

Caratterizzazione elettrica e ottica dei LED

Filippo Audisio, Cataldo Insalaco, Telemaco Pezzoni

7 gennaio 2026

1 Obiettivo dell'esperienza

L'obiettivo dell'esperienza è studiare la caratterizzazione elettrica e ottica di alcuni LED di colori diversi, nello specifico:

- Nella caratterizzazione elettrica verificare la legge esponenziale $I = I_0(e^{\frac{qV}{nkT}} - 1)$ e calcolare il valore di I_0 .
- Nella caratterizzazione ottica ricavare la lunghezza d'onda del massimo della luce emessa dai LED.

2 Materiali e Metodi

2.1 Strumentazione caratterizzazione elettrica

- LED colore bianco, blu, giallo, rosso, verde e infrarosso
- Fotodiodo
- Due multimetri
- Resistenza da 511Ω
- Cavi a banana
- Alimentatore in continua

2.2 Strumentazione caratterizzazione ottica

- LED colore bianco, blu, giallo, rosso, verde e infrarosso
- Fotodiodo
- Due multimetri
- Cavi a banana
- Alimentatore in continua
- Reticolo (1000 linee/mm)

- Scatola condizionamento segnale
- Binario e braccio rotante
- Tre supporti
- Due lenti
- Foglio con scala angolare

2.3 Procedura sperimentale

2.4 Caratterizzazione elettrica

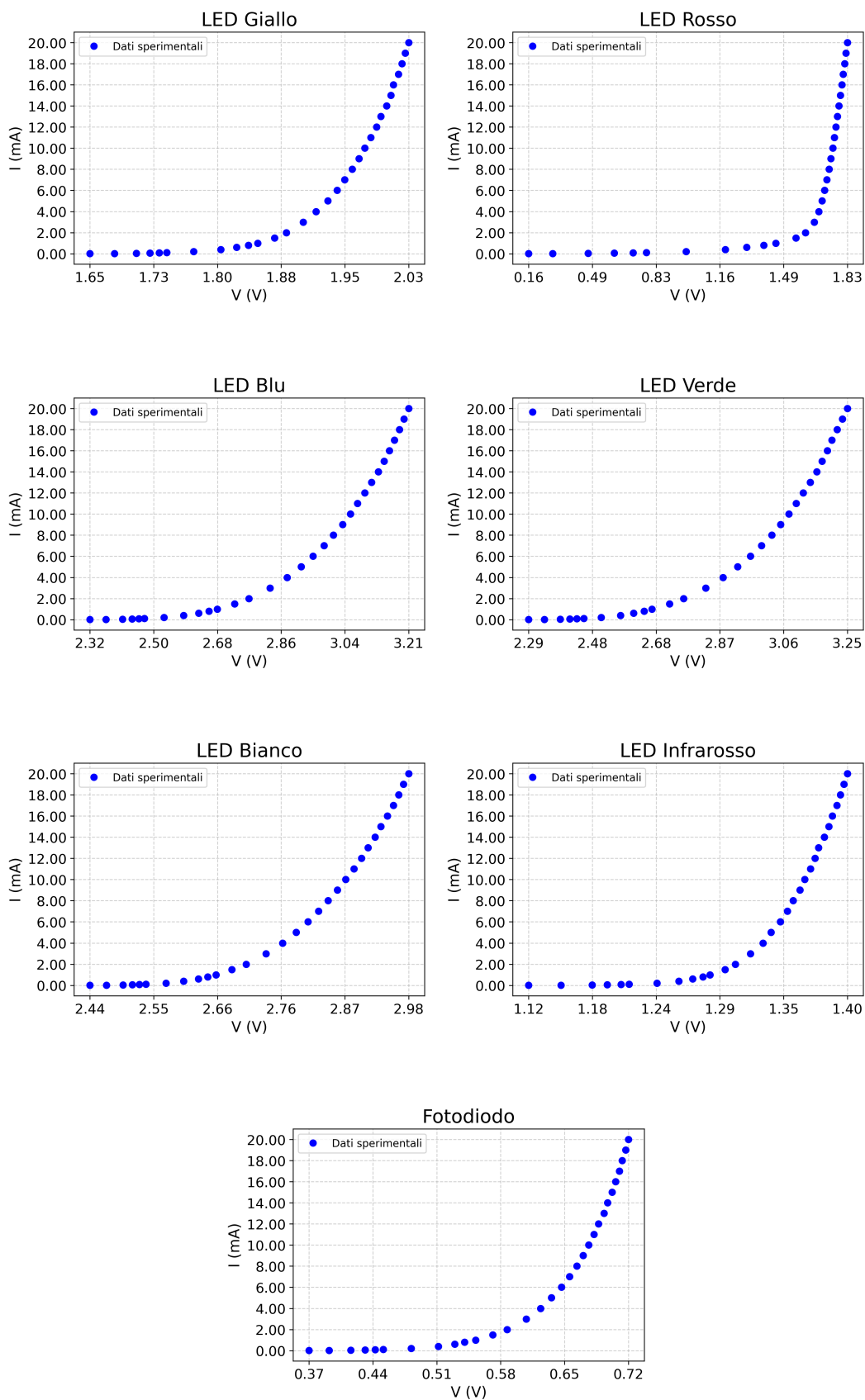
Collegare in serie un multimetro, usato come amperometro, il LED e la resistenza all'alimentatore in continua. Collegare in parallelo al LED l'altro multimetro, utilizzandolo come voltmetro. Variando la corrente nell'alimentatore alimentare il LED registrando le coppie di valori tensione-corrente lette sui multimetri. Prendere nota dei valori di corrente per i quali si ha l'apparire di emissione luminosa da parte del LED.

2.5 Caratterizzazione ottica

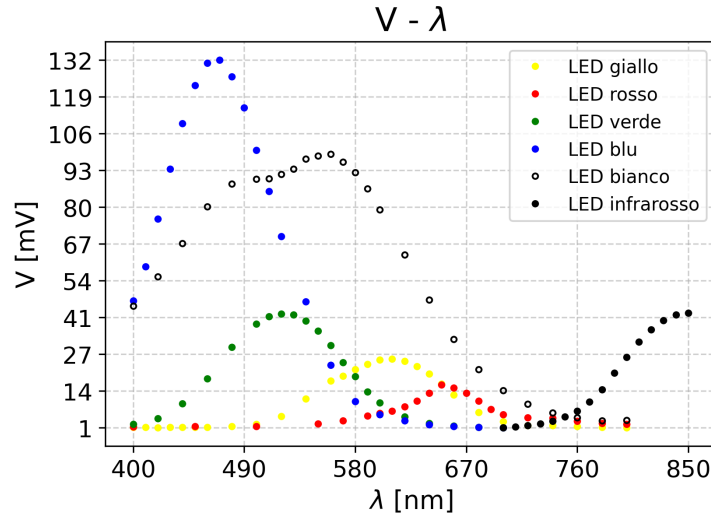
Inserire il LED e il reticolo sui supporti ottici presenti sul binario, mentre il fotodiodo sul supporto che si trova sul braccio rotante, a una distanza di 39 cm dal reticolo. Collegare in serie un multimetro, utilizzato come amperometro, e il LED all'alimentatore in continua. Collegare il fotodiodo all'altro multimetro, utilizzato come voltmetro, tramite la scatola di condizionamento del segnale, che permette di avere una risposta lineare del fotodiodo. Allineare il braccio rotante e il foglio con la scala angolare cercando prima l'ordine zero: si deve osservare un massimo di risposta in tensione del fotodiodo quando LED, reticolo e fotodiodo sono allineati. Successivamente verificare che ruotando l'asta l'estremità del braccio rotante continui a scorrere sempre sulla linea dei 39 cm presente sul foglio con scala angolare. Far scorrere l'asta rotante e prendere nota dei valori in tensione a diversi angoli. Per convertire l'angolo θ in lunghezza d'onda λ bisogna usare la formula dell'interferenza: $\sin(\theta) = \frac{m\lambda}{d}$, dove in questo caso $m = 1$ perchè quello che verrà misurato è solo il massimo al primo ordine. Questo calcolo, però non è da fare perchè sul foglio con scala angolare sono già presenti le lunghezze d'onda che corrispondono a determinati angoli. Quindi prendere nota dei valori in tensione in corrispondenza dei valori di lunghezza d'onda letti sul foglio.

3 Dati sperimentali e Analisi

3.1 Grafici dati caratterizzazione elettrica



3.2 Grafico caratterizzazione ottica



3.3 Tabelle

3.4 Tabellza risultati fit caratterizzazione elettrica

Usando come funzione di fit $I = I_0(e^{\frac{qV}{nkT}} - 1)$ abbiamo ottenuto come valori di I_0 :

LED	Valore I_0 [A]	Errore Assoluto I_0 [A]	Errore Relativo I_0 [%]
Giallo	3.28×10^{-12}	8.44×10^{-12}	257
Rosso	2.80×10^{-7}	6.03×10^{-7}	215
Blu	5.02×10^{-6}	9.04×10^{-6}	180
Verde	1.43×10^{-5}	2.29×10^{-5}	161
Bianco	4.13×10^{-9}	1.37×10^{-8}	331
Infrarosso	2.45×10^{-12}	8.96×10^{-12}	365
Fotodiodo	1.45×10^{-4}	7.94×10^{-5}	55

Tabella 1: Valori di I_0 per i diversi LED e per il fotodiodo

3.5 Tabella massimi caratterizzazione ottica

I dati riportati in seguito sono l'intensità massima e la relativa lunghezza d'onda λ_{max} per i LED di diverso colore:

LED	Valore V [mV]	Valore λ_{max} [nm]
Giallo	25.7	610
Rosso	16.5	650
Blu	132.1	470
Verde	41.8	520
Bianco	98.7	560
Infrarosso	42.1	850

Tabella 2: Valori del massimo per i diversi LED

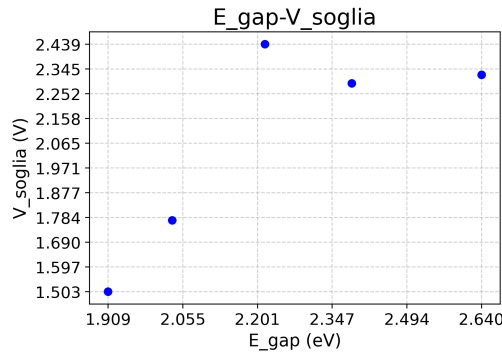
3.6 Tabella della tensione di soglia dei LED e energia di gap

Nei dati seguenti V_{soglia} rappresenta la tensione a cui abbiamo osservato una prima emissione luminosa da parte del LED, mentre E_{gap} è l'energia di picco di un fotone, calcolata a partire dai massimi trovati nella Tabella 2: $E_{gap} = \frac{hc}{\lambda}$.

LED	Valore V_{soglia} [V]	Valore E_{gap} [eV]
Giallo	1.773	2.034
Rosso	1.503	1.909
Blu	2.323	2.640
Verde	2.291	2.345
Bianco	2.439	2.158

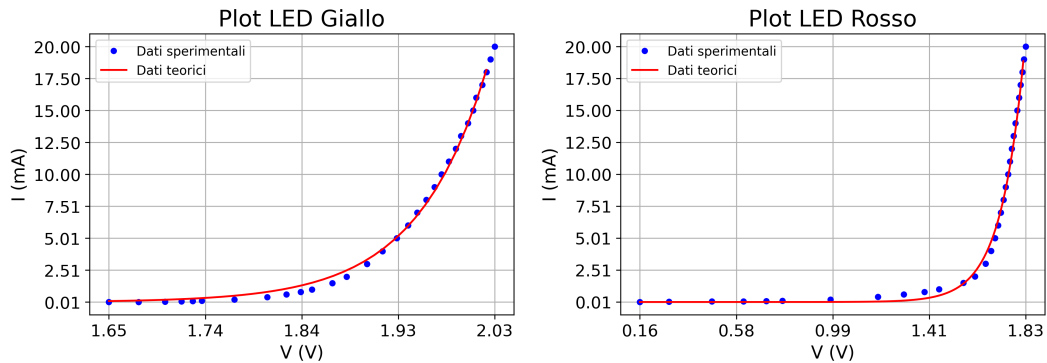
Tabella 3: Valori di V_{soglia} e di E_{gap}

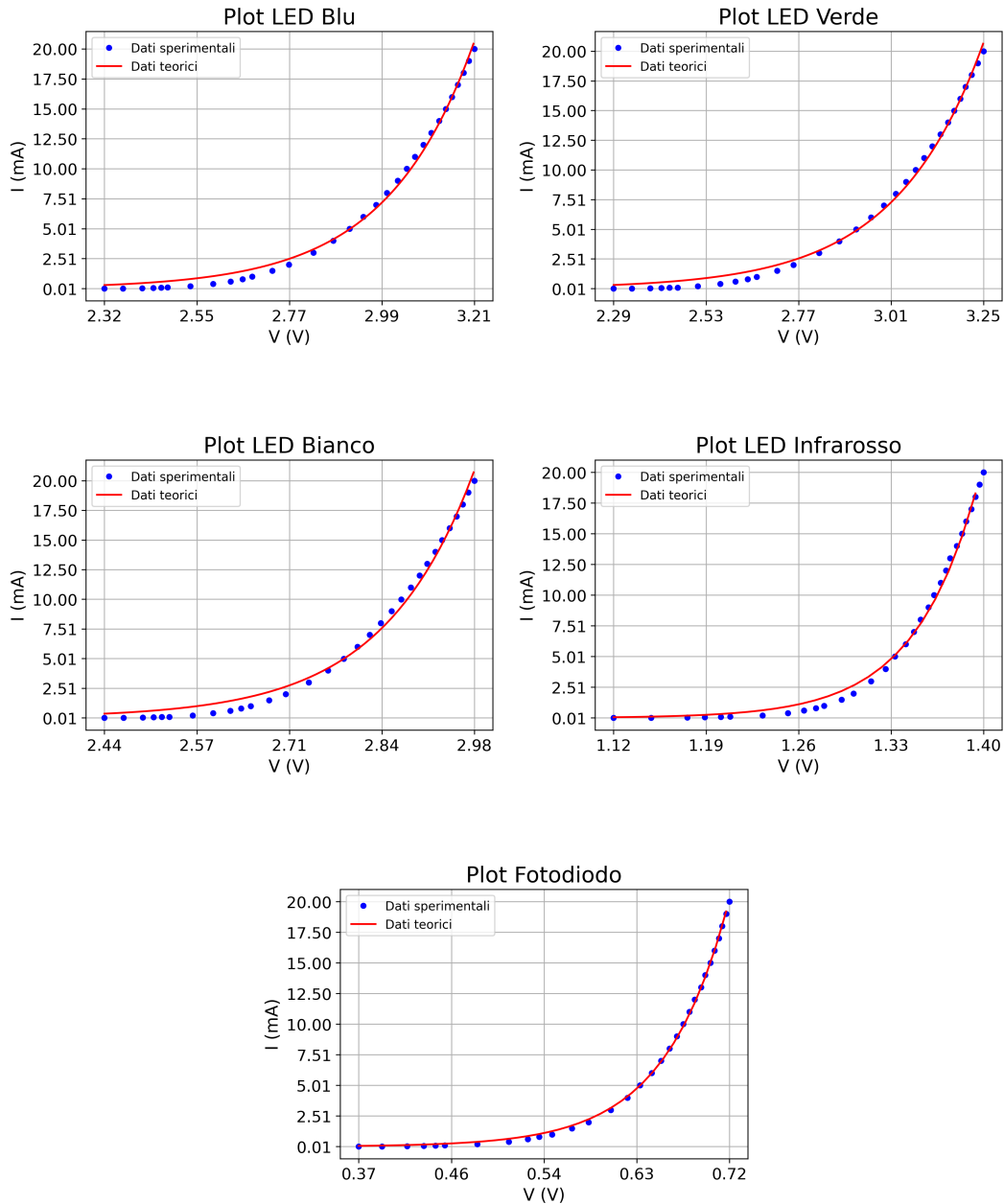
3.7 Grafico E_{gap} - V_{soglia}



3.8 Plot

Di seguito sono riportati i grafici di confronto tra i dati sperimentali e le curve disegnate usando I_0 trovato nei fit dei dati.





4 Conclusioni

Nella caratterizzazione elettrica si è verificato l'andamento esponenziale della corrente che passa in un LED in funzione della tensione ai capi di quest'ultimo. Gli errori sulle I_0 sono grandi, ma questo potrebbe essere dovuto al fit esponenziale. Nella caratterizzazione ottica si osserva che i LED giallo, rosso, verde, blu hanno un massimo di emissione per una lunghezza d'onda che nello spettro elettromagnetico coincide con le lunghezze d'onda nella luce visibile, mentre il LED infrarosso ha un massimo per una lunghezza d'onda maggiore di quelle nello spettro del visibile. Il LED bianco sembra invece avere due picchi: uno che coincide con il picco del verde e l'altro con quello del giallo. Infine nel grafico che mette a confronto l'energia di gap e la tensione di soglia si può osservare che si ha un andamento circa lineare: l'energia di soglia aumenta con il diminuire di λ . Quello del LED bianco è un dato che si discosta dall'andamento lineare e potrebbe essere dovuto al doppio picco che è stato trovato nella caratterizzazione ottica, dato che per

calcolare l'energia di gap è stato preso solo il picco maggiore cioè quello più tendente al giallo. Un'altra spiegazione è che nel LED bianco, blu e verde si osservava un'emissione luminosa anche con un minimo passaggio di corrente, quindi anche il valore di V_{soglia} ha un errore grande da tenere in considerazione.