

ESPERIENZA DC3

Circuiti in corrente continua

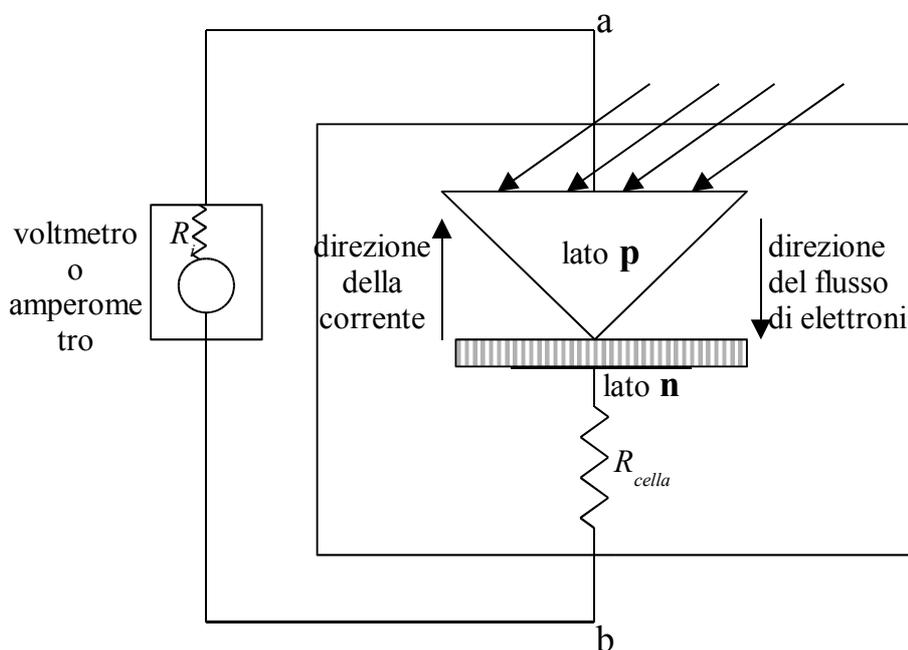
Scopo dell'esperienza

1. Determinazione della caratteristica I/V di un conduttore non ohmico: cella fotovoltaica;
2. verifica delle leggi di composizione di condensatori in serie e in parallelo;
3. misura della capacità del LED;
4. verifica delle leggi di carica e scarica del condensatore.

Richiami teorici

Cella fotovoltaica

La cella fotovoltaica è basata su un tipo particolare di diodo in cui l'esposizione alla luce causa, con molta efficienza, il passaggio di elettroni dalla banda di valenza a quella di conduzione.



Il lato che viene esposto alla luce è il lato **p** della giunzione, gli elettroni vengono eccitati dalla luce nella banda di conduzione e di qui tendono a migrare verso il lato **n** della giunzione: si crea quindi un flusso di elettroni dal lato **p** al lato **n** e quindi una corrente elettrica dal lato **n** verso il lato **p**. Questa direzione della corrente corrisponde ad una situazione di "polarizzazione inversa": la cella fotovoltaica funziona quindi in condizioni di polarizzazione inversa, in cui tuttavia la corrente non è piccolissima, perché è favorita dalla eccitazione dovuta alla luce. La corrente infatti è proporzionale all'illuminamento.

I parametri importanti di una cella fotovoltaica sono la “corrente a circuito chiuso” (I_{cc}) e la “tensione a circuito aperto” (V_{ca}).

La prima si misura inserendo fra i capi “a” e “b” della cella un amperometro: poiché l’amperometro ha una resistenza interna R_{int} piccola, la corrente che circola nel circuito è determinata dal potenziale V_o effettivamente generato dal passaggio degli elettroni nella cella diviso per la resistenza interna R_{cella} della cella:

$$I_{cc} = V_o / R_{cella} \quad (1)$$

La differenza di potenziale a circuito aperto si misura inserendo fra i capi “a” e “b” della cella un voltmetro: poiché il voltmetro ha una resistenza interna R_{int} molto grande, la corrente che circola nel circuito è piccolissima e quindi la caduta di potenziale sulla resistenza interna della cella è trascurabile e si può assumere che

$$V_{ca} \approx V_o \quad (2)$$

Misurando V_{ca} e I_{cc} , si può quindi risalire ai valori di R_{cella} e di V_o .

Composizione di condensatori

Condensatori collegati in *parallelo*: la capacità equivalente è la somma delle capacità dei singoli condensatori:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots \quad (3)$$

Condensatori collegati in *serie*: l’inverso della capacità equivalente è la somma degli inversi delle capacità dei singoli condensatori:

$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots \quad (4)$$

Capacità di un condensatore a facce piane e parallele:

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 S/d \quad (5)$$

dove $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, ϵ_r è la costante dielettrica relativa del mezzo frapposto tra le armature, S è l’area dell’armatura e d la loro distanza.

Carica e scarica del condensatore

Durante la scarica o la carica del condensatore, la tensione ai suoi capi tende a variare con continuità. Si consideri una maglia che comprende un generatore di tensione, un resistore di resistenza R ed un condensatore di capacità C ; se la d.d.p. fornita dal generatore di tensione vale E e la tensione tra le armature del condensatore all’istante in cui inizia il processo di carica è nulla, essa varia nel tempo secondo la legge:

$$V_C(t) = E(1 - e^{(-t/\tau)}) \quad (6)$$

dove il tempo caratteristico τ è pari al prodotto della resistenza R per la capacità C del circuito, $\tau = RC$; la corrente che circola nella maglia segue un andamento esponenziale in funzione del tempo:

$$I = I_0 e^{-t/\tau} \quad (7)$$

dove $I_0 = E/R$; la tensione ai capi del resistore sarà data da $V_R = RI$.

Nel processo di scarica del condensatore, la tensione ai suoi capi varia secondo la legge:

$$V_C(t) = V_0 e^{(-t/\tau)} \quad (8)$$

dove V_0 indica la tensione iniziale ai capi del condensatore; la corrente che fluisce nella maglia è data da:

$$I = I_0 e^{-t/\tau} \quad (9)$$

dove, adesso $I_0 = -V_0/R$ ad indicare che ora la corrente circola in senso opposto a quello che possiede durante il processo di carica.

Attività sperimentale

C1. Caratteristica I-V di una cella fotovoltaica

Esponete la cella fotovoltaica alla luce della lampada. Misurate la differenza di potenziale a circuito aperto V_{ca} :

$$V_{ca} = (\quad \pm \quad) V$$

Misurate la corrente di corto circuito I_{cc} :

$$I_{cc} = (\quad \pm \quad) mA$$

e determinate la resistenza interna della cella, R_{cella} :

$$R_{cella} = (\quad \pm \quad)$$

Collegate alla cella un resistore di carico R (la cui resistenza potete misurare direttamente con l'ohmetro), misurate la corrente I che fluisce nella maglia, la caduta di potenziale V ai capi di R e calcolate la potenza estratta W . Ripetete la misura per diversi valori di R e trovate il valore che rende massima la potenza.

| $R (\quad)$ | $I (mA)$ | $V (V)$ | $W (W)$ |
|---------------|----------|---------|---------|
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |

Confrontate tale valore con quello della resistenza interna della cella.

Riportate in un grafico I , V e W in funzione di R .

Ripetete l'intera misura per una diversa intensità di illuminazione.

| $R (\)$ | $I (mA)$ | $V (V)$ | $W (W)$ |
|-----------|----------|---------|---------|
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |
| \pm | \pm | \pm | \pm |

Riportate in un grafico I , V e W in funzione di R per questi dati.

C2. Composizione di condensatori

Condensatori in serie

Prendete tre condensatori aventi valori di capacità diversi ma dello stesso ordine di grandezza; misurate la capacità di ciascuno di essi servendovi della apposita sezione del multimetro a disposizione:

$$C_1 = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

$$C_2 = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

$$C_3 = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

Calcolate la capacità equivalente della composizione in serie dei tre condensatori:

$$C_{eq} = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

Collegate infine i tre condensatori in serie e misurate la loro capacità equivalente:

$$C_{eq \text{ mis}} = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

e confrontatela con il valore calcolato, dicendo se i valori sono compatibili.

Condensatori in parallelo

Calcolate la capacità equivalente della composizione in parallelo dei tre condensatori:

$$C_{eq} = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

Collegate i tre condensatori in parallelo e misurate la loro capacità equivalente:

$$C_{eq \text{ mis}} = (\quad \pm \quad) \text{ F}$$

e confrontatela con il valore calcolato, dicendo se i valori sono compatibili.

Disegnate per ciascuna misura lo schema del circuito utilizzato.

Discutete se è trascurabile la resistenza interna del voltmetro. Se non lo è, valutate la correzione che andrebbe apportata al valore aspettato di . Ridisegnate il circuito includendo anche la resistenza interna del voltmetro.