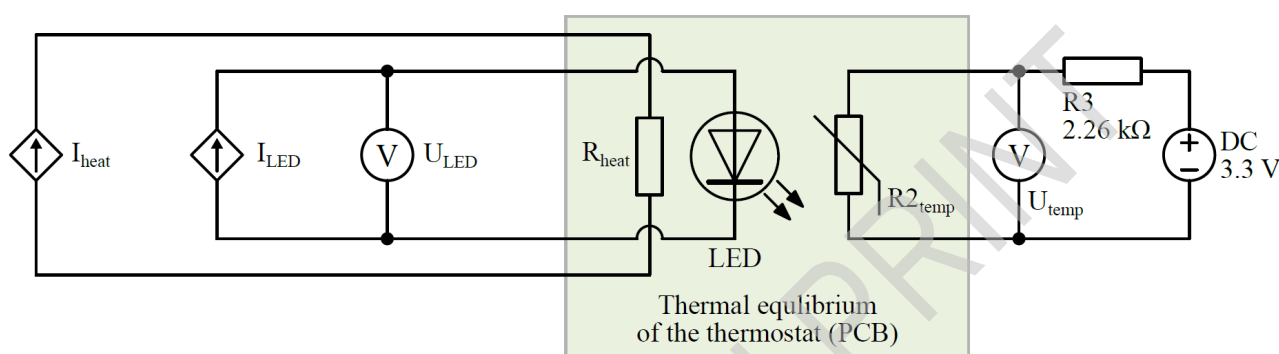




Lys Emitterende Dioder (LEDs) (10 point)

I dette eksperiment undersøges elektriske og termiske egenskaber ved LED-dioder. For temperaturmålingerne af printpladen (PCB) skal du benytte de koefficienter, som du fandt i eksperiment-1 del B.1. Det elektriske kredsløb er vist i figur 2.1. For beskrivelse af apparatur, se beskrivelsen i opgave 1.



Figur 2.1 Forsøgsopstilling til LED-undersøgelsen. En LED-diode påtvinges en konstant strøm (kontinuert eller pulserende) og reagerer med en spænding, som måles på et voltmeter med høj resistans. Opvarmning og temperaturmålinger er som i eksperiment 1. Der er termisk ligevægt mellem alle komponenter på printpladen (PCB).

LED-dioder drives typisk med konstant strøm i modsætning til glødelamper, der drives med konstant spænding. Det målte spændingsfald for en LED-diode afhænger af strømmen samt temperaturen i det lille område (*die*) i halvlederen, hvor lyset dannes. Den matematiske sammenhæng mellem strøm og spænding er kompliceret og afhænger af fysiske og tekniske parametre, der normalt ikke er kendte. Derfor skal du i dette forsøg undersøge spændingens afhængighed af de to variable, LED strøm og LED *die*-temperatur T_j :

$$U_{LED} = \text{function}(I_{LED}, T_j).$$

Den termiske resistans mellem LED-*die* og printpladen er forbundet med den elektriske effekt P på følgende måde (for flere værdier af strømmen (I_{LED})):

$$\frac{\Delta T}{P} = \frac{(T_j - T_{PCB})}{P}.$$

Advarsel: LED-dioden kan drives kontinuert eller med korte strømpulser. Når LED-dioden drives af korte strømpulser, kan man antage, at pulserne er så kortvarige, at man undgår opvarmning (fx pulser af varighed 1 ms med 100 ms mellemrum), og dermed antage at $T_j = T_{PCB}$. Når LED-dioden drives kontinuert vil man derimod have $T_j > T_{PCB}$, og den termiske resistans $\frac{\Delta T}{P}$ kan findes.

Del A. Spænding-strøm karakteristik ved forskellige temperaturer (5.0 point)

Den fysiske mekanisme bag opvarmningen er den samme i eksperiment 1 og 2. Du kan derfor benytte de resultater som du har opnået i eksperiment til at relatere termistorens spænding med dens temperatur. Alternativt kan du benytte følgende relation:

$$T(U) = \frac{3500}{9.9 - \ln(\frac{1}{U} - 0.3)},$$

hvor T er den absolutte temperatur af termistoren, målt i K, og U er spændingen over termistoren, målt i V.

Mål og plot strømmen (pulserede tilstand) som funktion af spændingen af LED-dioden ved temperaturer fra stuetemperatur til 80 °C.

- | | | |
|------------|--|-------|
| A.1 | Mål og afbild grafisk $I_{\text{LED,pulsed}}(U_{\text{LED,pulsed}}, T)$ afhængigheden i området fra 3 mA to 50 mA ved stuetemperatur, ved 40, ved 60 og ved 80 °C. Tegn alle grafer i samme koordinatsystem. | 2.5pt |
| A.2 | I svararket skal du udfylde tabellen med $U_{\text{LED,pulsed}}$ for pulserende strømme $I_{\text{LED,pulsed}}$ på 3, 10, 20, og 40 mA ved stuetemperatur, 40, 60, og 80 °C. | 1.0pt |
| A.3 | Plot vigtige grafpunkter fra $U_{\text{LED,pulsed}}(I_{\text{LED,pulsed}}, T)$ (som er anført i A.2) og find fra grafen en værdi af den lineære spændings afhængighed af temperaturkoefficienten ($\Delta U(I)/\Delta T$) ved 3, 10, 20, og 40 mA. | 1.5pt |

Del B. Måling af LED-diodens spænding-strøm karakteristik ved kontinuert (ikke-pulserende) strøm (3.5 points)

- | | | |
|------------|---|-------|
| B.1 | Mål og plot afhængigheden af $I_{\text{LED,continuous}}(U_{\text{LED,continuous}})$ i området fra 3 mA to 50 mA, hvor der er slukket for varmelegemet. Angiv i svararket værdierne af $U_{\text{LED,continuous}}$, printpladens termostat-temperatur T_{PCB} , og forskellen $\Delta U = U_{\text{LED,pulsed}} - U_{\text{LED,continuous}}$ ved 3, 10, 20, og 40 mA. | 1.5pt |
| B.2 | Da resistansen af LED-dioder ikke er konstant (afhænger af strømmen), benyttes den dynamisk resistans givet ved $\frac{dU}{dI}$. Brug graf (B.1) til at vurdere den reciproke værdi af den LED-diodens dynamiske resistans $1/(\frac{dU}{dI}) = \frac{dI}{dU}$. I svararket skal du angive værdierne af $\frac{dI}{dU}$ for 3, 10, 20, og 40 mA. Tegn tangenter (linjeelementer) $\frac{dI}{dU}$ i disse grafpunkter. | 0.5pt |
| B.3 | Beregn og plot forskellen $\Delta T(P)$ mellem <i>die</i> -temperaturen (T_j) for ikke-pulserende strøm og printpladens temperatur PCB (T_{PCB}) som funktion af den elektriske effekt (ved 3, 10, 20, and 40 mA). Beregn (grafisk med tilnærmelser) den lineære LED-diodes termiske resistans $\frac{\Delta T}{P}$, og angiv svaret på svararket.
<i>Bemærk:</i> Antag, at al den elektriske energi som forbruges af LED-dioden omformes til varme, altså at vi kan ignorere energien i det udsendte lys. | 1.5pt |

Del C. Beregning af hvor meget strømmen gennem LED-dioden driver på grund af temperaturen (1.5 point).

Som nævnt i indledningen er LED-dioder typisk påtrykt en konstant strøm, men ikke konstant spænding. Antag at man har bestemt sig for at sende en strøm på 20 mA gennem LED-dioden ved en konstant spændingsværdi som du har målt i opgave B.1 for en strøm på 20 mA.



- | | | |
|------------|---|-------|
| C.1 | Brug LED-diodens karakteristik fra afsnit B til at vurdere den faktiske strøm gennem LED-dioden, hvis spændingen blev holdt konstant (spænding målt i B.1, $U(20\text{mA})$), men temperaturen af printpladen er ved $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ og ved $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. | 1.5pt |
|------------|---|-------|

DELEGATION PRINT