



Light Emitting Diode (LED) (10 punti)

Questo esperimento è progettato per investigare le proprietà elettriche e termiche dei LED. Per le misurazioni della temperatura del PCB si dovrebbero utilizzare i coefficienti ottenuti nella sezione Esperimento-1 B.1. Il circuito elettrico usato in questo esperimento è mostrato in Fig. 2.1. Per l'uso della strumentazione vedi la descrizione del problema 1.

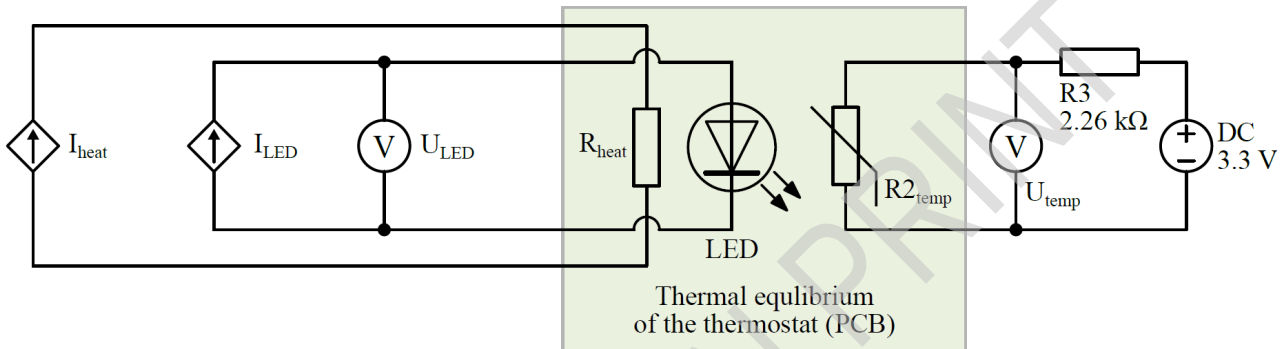


Figura 2.1. Apparato sperimentale per lo studio sperimentale del LED. Il LED è alimentato con corrente costante (continua o pulsata) a un potenziale diretto misurato con un voltmetro ad alta impedenza. Le parti dell'esperimento relative al riscaldamento e alla misura della temperatura sono condotte come nell'Esperimento 1. L'equilibrio termico viene mantenuto tra tutti i componenti sul circuito stampato (PCB).

I LED sono tipicamente alimentati con una corrente costante, a differenza di una alimentazione a differenza di potenziale costante utilizzata per le lampade a incandescenza. La differenza di potenziale dei LED dipende dalla corrente impostata e dalla temperatura del substrato semiconduttore. L'espressione matematica delle caratteristiche volt-ampere è complicata e dipende da parametri fisici e tecnologici, che di solito non sono noti. Di conseguenza in questo esperimento studieremo la dipendenza bidimensionale della differenza di potenziale dalla corrente del LED e dalla temperatura del substrato del LED T_j :

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

La resistenza termica tra il semiconduttore del LED e il PCB è calcolata in questo modo (per valori differenti della corrente (I_{LED})):

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

Attenzione: il LED può essere alimentato in corrente continua o mediante brevi impulsi di corrente. In quest'ultimo caso si assume che la durata dell'impulso sia abbastanza breve da evitare il surriscaldamento del LED (per esempio un impulso di durata di 1 ms con misure intervallate di almeno 100 ms), e si assume che in questa modalità di alimentazione $T_j = T_{PCB}$. Operando in modalità continua $T_j > T_{PCB}$ e la resistenza termica $\frac{\Delta T}{P}$ può essere calcolata.

Part A. Caratteristica Volt-Ampere a differenti temperature (5.0 punti)

La relazione approssimata tra la differenza di potenziale e la temperatura è la seguente: $T(U) = \frac{3500}{9.9 - \ln(\frac{1}{U} - 0.3)}$, dove T è in Kelvin e U in volt.



Misura e riporta in grafico Corrente vs Differenza di potenziale del LED per valori della temperatura variabili dalla temperatura ambiente a 80 °C in modalità pulsata.

A.1	Misura e riporta in grafico la dipendenza $I_{\text{LED_pulsato}}(U_{\text{LED_pulsato}}, T)$ nell'intervallo tra 3 mA e 50 mA a temperatura ambiente, e 40, 60, e 80 °C. Traccia le curve sullo stesso grafico.	2.5pt
A.2	Nel foglio risposte, compila la tabella con i valori di $U_{\text{LED_pulsato}}$ a 3, 10, 20, e 40 mA di corrente erogata $I_{\text{LED_pulsato}}$ a temperatura ambiente, 40, 60, e 80 °C.	1.0pt
A.3	Riporta in grafico i punti principali di $U_{\text{LED_pulsato}}(I_{\text{LED_pulsato}}, T)$ (quelli indicati nella domanda A.2) e calcola (approssima graficamente) la dipendenza lineare del coefficiente di temperatura $(\Delta U(I)/\Delta T)$ a 3, 10, 20, e 40 mA.	1.5pt

Parte B. Misura della caratteristica Volt-Ampere del LED per corrente di alimentazione continua 3.5 punti)

B.1	Misura e riporta in grafico la relazione $I_{\text{LED_continuo}}(U_{\text{LED_continuo}})$ nell'intervallo da 3 mA a 50 mA con il riscaldatore spento nel regime di alimentazione continuo. Scrivi inoltre nel foglio risposte i valori di $U_{\text{LED_continuo}}$, temperatura del PCB (termistato) T_{PCB} , e la differenza $\Delta U = U_{\text{LED_pulsato}} - U_{\text{LED_continuo}}$ a 3, 10, 20, e 40 mA.	1.5pt
B.2	Poiché la resistenza dei LED non è costante (dipende dalla corrente), viene utilizzato il termine Resistenza Dinamica ed espresso come $\frac{dU}{dI}$. Utilizzando il grafico (B.1), stimare il reciproco della resistenza dinamica del LED $1/(\frac{dU}{dI}) = \frac{dI}{dU}$. Nel foglio delle risposte, scrivi i valori di $\frac{dI}{dU}$ a 3, 10, 20 e 40 mA. Disegna le tangenti $\frac{dI}{dU}$ in questi punti del grafico.	0.5pt
B.3	Calcola e riporta in grafico la differenza $\Delta T(P)$ tra la temperatura del semiconduttore del LED in modalità continua (T_I) e la temperatura del PCB (T_{PCB}) come funzione della potenza elettrica (a 3, 10, 20, e 40 mA). Calcola (approssimando graficamente) la resistenza termica lineare del LED $\frac{\Delta T}{P}$, e scrivi il valore nel foglio risposte. <i>Nota:</i> Assumi che tutta l'energia elettrica consumata dal LED sia convertita in calore e che l'energia luminosa emessa sia trascurabile.	1.5pt

Parte C. Calcolo della corrente di deriva del LED dovuta alla temperatura. (1.5 punti)

Nell'introduzione è stato detto che i LED sono tipicamente alimentati a corrente costante, ma non a differenza di potenziale costante. Supponi che si decida di alimentare il LED al valore nominale di corrente di 20 mA con il valore della differenza di potenziale che hai misurato per la corrente di 20 mA nella parte B.1.



- | | | |
|------------|--|-------|
| C.1 | Utilizzando la caratteristica del LED determinata nella parte B, stima la reale corrente che fluisce nel LED se la differenza di potenziale è mantenuta costante (differenza di potenziale misurata in B.1, $U(20\text{mA})$), ma la temperatura del PCB è a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. | 1.5pt |
|------------|--|-------|

DELEGATION PRINT