

## ANALIZA EFECTULUI DE FLICKER

### 1. Introducere

Apariția efectului flicker este însoțită de o serie de consecințe negative, ale căror sursă, expresie și intensitate fac obiectul de studiu al acestei lucrări. În ceea ce privește aspectul lor cantitativ, se propune analiza descriptivă și funcțională a unui aparat de evaluare a dozei de flicker existentă într-un mediu oarecare de muncă. Pe baza măsurărilor efectuate, se poate decide oportunitatea implementării unor măsuri de reducere a acestui efect negativ.

### 2. Considerații de ordin teoretic

#### 2.1. Efectul de flicker

Prin efect “*flicker*” se înțelege acea senzație de jenă fiziologică a ochiului omenesc, datorată variației fluxului luminos emis de sursele de lumină. Printre urmările importante ale acestui efect se numără deteriorarea performanței factorului uman în procesul de producție, cum ar fi comiterea unui număr mai mare de erori (cauzând, astfel, reducerea productivității muncii), insinuarea unei iritabilități și afectarea pe termen lung a sistemului vizual. Alte efecte perturbatoare:

- ❖ deformarea imaginii televizoarelor;
- ❖ deranjarea funcționării optime a aparatelor radio și a altor aparate electronice.

Variațiile fluxului luminos, direct răspunzătoare de manifestarea efectului flicker, au drept cauze următoarele probleme:

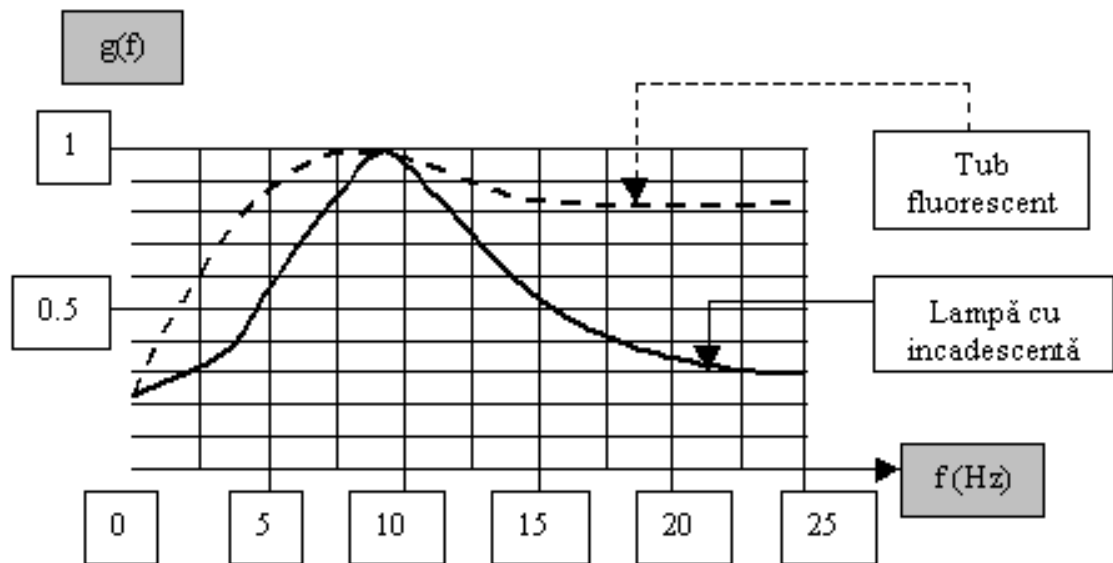
- fluctuațiile valorii eficace a tensiunii (definite ca abateri cu caracter repetitiv, ciclic sau aleator, cu un gradient  $\Delta U/\Delta t$  mai mare de 1%,  $\Delta t = 1s$ );
- fluctuații provocate de funcționarea intermitentă a unor receptoare, care produc șocuri de putere reactivă în rețea, cum ar fi:
  - frigidere;
  - ascensoare;
  - aparate de sudură (la JT);
  - laminoare;
  - pompe;
  - locomotive electrice (la ÎT).

Fluctuațiile de tensiune pot fi clasificate în două mari categorii:

- variații periodice, cu o frecvență de la 0.5 până la 25 Hz;
- salturi bruște de foarte joasă frecvență.

Pe baza experiențelor efectuate la nivelul unui ansamblu alcătuit dintr-o lampă cu incandescență și sistemul vizual al unui observator, în condițiile unor fluctuații sinusoidale ale tensiunii, s-au formulat următoarele observații:

- Gradul de jenă resimțită de observator depinde direct proporțional de pătratul amplitudinii fluctuației și de durata de viață a acesteia.
- La o amplitudine constantă a fluctuației, maximum de jenă este resimțit la o frecvență de 10 Hz a fluctuației. La această frecvență, pragul de perceptibilitate este de 0.3% din  $U_{\max}$ .
- Senzația de jenă resimțită în cazul unei fluctuații de frecvență și amplitudine oarecare ( $f$ ,  $a_f$ ) este identică cu cea trăită în cazul unei fluctuații de frecvență 10 Hz, cu amplitudinea de  $a_{10} = g_f a_f$ , unde  $g_f$  este o funcție de frecvența  $f$ , căreia îi corespunde următoarea curbă de variație:



- Dacă fluctuația reală de tensiune e rezultatul suprapunerii mai multor fluctuații sinusoidale, de amplitudini și frecvențe diferite, flickerul provocat poate fi echivalat cu o fluctuație virtuală de frecvență 10 Hz și având amplitudinea:

$$a_{10} = \sqrt{\sum_{i=1}^n a_i^2 \cdot g_{fi}^2} \quad (1)$$

unde:

$n$  este numărul fluctuațiilor componente;

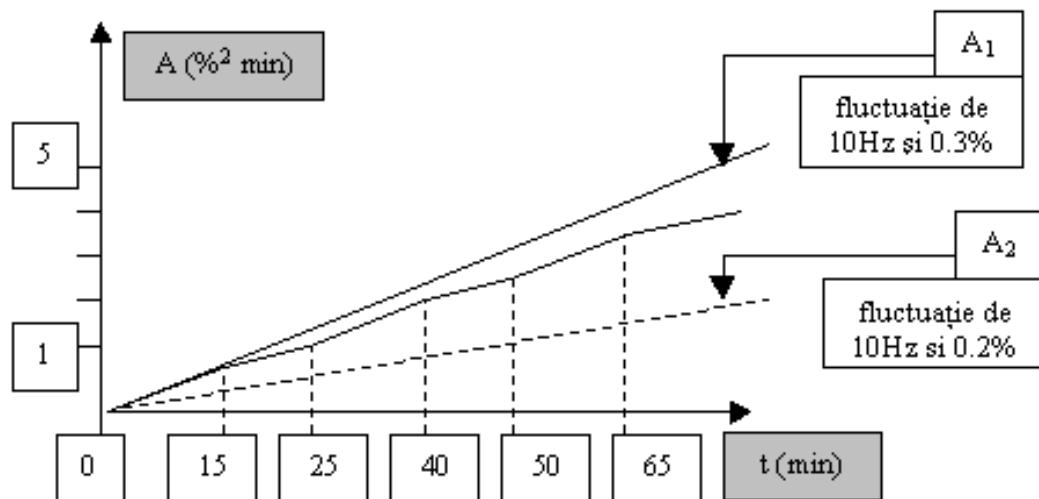
$a_i, g_{fi}$  reprezintă amplitudinea și valoarea funcției de frecvență corespunzătoare componente  $i$ .

Senzația de jenă fiziologică a ochiului omenesc, acumulată într-un interval de timp, se poate evalua cu ajutorul unei mărimi, numită **doză de flicker**, proporțională cu pătratul amplitudinii fluctuației și cu durata acesteia, conform relației:

$$f = \int_0^T a_{10}^2 dt \quad (2)$$

unde prin  $a_{10}$  s-a notat amplitudinea fluctuației de frecvență 10 Hz ce echivalează, din punct de vedere al efectului de flicker, fluctuația reală.

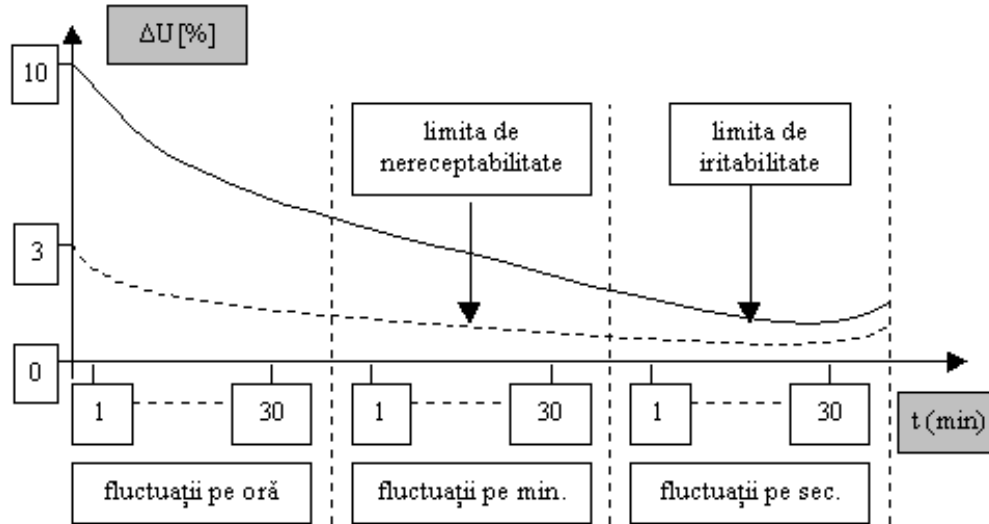
Dacă se cunoaște variația dozei de flicker în timp, atunci se poate stabili o **curbă limită a suportabilității** ce nu trebuie depășită:



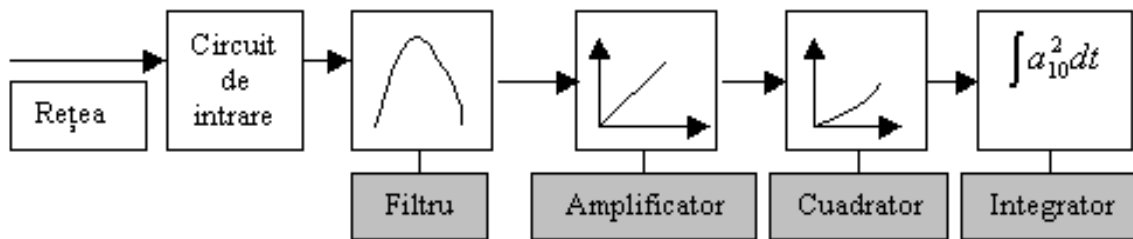
Această curbă limită se construiește dintr-o succesiune de segmente de dreaptă, un segment fiind paralel cu dreapta corespunzătoare fluctuației de (10 Hz, 0.3%) și având durata de 15 minute, următorul fiind paralel cu fluctuația de (10 Hz, 0.2%) și durând 10 minute. De obicei, curba limită se trasează pentru un interval de 8 ore.

Principiile de măsurare a efectului flicker depind de tipul fluctuațiilor ce-l produc.

În cazul fluctuațiilor periodice, doza de flicker se măsoară cu aparate speciale, denumite **flickermetre**. Importanța cunoașterii valorii acestui parametru este justificată de necesitatea ca valorile limită corespunzătoare acestuia să nu fie depășite de cele măsurate. Numărul și valorile admise ale fluctuațiilor de tensiune ce apar în rețelele electrice sunt prezentate în următoarea figură:



Schema de principiu a unui flickermetru este prezentată în cele ce urmează:



După cum se observă, tensiunea perturbată este aplicată unui circuit de intrare care are rolul de a demodula și filtra tensiunea. Ulterior, fluctuațiile sinusoidale sunt aplicate unui filtru liniar ce are curba de răspuns indicată în figura anterioară.

Semnalul răspuns al acestui filtru este apoi amplificat, ridicat la pătrat și integrat, finalmente obținându-se la ieșire o mărime a cărei valoare este proporțională cu doza de flicker,  $A$ .

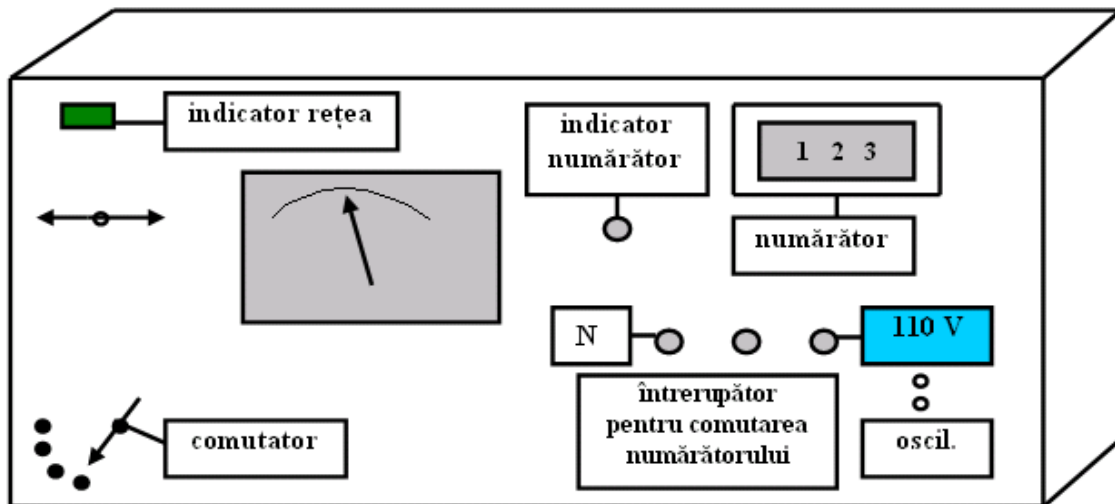
În cazul flickerului creat de variațiile bruște ale tensiunii, metoda de măsurare presupune efectuarea unor înregistrări oscilografice ale tensiunii sau monitorizarea puterilor activă și reactivă absorbite de receptorul problemă, operații prin care se pot determina atât amplitudinea salturilor de tensiune, cât și frecvența lor de repetiție (direct în cazul oscilografierii tensiunii; prin calcule,  $\Delta U = (\Delta Q/S_n)100$  (%), în cazul monitorizării puterii absorbite).

## 2.2. O analiză descriptivă și funcțională a flickermetrului.

Pe lângă blocurile din structura de bază a unui flickermetru, prezentate anterior, în realitate mai sunt atașate și alte componente:

- un comutator electronic, situat după integrator, ce are rolul ca, atunci când semnalul de ieșire din integrator depășește o anumită valoare ( $1/400$  din doza unitate de flicker), să acționeze un numărător electromagnetice ce permite determinarea dozei de flicker prin înmulțirea cu  $1/400$  a indicației numărătorului;
- un voltmetru electronic de vârf, ce permite citirea directă a valorilor instantanee ale mărimii  $a_{10}$ ;
- un osciloscop, ce permite vizualizarea semnalului perturbator.

O vedere de ansamblu a flickermetrului este prezentată în următoarea figură:



## 3. Modul de desfășurare a lucrării

- Se etalonează flickermetrul existent în laboratorul de Transportul și distribuția energiei electrice. Pentru etalonare, flickermetrul se poate alimenta de la un generator de joasă frecvență prin intermediul bornelor situate pe una din fețele laterale (vezi figura anterioară); în cazul funcționării obișnuite, aceste borne sunt scurtcircuitate, semnalul analizat fiind adus de cablul de alimentare. Corectitudinea etalonării este verificată după cum urmează:

- se măsoară amplitudinea  $A_{10}$  a unui semnal de 10 Hz produs de generatorul de joasă frecvență;
  - valoarea  $\frac{A_{10} \cdot 100}{220 \cdot \sqrt{2}}$  trebuie să fie aceeași cu valoarea indicată de voltmetrul electronic de vârf;
  - valoarea  $\int_0^T \left( \frac{A_{10} \cdot 100}{220 \cdot \sqrt{2}} \right)^2 dt \cdot 400$  trebuie să se identifice cu numărul de impulsuri 'n' măsurat de numărător ( $t$  se măsoară în minute,  $A$  în volți).
- ✓ Odată finalizate aceste verificări, se lasă flickermetrul în funcțiune câteva zeci de minute, observându-se dacă doza cumulată de flicker ( $n/400$ ) se situează deasupra sau sub curba limită.
- ✓ În condiții reale de utilizare, manipularea flickermetrului presupune următoarele operații:
- pentru început, flickermetrul se conectează la rețeaua în care se dorește verificarea existenței flickerului și, în cazul detectării, măsurarea dozei acestuia;
  - se lasă aparatul în funcțiune pe perioada unui schimb, de regulă 8 ore;
  - se citește indicația numărătorului  $n$  și se calculează doza de flicker  $A$  înmulțind valoarea indicată cu  $1/400$ ;
  - se decide dacă flickerul examinat este tolerabil sau nu, după cum punctul de coordonate ( $t = 480$  minute,  $A = n/400$ ) se află sub sau, respectiv, deasupra curbei limită a suportabilității.

### Bibliografie

1. **Georgescu Gh.**, *Sisteme de distribuție a energiei electrice*, Editura Politehniun, Iași, 2007.
2. **Georgescu Gh., Neagu B.**, *Proiectarea și exploatarea asistată de calculator a sistemelor publice de repartiție și distribuție a energiei electrice*, vol. 1, partea I-a, Editura Fundației Academice AXIS, Iași, 2010.
3. **Georgescu Gh.**, *Transportul și distribuția energiei electrice. Lucrări practice de laborator*, Editura Politehniun, Iași, 2005.
4. **Georgescu Gh.**, *Elemente ale liniilor electrice în cablu*, Editura Venus, Iași, 2005.
5. **Georgescu Gh., Rădășanu D.**, *Transportul și distribuția energiei electrice*, vol. 1, Editura "Gh. Asachi", Iași, 2000.