de wolfram, peste care se depune pasta din material activat. După vidare, se încălzesc filamentele pentru a se activa, după care se introduce Ar și Hg. La lămpile fără starter catozii sunt prevăzuți în plus cu două inele de protecție numite inele anodice, cu rolul de a proteja electrozii de bombardamentul direct al electronilor în semiperioada când electrozii funcționează ca anodi.

La lămpile cu aprindere fără starter de-a lungul tubului se aplică la exterior, prin vopsire, cu ajutorul unui liant, o bandă metalică de la un soclu la celălalt. Cămașa soclului este legată la un picioruș printr-o rezistență de  $1[M\Omega]$ . Banda metalică are rolul de a ușura aprinderea în condiții de temperatură scăzută, prin producerea în interiorul tubului a unui câmp electrostatic. Rezistența montată în soclu limitează curentul prin banda metalică.

## 2. Accesorii ale lămpilor fluorescente

### Starterul (fig.2.2)

Starterul realizează supra - tensiunea la bornele tubului, necesară la amorsarea arcului. La aplicarea tensiunii starterul permite aducerea catodului la incandescență și apoi întreruperea curentului de încălzire după ce lampa se aprinde. Prin întreruperea circuitului se realizează supra -tensiunea într-o bobină de reactanță. Cel mai răspândit este starterul cu descărcare în regim de licărire care se compune dintr-un tub mic umplut cu argon, în care se găsesc 2 electrozi, unul din sârmă de nichel (1), iar al doilea dintr—un bimetal (2). Lampa este fixată într-o carcasă PVC (3) pe a cărei placă de bază (4) fabricată dintr-un material izolant, se află bornele de contact (5). În paralel cu lampa se leagă un condensator (6) pentru reducerea perturbațiilor radiofonice la întreruperea curentului de preîncălzire.

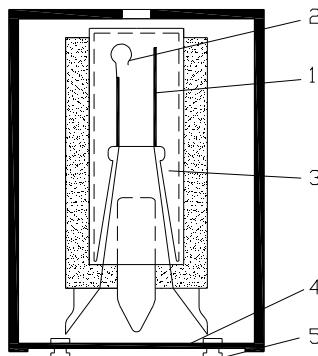


Fig. 2.2

### Balastul

Intrucât caracteristica volt- amper a unui tub prezintă o pantă negativă, apare necesitatea de a limita curentul prin tub și în același timp de a realiza o funcționare stabilă a acestuia. Practic se realizează cu "balastul". Constructiv acesta se prezintă sub forma unor rezistențe în curent continuu - bobine de reactanță cu flux de dispersie mare, bobină cu miez de fier cu flux mare de scăpări etc. La întreruperea circuitului de către starter se schimbă brusc intensitatea câmpului magnetic în bobina de reactanță ce duce la apariția unui vârf de tensiune de  $1000-2000[V]$  suficient pentru a stabili descărcarea.

a. Balastul inductiv, este constituit dintr-o bobină cu miez de fier cu flux mare de scăpări care prezintă o caracteristică volt-amper puternic căzătoare (similară cu a transformatorului de sudură). Din punct de vedere electric este o impedanță inductivă care, legată în serie cu lampa, realizează un defazaj în urmă al curentului față de tensiunea rețelei de cca.  $60^\circ$ .

b. Balastul capacitiv, este un balast inductiv normal, legat în serie cu un condensator de capacitate de 3,8-4,5[μF]. Ansamblul astfel realizat constituie o impedanță capacitivă, realizând un defazaj înainte al curentului față de tensiunea rețelei de cca. 60°.

c. Balastul pentru aprinderea rapidă fără starter cuprinde în afară de inductanță și un circuit compus dintr-o capacitate și e inductanță. Acest circuit este aproape în rezonanță cu rețeaua. Prin folosirea acestui tip de balast durata amorsării lămpii este mai mică decât la cele cu starter și tuburile fluorescente au o aprindere mai sigură la temperaturi scăzute ale mediului ambiant. Din această cauză montajul descris este folosit la corpurile de iluminat exterior. Factorul de putere este ridicat, fiind de aproximativ 0,95.

### 3. Montaje cu lampi fluorescente

a. Montaje cu balast inductive (fig. 2.3).

Se realizeaza montajul din fig. 2.3.

Datorită înserierii bobinei cu lampa, circuitul are un factor de putere scăzut. Timpul de aprindere a unei astfel de lămpi este de cca. 4 secunde.

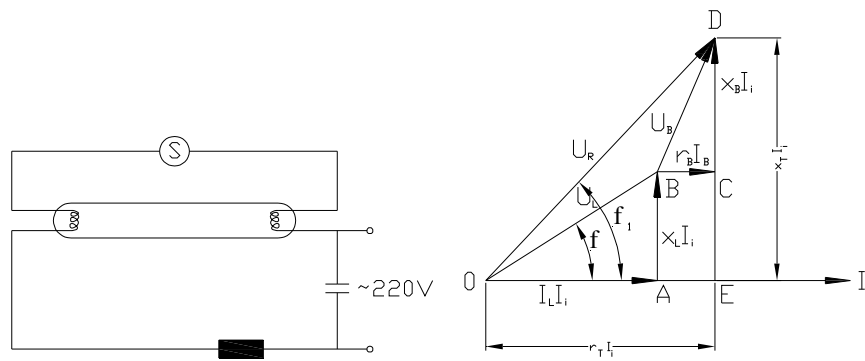


Fig. 2.3

b. Montaje cu balast capacitiv (fig. 2.4).

Montajul cu balast capacitiv utilizeaza aceeași lampă și respectiv bobină, dar se mai adaugă și un condensator care îmbunătățește factorul de putere și crește timpul de amorsare la cca. 6 secunde.

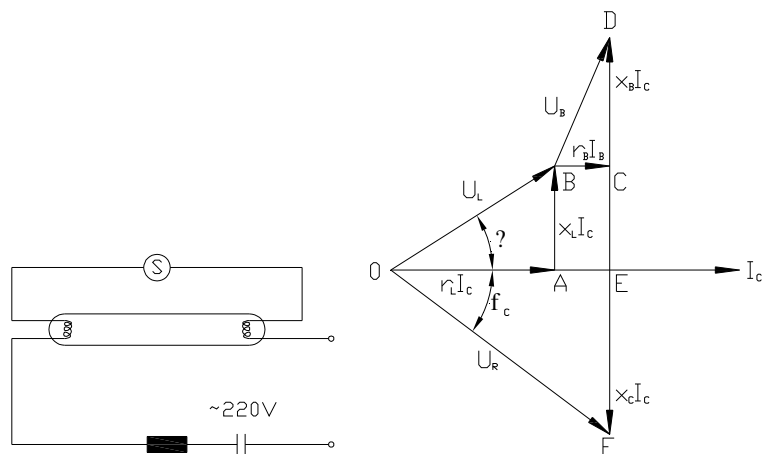


Fig. 2.4.

c. Montaj fără starter sau cu aprindere rapidă (fig. 2.5)

Se utilizează când se impune o aprindere instantanee. Cu ajutorul unui circuit oscilant cu frecvență proprie în jurul valorii de 50[Hz] se obține supra-tensiunea de amorsare.

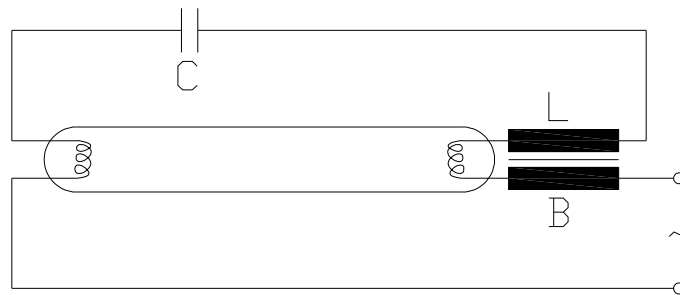


Fig. 2.5

d. Montajele duo și dublu duo (fig. 2.6)

Sunt constituite din două sau mai multe circuite cu tuburi fluorescente în paralel, unul cu balast inductiv și altul cu balast capacitiv. Datorită faptului că cei doi cureni sunt defazați unul față de celălalt cu  $120^\circ$  și fluxurile luminoase vor fi decalate cu același unghi, lucru ce permite înlăturarea efectului stroboscopic cauzat de pâlpâirea lămpii

Montajele stroboscopice se pot realiza și prin montarea succesivă a lămpilor fluorescente pe cele trei faze ale rețelei, folosindu-se decalajul de fază existent. În această situație pot fi utilizate balasturi de un singur tip, dar se obține o reducere a efectului stroboscopic factorul de putere este scăzut (0,5) comparativ cu montajele duo pentru care  $\cos\phi \approx 0,95$ . Diagrama fazorială a curenilor (fig. 2.6. b) se obține prin construirea diagramelor anterioare.

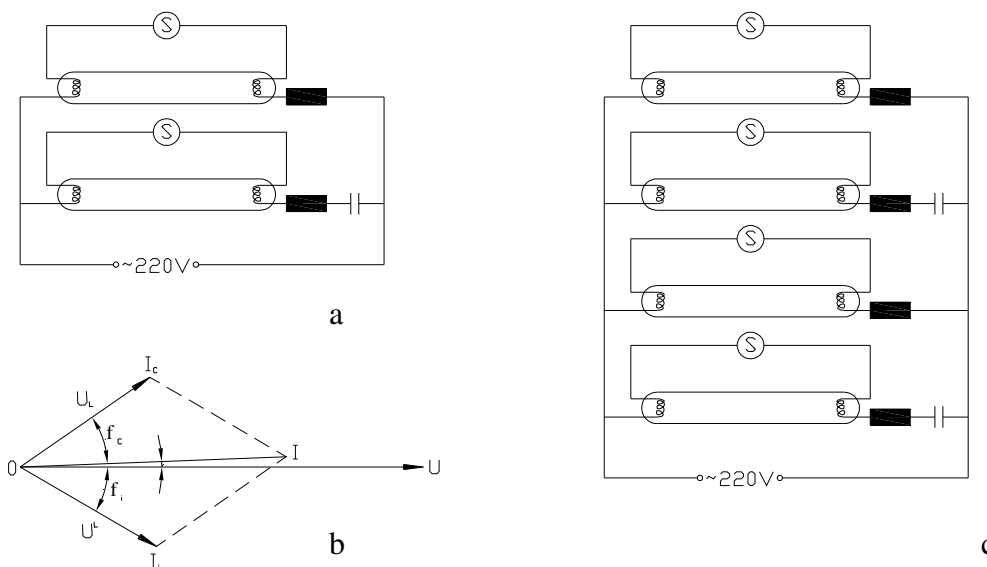


Fig. 2.6

**4. Ameliorarea factorului de putere al lămpilor fluorescente cu balast inductiv**

În cazul montajului lămpilor fluorescente cu balast inductiv s-a observat că factorul de putere are valori coborâte, ceea ce implică un consum de energie reactivă mare în raport cu energia activă. Deoarece un factor de putere scăzut influențează negativ rețeaua de alimentare, se impune ameliorarea acestuia, care se realizează frecvent cu condensatori statici.

Mecanismul compensării, precum și diagrama fazorială a curenților în acest caz sunt indicate în fig. 2.7.

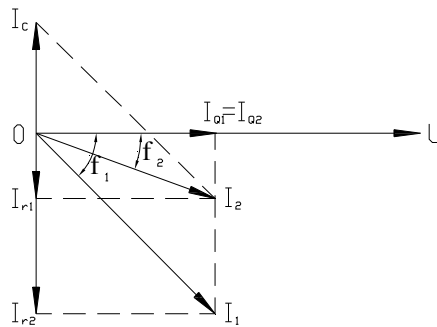


Fig. 2.7

Instalația lampă-balast inductiv prezintă un defazaj între curentul din circuit  $I_1$  și tensiunea la borne  $U$ . Prin introducerea unui curent  $I_c$  debitat de condensator și defazat cu  $\pi/2$  înaintea tensiunii, se obține o micșorare a decalajului indicat și deci o îmbunătățire a factorului de putere.

Intrucât componenta activă a curentului absorbit a rămas aceeași modificându-se numai componenta reactivă, se poate scrie:

$$I_{a1} = I_1 \cos \varphi_1 \quad \text{și} \quad I_{a2} = I_2 \cos \varphi_2$$

dar  $I_{a1} = I_{a2}$  deci  $I_2 = I_1 \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2}$

pentru componentele reactive avem:

$$I_{r1} = I_1 \sin \varphi_1 \quad \text{și} \quad I_{r2} = I_2 \sin \varphi_2$$

și  $I_c = I_{r1} - I_{r2} = I_1 \sin \varphi_1 - I_2 \sin \varphi_2 = I_1 \sin \varphi_1 - I_1 \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \sin \varphi_2$

$$I_c = I_1 (\sin \varphi_1 - \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2) \quad \text{sau} \quad I_c = I_1 \cos \varphi_1 (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

dar  $I_c = \omega UC$  de unde rezultă:  $C = \frac{10^6}{U} I_1 \cos \varphi_1 (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$  [ $\mu\text{F}$ ], iar în funcție de puterea absorbită  $P$  avem:

$$C = \frac{10^6}{U} P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

De menționat că de data aceasta  $C$  este capacitatea bateriei de condensatoare ce trebuie montată în paralel cu instalația pentru a ameliora factorul de putere al rețelei de la valoarea  $\cos \varphi_1$  la valoarea  $\cos \varphi_2$  ( $\cos \varphi_2$  fiind factorul de putere sub care lucrează rețeaua între locul de montare al bateriei și sursa de alimentare, montajul propriu-zis lucrând tot la  $\cos \varphi_1$ ).

## 5. Influența variației tensiunii de alimentare asupra parametrilor lămpilor fluorescente

După cum se știe parametrii lămpilor fluorescente sunt:

$P$  - puterea absorbită de la rețea (W);

$\Phi$  - fluxul luminos emis;

$\eta = \Phi/P$  - eficacitatea luminoasă;

$D$  - durata de funcțiune.

Eficacitatea luminoasă a lămpilor fluorescente depinde de calitatea calorimetrică a substantelor fluorescente și de finețea și omogenitatea ei, precum și de pierderile electrice în elctrozi: lămpile cu culori calde au eficacitate luminoasă mai mică.

Eficacitatea maximă a montajului cu lămpi fluorescente este de 80 [lm/W] dar în practică nu se depășește 60 [lm/W].

Durata de funcționare este de cca. 4000 ore, depinzând de timpul între două amorsări succesive.

În primele 100 ore de funcționare ale lămpii fluorescente se reduce fluxul luminos cu cca. 10% datorită degradării luminoforului sub acțiunea vaporilor de mercur.

În figura 2.8 se indică modificarea parametrilor lămpilor fluorescente la variația tensiunii de alimentare.

Se constată faptul că eficacitatea luminoasă scade cu creșterea tensiunii de alimentare, deoarece crește curentul prin filament.

Durata de funcționare scade cu reducerea tensiunii deoarece crește timpul de amorsare și filamentele se uzează.

La temperaturi scăzute (peste 25°) scade eficacitatea luminoasă prin creșterea radiațiilor infraroșii, iar la temperaturi sub 0°C mercurul se condensează, nu se mai volatilizează.

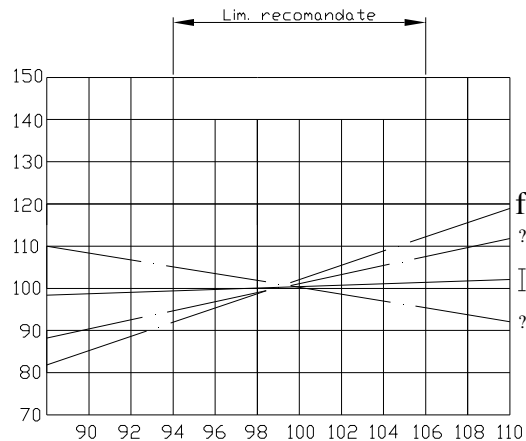


Fig. 2.8

## **6. Desfășurarea lucrării:**

- Se realizează montajul din figura 2.9:
- Se vor măsura și calcula I, U, P,  $\cos \varphi$  pentru montajele cu balast inductiv, capacitiv și duo.
- Se va calcula valoarea capacității condensatorului utilizat pentru îmbunătățirea factorului de putere la  $\cos \varphi = 0,95$  pentru montajul cu balast inductiv.
- Se vor oscilografia formele de undă ale tensiunilor și curenților.

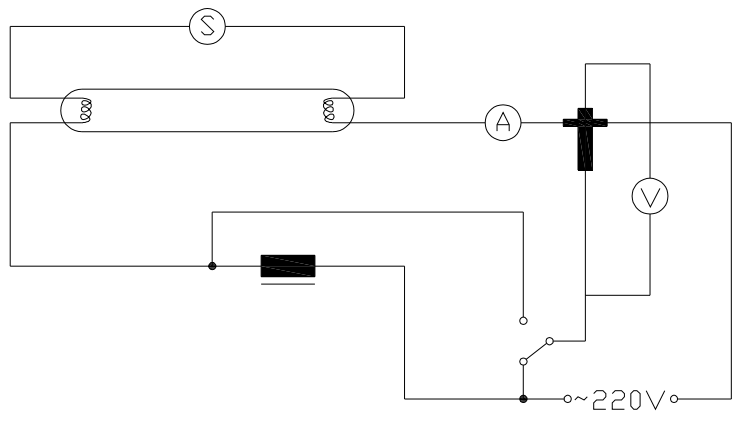


Fig. 2.9.