

EFFECT OF DIMMING AND CATHODE HEATING ON LAMP LIFE OF FLUORESCENT LAMPS

Eino TETRI

Helsinki University of Technology

Introduction

The Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology was done under supervise of Professor Liisa HALONEN from the Lighting Laboratory of Helsinki University of Technology. The pre-examiners of the thesis were prof. Dr.-Ing. D. GALL from the Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Ilmenau and prof. Dr.-Ing. M. NEIGER from the Lichttechnisches Institut of Universität Karlsruhe. The thesis was defended on 2nd of November, 2001. The honoured opponent was prof. Dr.-Ing. H.-J. SCHMIDT-CLAUSEN from the Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Darmstadt.

The research was carried out in the Lighting Laboratory of the Department of Electrical and Communication Engineering, Helsinki University of Technology. Most of the work was conducted as a part of the IDAS-project during the period 1996-1999. IDAS (Integrated daylighting system based on smart controls for user satisfaction) was funded in part by the European Commission within the framework of the Non-Nuclear Energy Programme JOULE III. The work presented in thesis forms part of the IDAS project.

1 Rules of an article dissertation

The thesis was made as an article dissertation. According to the degree regulations of Helsinki University of Technology, the following are acceptable as doctoral dissertations: either a monograph or an article dissertation, i.e., several scientific

articles, published or accepted for publication, and a summary of these. The article dissertation is now very popular in HUT, because of the following reasons. An article dissertation creates motivating intermediary goals and provides an opportunity to receive feedback and critique on the work from the academic community throughout the writing process. Writing an article dissertation is usually found to be motivating and an efficient way to learn how to compose scientific publications.

2 List of publications

The dissertation includes an overview and the following selection of the author's publications. The overview has 40 pages and it includes an introduction and a state-of-the-art review and it summarises the objectives, methods, results and conclusions of the research and the publications.

- I Tetri E. 1999. Effect of dimming on lamp life of fluorescent lamps. Proceedings of the 24th Session of the CIE, Publication no. 133, Warsaw, Poland. International Commission on Illumination. pp. 336-340.
- II Tetri E. 1997. Profitability of switching off fluorescent lamps: take-a-break. Right Light 4. Proceedings of the 4th European conference on energy-efficient lighting. Copenhagen, Denmark. pp. 113-116.
- III Lehtovaara J. & Tetri E. 2000. Energy savings through daylight. Ingineria Iluminatului 4. Romania. pp. 54-58.
- IV Tetri E. 2001. Daylight-linked dimming: effect on fluorescent lamp performance.

- Lighting Research and Technology. 8 p.
(*To be published.*)
- V Tetri E. 2001. Effect of cathode heating on lamp life in dimming use. IEEE Industry Applications Society. 36th Annual Meeting. Chigaco, USA. 6 p.
- VI Tetri E. 2001. Lamp life test. Report 27. Espoo. Helsinki University of Technology. Lighting Laboratory. 34 p.

3 Summary of the thesis

The aim of the research was to find out the effect of dimming on lamp life, colour characteristics and blackening of the lamp ends of fluorescent lamps. In addition, the aim of the research was to find out the optimum cathode heating provided by the electronic ballast.

Lamp life was studied using a lamp life test. There were 24 test groups and in each test group there were 15 lamps. Lamps were dimmed statically to a 1%, 5% or 15% luminous flux level or dimmed dynamically up and down thus simulating dimming according to daylight. The effect of cathode heating was studied with modified electronic ballasts.

When lamps burn continuously at low dimming levels, the lumen maintenance is larger than when lamps burn undimmed. The lumen maintenance of the undimmed test groups was 91.5%. The lumen maintenance of the static dimming test groups was 94.3%, while the lumen maintenance of the dynamic dimming test groups was 90.9%.

The shifts in colour temperatures between different manufacturers were larger than the variations due to the burning of lamps. The variations in colour rendering indices between individual lamps and caused by burning were insignificant.

The mortality of the undimmed test groups or Phase 1 was 22 % after 18 000 burning hours without the magnetic ballasts test group and the electronic test groups from the other manufacturer. The mortality of the static dimmed test groups or Phase 2 after 18 000 burning hours was 32 %, while

that of the dynamic dimmed test groups or Phase 3 was 22 %. Phases 2 and 3 are not entirely comparable, because in Phase 3 there were only the cathode heating levels nominal and +20 %. Mortality was higher in the dimmed test groups than in the undimmed test groups. Of the dynamic dimming test groups, the mortality was lowest in Dynamic 3, only 7 %. In Dynamic 3 there were no breaks. With electronic ballasts, lamps will reach their nominal lamp life, even if lamps are dimmed statically or dynamically.

Differences up to -10% in the cathode heating voltages made about 2% difference in the lamp life. When the cathode voltage differed by -50% from the optimum, the lamp life was less than a half the maximum. Most of the measured cathode heating voltages did not exceed the optimum. Therefore the relationship between the cathode heating voltage and the lamp life, when the cathode is overheated, is still unclear.

Results show that neither the lamp nor the electronic ballast are obstacles for wider use of daylight with artificial lighting. With the proper cathode heating level, the lamp will reach the nominal lamp life even if the lamp is dimmed according to daylight.

References

Tetri E. 2001. Effect of dimming and cathode heating on lamp life of fluorescent lamps. Doctoral Thesis. Espoo. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory. Report 28. 120 pp.



Eino TETRI

Doctor of Science (Tech.)
Helsinki University of
Technology
Lighting Laboratory
P.O.Box 3000
FIN-02015 HUT
Finland
eino.tetri@hut.fi
www.hut.fi/Units/Lighting/

EFFECTUL REGLĂRII NIVELULUI FLUXULUI ȘI ÎNCĂLZIRII CATODICE ASUPRA DURATEI DE VIAȚĂ A LĂMPILOR FLUORESCENTE

1 Introducere

Teza de dizertație pentru titlul de Doctor în Științe în Tehnologie a fost realizată sub coordonarea Profesorului Liisa HALONEN din cadrul Laboratorului de Iluminat de la Helsinki University of Technology (HUT). Pre-examinatorii tezei au fost Prof. Dr. Ing. D. GALL de la Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Ilmenau și Prof. Dr. Ing. M. NEIGER de la Lichttechnisches Institut of Universität Karlsruhe. Teza a fost susținută în 2 noiembrie 2001. Oponentul de onoare a fost Prof. Dr. Ing. H.-J. SCHMIDT-CLAUSEN de la Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Darmstadt

Cercetarea a fost realizată în Laboratorul de Iluminat din cadrul Departamentului de Inginerie Electrică și Comunicații al HUT. Majoritatea activității a fost îndreptată spre realizarea proiectului IDAS pe perioada 1996-1999. IDAS (Sistem integrat de iluminat natural bazat pe un control inteligent pentru satisfacția utilizatorilor) a fost finanțat în parte de către Comisia Europeană în cadrul Programului de energie ne-nucleară JOULE III. Lucrarea prezentată în teză face parte din proiectul IDAS.

2 Regulile unui articol de dizertație

Teza a fost realizată ca un articol de dizertație. Conform regulilor Helsinki University of Technology pentru obținerea titlului de doctor sunt acceptate următoarele: monografie sau articol, adică câteva articole științifice publicate sau acceptate pentru publicare și un sumar al acestora. Articolul de dizertație este acum foarte răspândit în HUT datorită următoarelor motive. Un articol creează scopuri intermediare motivate și asigură o oportunitate de a observa reacția și critica asupra lucrării de la

comunitatea academică prin procesul de redactare. Redactarea unei dizertații tip articol este deseori motivată și reprezintă un mod eficient de a învăța cum se întocmesc publicațiile științifice.

3 Lista de publicații

Teza de dizertație include o prezentare generală și următoarea listă de selecție a publicațiilor autorului. Prezentarea generală are 40 de pagini și cuprinde o introducere și o expunere a cunoașterii actuale și prezintă pe scurt obiectivele, metodele, rezultatele și concluziile cercetării și publicațiilor. *(vezi lista celor șase articole)*

4 Sumar al tezei

Scopul cercetării a fost de a determina efectul reglării nivelului fluxului luminos ("diming") asupra duratei de viață a lămpii, caracteristicile de culoare și înnegrirea capetelor lămpilor fluorescente. În plus, obiectivul cercetării a fost de a determina încălzirea optimă a catodului asigurată de balastul electronic.

Durata de viață a lămpii a fost studiată utilizând un test al duratei de viață a lămpii. S-au stabilit 24 de grupuri test și fiecare grup test a conținut 15 lămpi. Nivelul fluxului luminos al lămpilor a fost redus static până la 1%, 5% sau 15% sau reduce dinamic, astfel simulându-se diminuarea în raport cu lumina naturală disponibilă. Efectul încălzirii catodului a fost studiat cu ajutorul unor balasturi electronice modificate.

Dacă lămpile funcționează continuu la niveluri de reglare scăzute, menținerea fluxului este mai mare decât în cazul în care lămpile funcționează fără reglare. Menținerea fluxului luminos al grupurilor test fără reglare a fost de 91,5%. Menținerea fluxului luminos al grupurilor test reglate static a fost de 94,3%, în timp ce pentru grupurile test reglate dinamic a fost de 90,9%.

Diferențele de temperaturi de culoare ale diferiților producători sunt mai mari decât

variațiile datorită funcționării lămpilor. Variațiile privind indicii de redare a culorii între lămpi individuale și datorită funcționării acestora au fost nesemnificative.

Mortalitatea grupurilor test fără diminuare (faza 1) a fost de 22% după 18.000 de ore de funcționare, fără grupuri test cu balasturi magnetice și electronice de la alți producători. Mortalitatea grupurilor test reglate static (faza 2), după 18.000 de ore de funcționare a fost de 32%, iar pentru grupurile test reglate dinamic (faza 3) a fost de 22%. Fazele 2 și 3 nu sunt în totalitate comparabile, deoarece în faza 3 au existat numai niveluri de încălzire catodică nominale și +20%. Mortalitatea grupurilor test reglate a fost mai mare decât cea a grupurilor test nereglate. Referitor la grupurile test reglate dinamic, mortalitatea a fost cea mai scăzută în faza 3, de numai 7%. În faza 3 nu au existat întreruperi (pauze). Dacă lămpile sunt prevăzute cu balasturi

electronice, acestea vor atinge durata de viață nominală, chiar dacă lămpile sunt reglate static sau dinamic.

Diferențe de 10% în tensiunea de încălzire a catodului au condus la diferențe de 2% asupra duratei de viață a lămpii. Dacă tensiunea catodului variază cu -50% față de optim, durata de viață a lămpii este mai mică de jumătate din maxim. Majoritatea tensiunilor de încălzire a catodului măsurate nu au depășit optimul. Prin urmare, relația dintre tensiunea de încălzire a catodului și durata de viață a lămpii, atunci când catodul este supraîncălzit, nu este încă clară.

Rezultatele prezintă că nici lampa, nici balastul electronic nu reprezintă obstacole pentru utilizarea largă a luminii naturale în iluminatul artificial (corelare). Dacă nivelul de încălzire a catodului este corespunzător, lampa va atinge durata de viață nominală, chiar dacă lampa este reglată în raport cu lumina naturală

