

REGLAREA NIVELULUI FLUXULUI LUMINOS AL LĂMPILOR – DE CE? ȘI ... CUM?

Petru PERICLE-MICU

Legrand România

Rezumat

Prezentul articol își propune să prezinte câteva aspecte de bază privind funcționarea dispozitivelor de reglare a nivelului fluxului luminos, cunoscute sub numele de variatoare de tensiune sau «dimmere» prin preluarea directă a termenului din limba engleză. Sunt amintite în mod succint câteva avantaje ale folosirii variatoarelor, principiile de funcționare, tipurile de surse de lumină care pot fi reglate, precum și aspectele ce stau la baza dimensionării sistemelor.

1 Pe scurt – De ce?

În ultimii 20 de ani, computerele și electronica au devenit o prezență din ce în ce mai importantă în viața noastră, influențând de o manieră radicală majoritatea domeniilor de activitate. Evoluția societății a dus la creșterea exigențelor în ceea ce privește asigurarea unui climat de trai și de lucru cât mai sigur și confortabil în condițiile unui consum energetic rațional. Astfel au apărut noi materiale și metode de lucru și a fost posibilă realizarea «clădirilor inteligente» în care controlul sistemelor de iluminat (și nu numai) se realizează în mod automat în funcție de o multitudine de parametri (destinația spațiului, gradul de ocupare, programul de funcționare, ambianța dorită, aportul de lumină naturală).

Asigurarea unei ambianțe cât mai speciale este o cerință din ce în ce mai des întâlnită, în tot mai multe programe de arhitectură. Dacă acum câțiva ani acest lucru era valabil doar pentru aplicații de tipul studiourilor de televiziune sau sălilor de spectacol, în prezent spațiile multifuncționale ale clădirilor de birouri, galeriile comerciale, restaurantele sau locuințele de un anumit standard sunt în mod curent dotate cu dispozitive (dimmere sau variatoare de tensiune) care să permită reglarea nivelului fluxului luminos al lămpilor.

Pe lângă crearea unei ambianțe intime, utilizarea variatoarelor asigură și alte avantaje. Unul dintre acestea - deloc neglijabil - este prelungirea duratei de funcționare a surselor de iluminat. S-a demonstrat în mod experimental că pentru o diminuare cu numai 5% a valorii tensiunii de alimentare se obține dublarea duratei de viață a surselor de tipul celor cu incandescență clasice sau cu halogen, alimentate la 220 V sau la foarte joasă tensiune - [1]

Tipurile avansate de variatoare asigură în mod suplimentar și funcțiunea generic numită «soft start». La acționarea variatorului, amorsarea lămpii se realizează în mod progresiv până la atingerea nivelului maxim (sau a unuiu prestabilit) al tensiunii. Această funcțiune este deosebit de importantă, mai ales în cazul surselor cu incandescență. În cazul unui întreruptor obișnuit, la amorsarea lămpii, filamentul este parcurs brusc de curentul electric, fiind astfel supus unui șoc termic ce poate duce la defectarea sa. O amorsare progresivă - «soft start» - reduce acest risc și, implicit, prelungește durata de exploatare a sursei.

Un alt avantaj important este și economisirea energiei electrice. Percepția luminii de către ochiul uman nu se realizează în mod linear. Cercetările au demonstrat că este nevoie de o reducere cu cel puțin 10% a nivelului fluxului luminos pentru ca aceasta să poată fi observată și conștientizată. Acestei reduceri a nivelului fluxului luminos îi corespunde o economie de energie de aproape 10%. Pentru o scădere cu 50% a nivelului fluxului lămpii se realizează o economie de energie de aproximativ 40% - [2]

2 Principiul de funcționare al variatoarelor

Reglarea nivelului fluxului luminos se realizează prin alimentarea cu energie a surselor de iluminat pentru un timp mai mic sau egal cu cel corespunzător unei semiperioade a ciclului alternativ sinusoidal de generare a curentului electric.

Tipul «standard» de variator existent în prezent realizează acest lucru cu ajutorul tiristorului (sau triacului) care intră în componența sa - Figura 1.

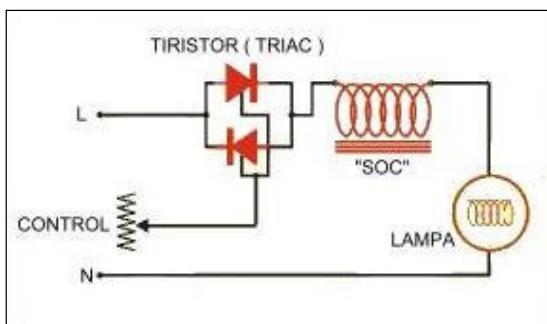


Figura 1 Schema de principiu a unui variator

Tiristorul (triacul) întrerupe trecerea curentului electric de fiecare dată când acesta își schimbă polaritatea [3] (de 100 de ori pe secundă în cazul unei frecvențe de 50 Hz). Deblocarea circuitului se realizează numai după ce semiconductorul este «deschis» cu ajutorul unui semnal de control. Valoarea curentului crește brusc de la zero la cea instantanee corespunzătoare aceluia moment - Figura 2.

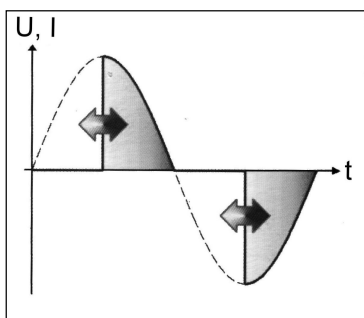


Figura 2
Modificarea
ciclului
sinusoidal
- tip «ascendent»

Momentul «deschiderii» tiristorului este reglat (prin acționarea dimmerului) în funcție de efectul dorit: înainte, după sau chiar în momentul de maxim al sinusoidelor.

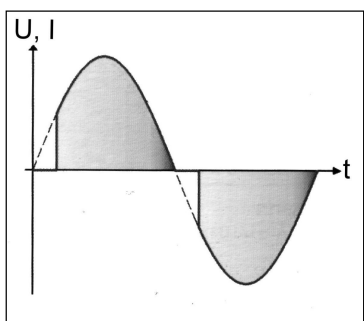


Figura 3
Nivel crescut al
fluxului luminos

Nivelul fluxului luminos este direct proporțional cu timpul cât sursa de lumină este parcursă de curent - Figurile 3 și 4.

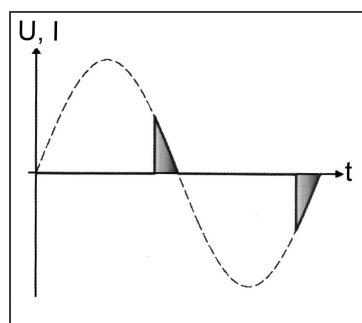


Figura 4
Nivel redus al
fluxului luminos

Cel de-al doilea mod de reglare este specific variatoarelor echipate cu tranzistori, modificarea sinusoidelor realizându-se în mod «descendent», adică de la o valoare instantanee oarecare a intensității curentului către valoarea zero - Figura 5.

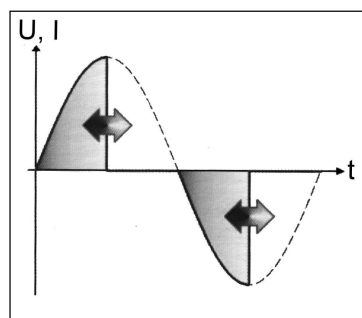


Figura 5
Modificarea
ciclului
sinusoidal
- tip «descendent»

Tranzistorul oferă (asemeni tiristorului) posibilitatea întreruperii, respectiv deblocării circuitului, permițând de asemenea și controlul gradual al scăderii curentului prin circuit. În acest mod este eliminată apariția vârfurilor de curent ce pot apărea la deblocarea circuitelor, în cazul variatoarelor cu tiristor - Figura 6.

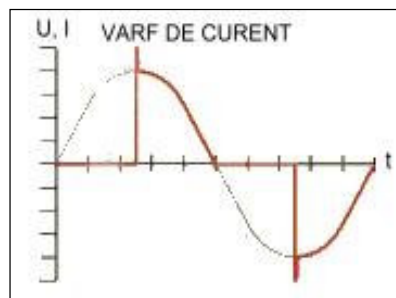


Figura 6 Vârfurile de curent în cazul variatoarelor cu tiristor

În al doilea rând este înlăturat și efectul perturbațiilor electrice - ce pot afecta atât sursele de lumină cât și circuitele de alimentare ale acestora - produse de tiristor la deschiderea circuitului, în timpul fiecărei semiperioade a sinusoidei (deci de 100 de ori pe secundă). Sarcinile inductive (așa numitele «șocuri») ce intră în construcția variatoarelor «standard» în scopul atenuării acestor perturbații și disipării

energiei sunt cunoscute pentru dimensiunile mari, căldura și mai ales zgomotul inevitabil pe care îl produc - [4].

3 Câteva cuvinte despre sursele de lumină

Este important de menționat că nu toate sursele de lumină sunt reglabile. În tabelul 1 sunt prezentate situațiile întâlnite în mod curent în practică.

Tabelul 1 Tipuri de surse de lumină reglabile - [1]

TIPUL SURSEI	REGLABILĂ	TIPUL VARIATORULUI
Incandescentă clasică	Da	Orice tip
Incandescentă cu halogen 220 V	Da	Orice tip
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu transformator feromagnetic	Da	Variator cu modificare ascendentă a fazei (cu tiristor/triac)
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu «transformator» electronic	Da	Variator cu modificare descendentă a fazei (cu tranzistor)
Lămpi fluorescente cu balast convențional	Da, pentru anumite tipuri de balast; între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă a fazei (cu tiristor/triac)
Lămpi fluorescente (tubulare și compacte) cu balast electronic	Da, în funcție de tipul balastului; între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă sau descendentă a fazei
Lămpi fluorescente compacte soclu E27	Da, între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă sau descendentă a fazei

4 Aspecte privind dimensionarea sistemelor

Odată stabilit tipul sursei de lumină, ca prim pas în alegerea tipului de variator, este necesar și un calcul sumar de dimensionare a sistemului. Pentru circuite cu puteri mici (sub 1000 W) sunt, în general, suficiente variatoare de dimensiuni reduse, ce se pot monta similar cu un întreruptor obișnuit. La valori mai mari ale puterii consumate sunt necesare variatoare speciale, cu montaj în tabloul electric și comandă de la distanță prin dispozitive auxiliare.

În continuare sunt prezentate schematic etapele calculului de dimensionare și principalele categorii de pierderi de care este recomandabil să se țină seama - [1]:

- Stabilirea *numărului de surse* (N_s) de lumină de pe circuitul comandat.
- Stabilirea *puterii electrice nominale a fiecărei surse* (P_{ns}): conform indicațiilor producătorului.

- Stabilirea *pierderilor de putere* (Δp): în funcție de tipul sursei de lumină. În tabelul 2 sunt exemplificate câteva cifre orientative. Aceste valori trebuie indicate de producătorul surselor de lumină în cauză, pentru asigurarea bunei funcționări, anumite tipuri de variatoare (în special cele pentru sursele fluorescente) necesită montarea în circuit a unei sarcini cu caracter rezistiv. Valoarea pierderilor de putere produse de această sarcină este specificată de producătorul variatorului

- *Puterea totală* (P_T) necesară reprezintă suma dintre puterea nominală a tuturor surselor și pierderile de putere

$$P_T = P_{ns} \cdot N_s + \Delta p$$

- *Puterea necesară a variatorului* (P_{nd}): trebuie să acopere valoarea puterii totale necesare, majorată cu un coeficient de siguranță de minim 10% (K_{sig})

$$P_{nd} = P_T \cdot K_{sig}$$

- *Puterea reală a variatorului (P_{rd}):* reprezintă valoarea corectată a puterii nominale a aparatului (P_{nom}), comunicată de producător. Corecția ține cont de condițiile efective de montaj ale variatorului ($F_c\%$).

$$P_{rd} = P_{nom} \cdot (1 - F_c \%)$$

Spre exemplu, pentru un montaj în perete de ghips carton, valoarea puterii

reale este cu 15% mai mică decât cea a puterii nominale.

- În cazul în care temperatura mediului ambiant depășește valoarea pentru care a fost proiectat aparatul pot apărea diminuări semnificative ale puterii nominale, diminuări de care trebuie să se țină cont. Figura 7 prezintă variația puterii nominale în funcție de temperatură, pentru variatoarele Legrand.

Tabelul 2 Valori orientative ale pierderilor de putere

TIPUL SURSEI	PIERDERI DE PUTERE
Incandescentă clasică	Nu sunt pierderi suplimentare
Incandescentă cu halogen 220 V	Nu sunt pierderi suplimentare
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu transformator feromagnetic	15 – 25% din valoarea puterii nominale a transformatorului
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu «transformator» electronic	Aproximativ 5% din puterea nominală a transformatorului
Lămpi fluorescente cu balast convențional	În funcție de tipul balastului
Lămpi fluorescente cu balast electronic	Între 5 și 10% din puterea nominală a balastului
Lămpi fluorescente compacte cu balast electronic	Între 5 și 10% din puterea nominală a balastului

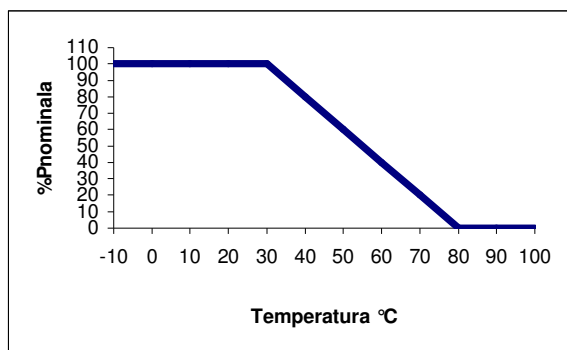


Figura 7 Variația puterii nominale în funcție de temperatură - [1]

Bibliografia

1. Legrand Ostereich G.m.b.h. "Die Neue Welt – Schalterkatalog 2001"
2. www.futronix-info.com, Robino Otto – Article on "Intelligent lighting control systems"
3. www.ubasics.com/adam/electronics/doc/phasecontrol.shtml, Adam Davis – Article on Dimming
4. www.ies.nl/info%20IGBT.htm, "An introduction to the benefits of low noise I-TEC dimming technology"

THE DIMMING OF THE LIGHT – WHY? AND ... HOW?

Abstract

The above article is presenting some aspects regarding the dimmers – the electrical devices used to adjust the level of the luminous flux. The main subjects, approached by the article are the following: the benefits of light dimming, how do dimmers work, the main types of dimmable lamps, how do we choose a dimmer.

1 Briefly – Why ?

In the last 20 years electronics and computers have profoundly influenced the development of most areas of people's lives. As society has changed, buildings have evolved in their design to provide a more comfortable, secure and energy conscious environment. The "intelligent buildings" are equipped with evolved controls, which are operating lighting automatically according to the function of an area, the time of day, ambient light levels, or occupancy.

Creating an appropriate ambience has become a “standard” requirement not only for television studios or theatre halls. The office buildings, the commercial galleries, the restaurants or even the habitation of high and medium level are currently equipped with dimmers.

The reduced lamp replacement cost is an important advantage. It has been experimentally shown that the life of the incandescent lamps (classic or halogen lamps is two times longer than normal for just 5% reduction of the voltage - [1].

The “soft start” function (ramp or fade the lamp gradually, to a preset level), available on more evolved systems is also extending the life of the lamps.

Another benefit that occurs from the use of the light dimming is the energy saving. Because the human eye perceives light non-linearly, it is possible to reduce light levels by over 10% before the reduction in brightness is noticed. This would lead to a near 10% saving in energy consumption. A 50% reduction in dimming levels would save around 40% of the energy - [2].

2 How do dimmers work ?

The adjustment of the level of the luminous flux refers to allowing only portions of alternative current cycle to go through the lamp.

The standard power device in use today is the thyristor, or its derivative, the triac - Figure 1. Both these devices operate by blocking power to the lamp until they are switched on by a control signal, at which time (the trigger point) current flows almost instantaneously to the lamp, and continues to flow until the end of the half cycle of the mains waveform - [3]. At the “zero crossing point” the device turns off and passes no more current until being triggered again at a point in the next half cycle - Figure 2. This repetitive effect of turning on and off power averages out, creating a constant intensity level, and by altering the precise trigger point over a period of time, the intensity of the lamp may be varied from no power (no trigger signal), to low intensity (late trigger point), to high intensity (earlier trigger point) - Figures 3 and 4.

A more recent type of dimmer is equipped with transistors. The alternative current cycle is modified descendent, from an instantaneous value to zero - Figure 5. Compared with a thyristor, a transistor is not limited to operating as switching device, but can control current gradually. This is a good way to eliminate high peak currents created in the process by the thyristors - Figure 6.

It is well known that the switching-on process of a thyristor device causes the harmonic currents and noise experienced with dimmers due to the rate of change of current (100 times every second). With no step change in power to contend with, the dimmer needs no choke - [4].

3 Some words about the lamps

It is important to know that not all types of lamps are dimmable. The Table 1 is presenting the situations that are currently experienced in practice.

4 How do we choose a dimmer

There are some basic rules to be taken into consideration when choosing a dimmer. The main steps of the process are listed below - [1]:

- ❑ Establishing the *number of lamps (N)* from the circuit.
- ❑ Establishing the *rated power of each lamp (P_{ns})*
- ❑ Establishing the *power loss (Δp)* – according to the type of the lamp. The Table 2 is indicating some estimative values. Those values are usually prescribed by the lamps’ manufacturer. Some dimmer types (especially for fluorescent lamps) are requiring a resistive charge to be included on the circuit. The power loss produced by this charge is indicated by the manufacturer.
- ❑ The *total required power (P_T)* – is the sum between the total rated power of the lamps and the power loss.
- ❑ The *required power of the dimmer (P_{nd})* – it is usually at least 10% bigger than the total power. A correction factor (K_s) is to be used.

- The *rectified power of the dimmer* (P_{rd}) is taking into consideration the external conditions that can influence the dimmer. The correction factor ($F_c\%$) to apply to the rated power of the dimmer (P_{nom}) is usually indicated by the manufacturer of the dimmer.

For example: the environment temperature (when bigger than the rated one) is influencing the power of the dimmer - Figure 7.

Petru PERICLE-MICU

Legrand România
Str. Ion Neculce Nr. 14, Sector 1, București
Tel./Fax: + 401 222 79 01
Tel./Fax: + 401 222 42 80
e-Mail: legrand@fx.ro



Absolvent al Facultății de Instalații din cadrul U.T.C.B, promoția 1995 și al Institutului de Arhitectură Ion Mincu București, promoția 1996.
În prezent – inginer soluții tehnice în cadrul biroului de reprezentare Legrand România.

Primit în redacție - 9.11.2001

Referenți:

Dr. Cornel BIANCHI, Dr. Florin POP