



FOTO OSRAM

Metoder för att beskriva den förväntade livslängden hos LED-moduler i armaturer

ÖVERSÄTTNING AV EN TYSK ARTIKEL PÅ UPPDRAG AV BELYSNINGSBRANSCHENS LED-GRUPP
ÖVERSÄTTARE BÖRJE BERONIUS, BERON LJUSKONSULT

Förslag från en gemensam arbetsgrupp av LED-tillverkare, tillverkare av LED-moduler samt armaturtillverkare.

Ljusemitterande dioder (LED) är tack vare ett starkt växande ljusutbyte ett alternativ till klassiska ljuskällor för allmänna belysningsändamål.

Livslängden hos LED är mycket lång när de drivs på rätt sätt och begränsas bara genom sjunkande ljusutbyte. Genom anpassning till de rådande omgivningstemperaturerna kan livslängderna variera på ett kon-

trollerat sätt. Detta är en väsentlig fördel jämfört med konventionella ljuskällor.

Vidare fördelar med LED:

- Okänsliga för vibrationer
- Tål obegränsat antal tändningar
- Mindre spridning av livslängderna

1. BEGREPPSBESTÄMNING

Liksom vid livslängdsangivelser från ljuskälletillverkarna så ingår för

lysdioder även utfallskvoter och ljusflödesminskningar under brinntiden i definitionen. Emellertid är inte en helt liknande beskrivning meningsfull eftersom man inte på ett rimligt sätt kan beskriva anläggningsljusflödet eftersom utfallskvoten hos LED är mycket liten. Därför måste man ange utfallskvoter och ljusflödesminskningar var för sig. En beskrivning av de använda



FOTO PHILIPS

begreppen och storheterna finns i en bilaga i slutet av denna skrift.

2. HANTERING AV UTFALLSKVOTEN

Arbetsgruppen har kommit till den slutsatsen att inte ta med utfallskvoten vid beskrivning av livslängderna. Denna information måste ges direkt av tillverkarna av LED och LED-moduler. Att ta med utfallskvoten när man beskriver livslängderna anses inte meningsfullt efter de praktiskt vunna erfarenheterna.

3. REDUCERING AV LJUSFLÖDENA

Reduceringen av ljusflödena från LED hänger i stor grad samman med temperaturerna under drift hos de ljusemitterande skikten (junction) av halvledarmaterialen .

Bild 2 beskriver temperaturförhållandena i ett LED-chip som funktion av den termiska resistansen.

Det aktiva skiktet hos det ljusemitterande skiktet hos LED (junction) är över den termiska resistans-

sen R_{thJL} kopplat till den ledande ytan (leadframe). Resistansen R_{thLS} är den termiska resistansen mellan den ledande ytan och den så kallade lödpunkten (solder point). Dessa båda termiska resistanser kan bara påverkas av LED-tillverkaren.

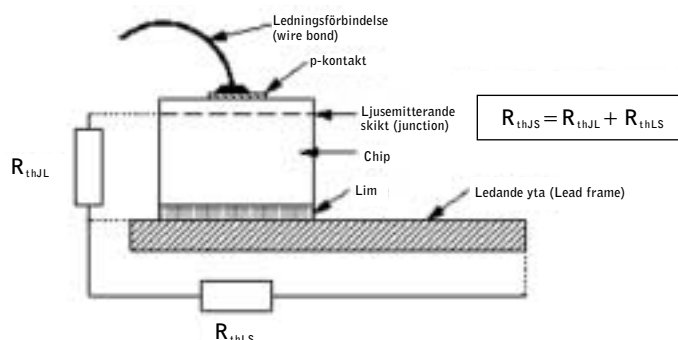


BILD 2. Temperaturförhållandena i ett LED-chip.

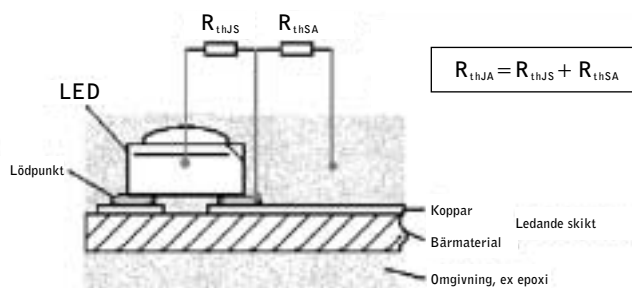


BILD 3. Temperaturförhållandena hos en LED på en ledande platta.

Nästa bild visar en komplett LED på ett typiskt kretskort.

Bilden visar att temperaturtillskottet till stor del påverkas av den termiska resistansen mellan lödpunkten och omgivningen. Sammanhanget mellan temperaturen hos det aktiva >

› skiktet och den termiska resistansen mellan det aktiva skiktet och lödpunkten (solder point) framgår av följande formel:

$$T_j = I_F \times U_F \times R_{thJS} + T_s$$

T_s = den uppmätta temperaturen på lödpunkten

En hjälp för att dra en slutsats om reduceringen (ljusflödesminskningen) kan man få av den uppmätta temperaturen hos lödpunkten och de från LED-tillverkaren bifogade data om temperaturbelastningen på det aktiva skiktet.

Därtill tillkommer en ljusminskning på grund av materialförändringar inne i höljet genom att gjutmassan gulnar och försämring av reflektionsegenskaperna hos höljesdelarna.

En beskrivning av de förväntade livslängderna med ovan beskrivna metod är dock inte hanterbar.

Tillverkarna av LED och LED-moduler samt armaturtillverkare påverkar livslängderna i väsentlig grad i totallösningen genom den termiska och elektriska designen.

Nedan kommer vi att beskriva en metod som kan vara till hjälp för att praktiskt bestämma livslängderna.

4. METODER FÖR ATT BESTÄMMA DE FÖRVÄNTADE LIVSLÄNGDERNA I LED-ARMATURER.

a) Livslängdsangivelser för enskilda LED

Tillverkare av lysdioder genomför omfattande kvalitets tester innan produkterna frisläpps. Som ett resultat av detta kan tillverkaren utge ett antal kurvor som kan vara till hjälp för att dra slutsatser om ljusflödesreduceringen vid olika omgivningstemperaturer och den inställda genomsläppsströmmen.

b) Livslängdsangivelser för LED-moduler

Med LED-kurvorna kan tillverkarna beskriva de förväntade livslängderna hos LED-modulerna. Genomsläppsströmmen kan antingen:

- bestämmas vid tillverkningen av modulen

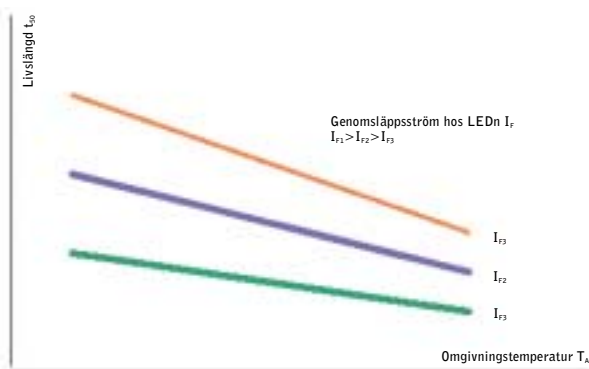


BILD 4. Livslängden hos en LED påverkas av genomsläppsströmmen och omgivningstemperaturen.

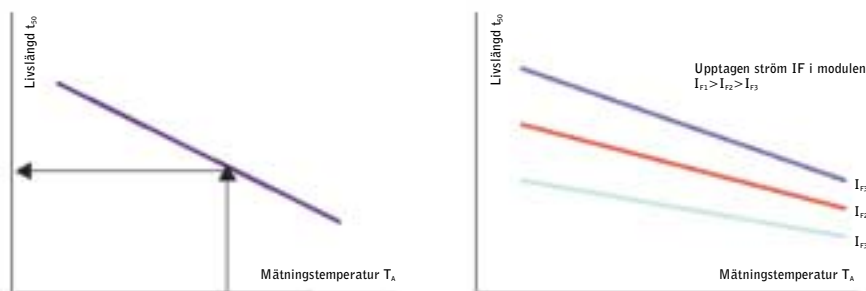


BILD 5. Beskrivning av den förväntade livslängden t₅₀ hos en LED-modul.

a/ Fast inställd ström (vänstra kurvan).

b/ Inställbar ström eller reglerad (dimmad) drift (högra kurvan).

- bestämmas genom val av förkopplingsdon
 - regleras av användaren för att bli bestämda de ljus tekniska parametrarna eller livslängderna
- För att beskriva förhållandet mellan livslängden och omgivningstemperaturen så föreslår arbetsgruppen att man använder en redan bekant metod från ljus- källa- och HF-donstekniken. På LED-modulen skall tillverkaren anvisa en eller flera temperaturmät punkter. Flera mätpunkter kan vara nödvändiga när man kan förvänta sig stora temperaturskillnader på LED-modulen, tex på långa linjära enheter. Armaturtillverkarna integrerar dessa LED-moduler i sina armaturkonstruktioner. Med hjälp av termosensorer skall temperaturerna på referensmätpunkterna kontrolleras när stabila lägen uppnåtts.

De beskrivna temperaturerna ger modultillverkarna möjlighet att lämna ut kurvor som direkt förmedlar de förväntade livslängderna.

Antingen en kurva (fast inställd ström med spännings- eller strömförsörjning) eller kurvskaror (strömmen definieras med den inställbara strömförsörjningen eller en dimmer). Se bild 5.

5. ANVISNING TILL MÄTMETODIKEN

5.1 Armaturens omgivningstemperatur

Armaturerna skall, som vanligt inomhus, ha en omgivningstemperatur stabiliserad till 25°C. Om avvikelser kommer att uppstå vid det praktiska montaget i LED-armaturerna så skall man ta hänsyn till dessa. Utomhus måste man alltid räkna med stora variationer av omgivningstemperaturen beroende på på montage ställe. Man kan dock utgå från att armaturerna inte kommer att vara inkopplade i starkt solsken. Som gränsvärde för den termiska belastningen gäller den temperatur som modulfabrikanterna angivit som högsta lagringstemperatur. ›

› 5.2 Val av temperatursensorer

Temperatursensorer skall själva orsaka så liten värmeavledning som möjligt på mätpunkterna. Förutom anvisningarna i EN 60598-1 så har följande sensorer visat sig fylla önskade funktioner:

- Irreversibla, temperaturkänsliga, självhäftande mätremсор (t ex ML4C från Omega)
- Analoga temperatursensorer i modul (t ex LM20 från National Semic)

5.3 Val av mätpunkt med hjälp från modultillverkaren

I allmänhet räcker det med en mätpunkt på kompakta LED-moduler. Mätpunkten måste definieras så på modulen att en direkt överledning av den måttgivande värmen från en LED (företrädesvis vid lödpunkten) kan registreras.

Om det handlar om en sådan konfiguration hos modulen att det vid monteraget uppstår stora värmedifferenser så skall flera mätpunkter användas. Här får den T_c -punkt som har den mest kritiska temperaturen vara avgörande.

6. BESKRIVNING AV TEMPERATUREN PÅ T_c -PUNKTEN GENOM EN HJÄLPMATUR

I enlighet med mätningen i en armatur enligt EN 60598-1 kan driftförhållandet även mätas genom en hjälpmatur. LED-modulen kan då sättas in i en anpassad hjälpmatur som har ett hölje med låg värmeledningsförmåga. När driften är stabiliserad så skall då temperaturen mätas med hjälp av monterade termoelement. På detta sätt kan temperaturen vid inbyggnad i armaturer beskrivas för LED-moduler med hjälp av minsta möjliga hölje.

7. TILLVÄGAGÅNGSSÄTT MED HJÄLP AV ETT KONKRET EXEMPEL

Applikation:

Bild 6 visar en typisk linjär LED-modul limmad (med dubbelhäftande tape) i en aluminiumram i en dis- ›



BILD 6. LED-modul i en profil runt en plansch.

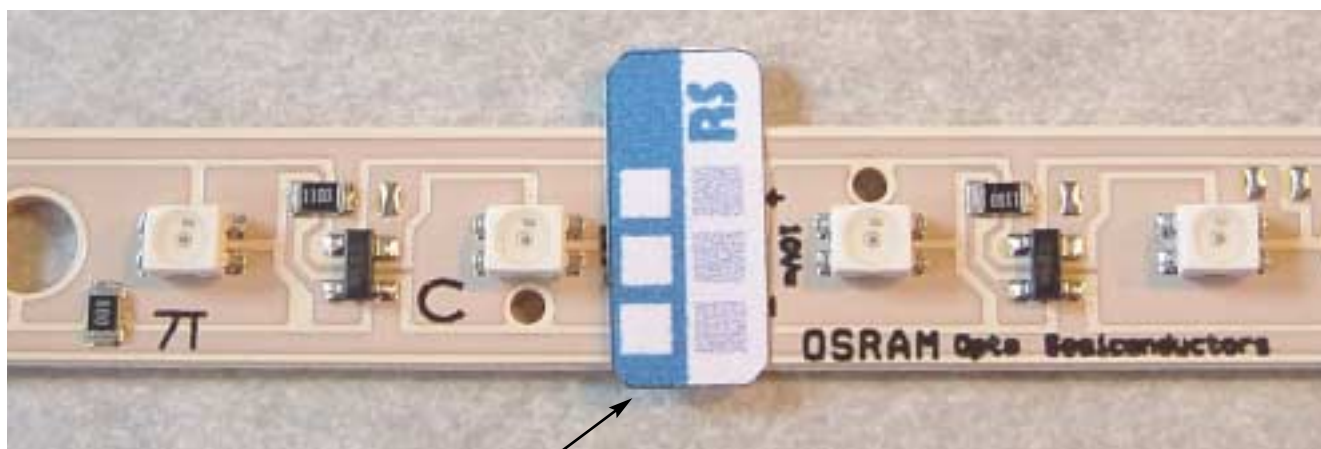


BILD 7. LED-modulen med den temperaturkänsliga remsan.

- › playarmatur för reklamändamål. Det vita ljuset från LED leds in i en ljusledare och ger en bakgrundsbelysning av den stora dia-bilden.

Före installationen av LED-modulerna limmas en temperaturkänslig remsa på T_c -punkten enligt bild 7. Positionen av T_c -punkten är markerad på modulen eller visas på databladet.

Modulen är här monterad i armaturen (ramen). Nu kan armaturen anslutas och drivas på regelrätt sätt.

När armaturen har uppnått sitt slutgiltiga drifttillstånd – beroende på typ och storlek kan detta ta olika tider – och nått sin förväntade slutgiltiga temperatur kan sedan denna demonteras.

Nu kommer den irreversibla tem-

peraturkänsliga remsan att visa temperaturen på T_c -punkten och med hjälp av temperaturkurvan eller kurvorna från tillverkaren kan man sedan bedöma den förväntade livslängden, se bild 9.

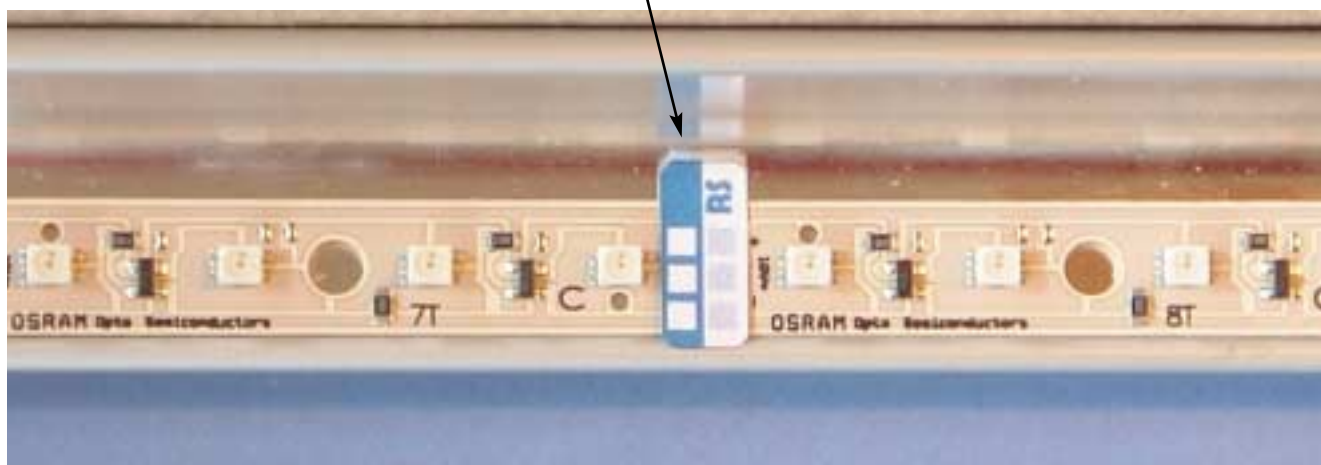
Anvisning: Vid den beskrivna mätmetoden kan man avläsa den maximala temperatur som uppstår under drift. Beroende på montageställe (inom- eller utomhus) så kommer omgivningstemperaturen i de flesta fall att vara lägre och därmed sänka temperaturen på T_c -punkten. Därför kan man räkna med ännu längre livslängder i praktiken.

Temperaturen har den avgörande betydelsen för ljusflödesreduktionen. Kräver man ännu mer noggranna livslängdsangivelser så

rekommenderar vi temperaturskriverare för att kunna få fler temperaturangivelser. Om tillverkaren har lämnat ut kurvskaror över flera olika temperaturer och om man kan utgå från linjära temperaturförändringar så kan man här erhålla ytterligare livslängdsangivelser.

Temperaturcyklerna påverkar även LED och LED-modulerna mekaniskt. Om man överskrider de gränser som tillverkaren angivit så kan detta naturligtvis leda till totalbortfall. Inom dessa gränser kommer dock inga bortfall att ske. (Enskilda LED tål normala omgivningstemperaturväxlingar inom området -40°C och $+80^{\circ}\text{C}$. Exakta värden måste dock tillverkaren ange.) □

BILD 8. LED-modulen med den temperaturkänsliga remsan på T_c -punkten.



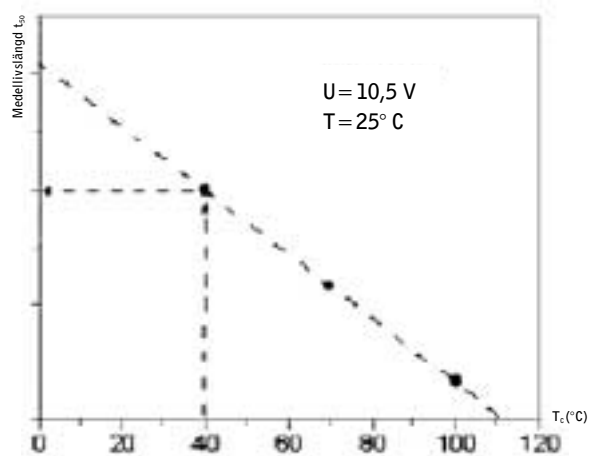


BILD 9. Kurva som visar hur livslängden varierar när temperaturen på Tc-punkten ändras vid definierad spänningsförsörjning och omgivningstemperatur.

BESKRIVNING AV DE ANVÄNDA STORHETERNA OCH BEGREPPEN

1. UTFALLSKVOT

Bortfall (LED som inte alls fungerar) per tidsenhet, måttenhet fit (failure in time) dvs i 10⁻⁹h⁻¹

2. TERMISK RESISTANS RTH JL

Termisk resistans mellan p-n-övergången i LED-chippet (junction) och den ledande ytan (leadframe). Enhet K/W

3. TERMISK RESISTANS RTH LS

Termisk resistans mellan den ledande ytan (leadframe) och lödpunkten (solder point). Enhet K/W

4. TERMISK RESISTANS RTH JS

Termisk resistans mellan p-n-övergången i LED-chippet (junction) och lödpunkten (solder point). Enhet K/W

5. TERMISK RESISTANS RTH SA

Termisk resistans mellan lödpunkten och omgivningen. Enhet K/W

6. LJUSEMITTERANDE SKIKT (JUNCTION)

p-n övergång i LED-chippet

7. LIM

Förbindelsematerial för chip-kontakten

8. LEDNINGSFÖRBINDELSE (WIRE BOND)

Kontakttråd

9. LÖDPUNKT

Det ställe där LED är förbunden med lödning till substratet (den ledande plattan)

10. ÅLDRING

Medför minskning av ljusflödet under drifttiden

11. GENOMSLÄPPSTRÖM IF

Strömmen i genomsläppsriktningen. Enhet mA

12. GENOMSLÄPPSPÄNNING UF

Den potentialskillnad som är förbunden med genomsläppsströmmen i genomsläppsriktningen. Enhet: V

13. LIVSLÄNGD T50

Tiden när 50 % av det ursprungligt uppmätta ljusflödet underskridits, vid en definierad omgivningstemperatur och definierad genomsläppsström samt vid en given spärrskiktstemperatur.

14. OMGIVNINGSTEMPERATUR

Enhet (C, se CIE 127, cl. 2.2.4

15. LEDANDE YTA (LEAD FRAME)

Bärare av chippet som är elektriskt förbundet med LED

16. TC-PUNKT

Temperaturmätpunkt