

ESERCITAZIONE N°2

PROVA 02.01

Realizzazione a cura di: ing. Edoardo Azzimonti, Francesco Cutugno

Oggetto: rilievo della caratteristica di un bipolo non lineare, in particolare di un light emitting diode (LED).

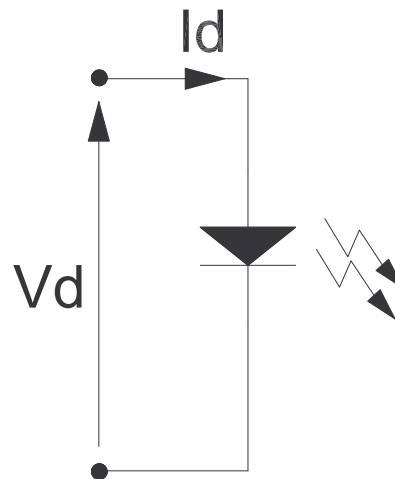


Figura 1: diodo LED

Scopo: verificare il principio di identità del bipolo: “tra la corrente e la tensione misurate ai capi di un bipolo elettrico (in regime stazionario) esiste un legame che non dipende da quanto è collegato all'esterno ma che discende esclusivamente dalla sua natura elettrica”.



Regolazione della corrente di cortocircuito del Power Supply

Prima di accendere il power supply (Esercitazione n°1 - Figura 1) rimuovere, se presente, il ponticello che realizza il collegamento fra il morsetto negativo dell'uscita (47) ed il morsetto di GND (51).

Accendere il power supply (50) ed effettuare la regolazione del massimo valore della corrente di corto circuito, procedendo come di seguito indicato:

- 1) selezionare, tramite l'apposito tasto (48), la funzione voltmetro dello strumento digitale (42) accertandosi che sul display, in basso a destra, compaia l'unità di misura "V";
- 2) ruotare il potenziometro voltage (43) in senso antiorario portando la tensione di alimentazione al valore di 0V;
- 3) selezionare per lo strumento digitale (42) la funzione amperometro (48) accertandosi che sul display, in basso a destra, compaia l'unità di misura "A";
- 4) ruotare il potenziometro current (44) completamente in senso orario fino alla posizione di fine corsa;
- 5) cortocircuitare i cavetti di alimentazione;
- 6) ruotare il potenziometro voltage in senso orario fino a visualizzare sullo strumento in modalità amperometrica un valore di corrente pari a 0,50A;
- 7) ruotare il potenziometro current in senso antiorario fino all'accensione del diodo led contrassegnato con la sigla CC (49);
- 8) selezionare per lo strumento la funzione voltmetro (48) accertandosi che sul display, in basso a destra, compaia l'unità di misura "V";
- 9) rimuovere la condizione di c.c. e ruotare il potenziometro voltage (43) in senso antiorario riportando, se necessario, la tensione di uscita a 0V;
- 10) spegnere il power supply (50).

Schema elettrico del circuito di prova

Assemblare il circuito sulla breadboard come mostrato nello schema elettrico di fig.2, ricordando la corrispondenza fra strumenti virtuali e canali d'ingresso della scheda di acquisizione BNC-2120.

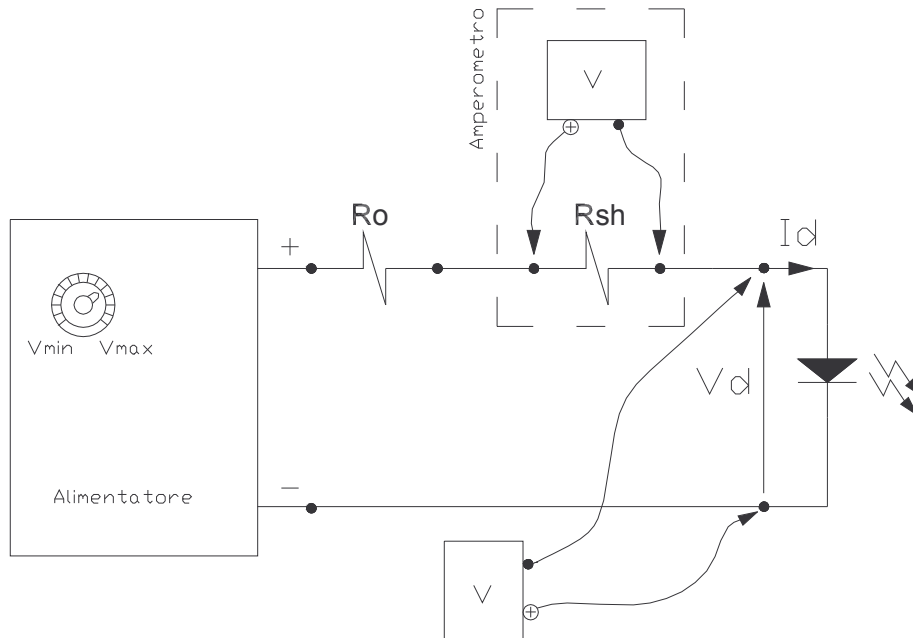


Figura 2: schema elettrico del circuito di prova

$R_o=1k\Omega - 500\Omega$; $R_{sh}=10\Omega$; Diodo LED

Schema di assemblaggio su breadboard:

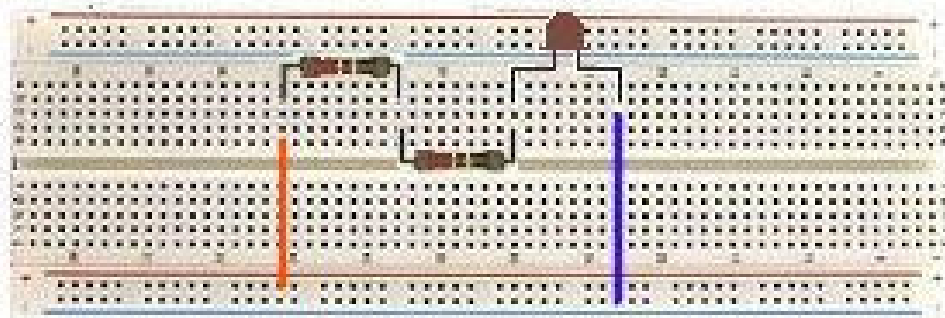


Figura 3: schema di assemblaggio su breadboard

Svolgimento della prova

- 1) Lanciare gli strumenti virtuali voltmetro ed amperometro dell'applicazione LabView contenuti nella directory C:\elettrotecnica\strumenti.
- 2) Impostare, sullo strumento virtuale amperometro, il valore di resistenza di shunt a 10Ω ed il valore di fondo scala a 30mA. Impostare, sullo strumento virtuale voltmetro, il valore di fondo scala a -3V (lettura del valore di -Vd).
- 3) Accendere il power supply.
- 4) Procedere da V=0 e, agendo sull'alimentatore, fare in modo che l'incremento della tensione sul bipolo (Vd) avvenga ad intervalli regolari (per esempio ΔVd=0,5V), rilevando il corrispondente valore della corrente (Ib).

Incrementando la tensione, oltre un certo valore, si assiste ad un repentino aumento della corrente.

Quando le variazioni ΔId diventano molto grandi, in quanto dId/dVd assume valori elevati, conviene procedere imponendo ΔId e rilevando ΔVd.

Le coppie di valori tensione-corrente (almeno una decina) vengono annotate in una tabella del tipo indicato in figura 3 e riportate su di un grafico che rappresenta la curva caratteristica del bipolo, come indicato in figura 4.

Vd [V]	Id [mA]
0,00	
0,50	
1,00	
1,50	
1,60	
1,65	
.....
	20,0
	25,0
	27,0

Figura 4: tabella misure

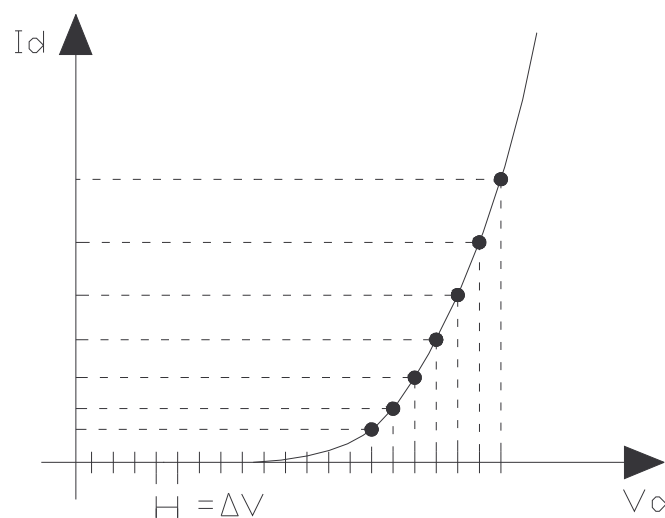


Figura 5: caratteristica del diodo LED



Discutere i limiti di funzionamento del dispositivo legati alla massima potenza dissipata. Si ripercorre all'indietro il rilievo riducendo prima la corrente, poi la tensione e verificando che le coppie tensione-corrente riproducano la curva caratteristica. Si ripete la misura, modificando il circuito esterno al LED, variando il valore R_o (per esempio 500Ω), e si verifica che la caratteristica non cambi, facendo attenzione a non superare il massimo valore di potenza dissipabile dal resistore R_o .

Note:

R_o : è una resistenza di protezione che ha la funzione di limitare ulteriormente la corrente che può attraversare il diodo (per esempio $1k\Omega$).

Misura di corrente: si sottolinea la non idealità degli strumenti di misura e la perturbazione che essi introducono nel circuito. In particolare la misura di corrente viene qui ottenuta indirettamente dalla misura di tensione ai capi di un resistore campione R_{sh} (per esempio 10Ω come nel nostro caso).

L'amperometro non ideale che si viene a costituire presenta quindi una resistenza interna di valore R_{sh} ; purtroppo, per problemi di stabilità dell'amperometro virtuale, si è dovuto utilizzare un resistore di valore piuttosto elevato.

Errore nella misura: nello schema di misura considerato viene comunque commesso un piccolo errore in corrente poiché il voltmetro ha una resistenza interna finita.

Si commenta cosa accadrebbe se i puntali del voltmetro fossero inseriti a monte dell'amperometro.

Possibili approfondimenti

E' possibile eseguire la soluzione grafica del circuito (ricerca del punto di lavoro), sfruttando la curva estratta.

Si invertono i morsetti dell'alimentatore e si applica una tensione negativa.

Si verifica che per tensioni negative la corrente nel diodo è praticamente nulla, discutendo il limite sulla massima tensione inversa applicabile.

PROVA 02.02

Oggetto: rilievo della caratteristica del bipolo lineare equivalente ai capi di R5.

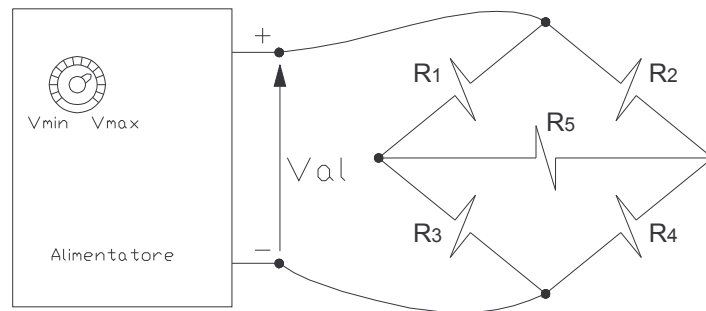


Figura 6: schema elettrico

Scopo: verifica sperimentale del Teorema di Thevenin.

Descrizione della prova

Circuito: viene realizzato il circuito dello schema di misura, collegando sulla breadboard i resistori in configurazione ponte di Wheastone, come mostrato in figura 6.

Ai resistori possono essere attribuiti, per esempio, i seguenti valori:

$R1=1k\Omega$; $R2=2,2k\Omega$; $R3=100\Omega$; $R4=1k\Omega$; $R5=100\Omega$.

Alimentatore: viene fissato un valore per la tensione di alimentazione (per esempio $V_{al}=10V$).

Rilievo della corrente nel resistore R5: dopo aver inserito gli strumenti di misura, secondo lo schema di figura 7, si imposta il valore della tensione di alimentazione e si legge il valore di corrente in R5:

Schema elettrico del circuito di prova

Assemblare il circuito sulla breadboard come mostrato sullo schema elettrico di fig.7, ricordando la corrispondenza fra strumenti virtuali e canali d'ingresso della scheda di acquisizione BNC-2120.

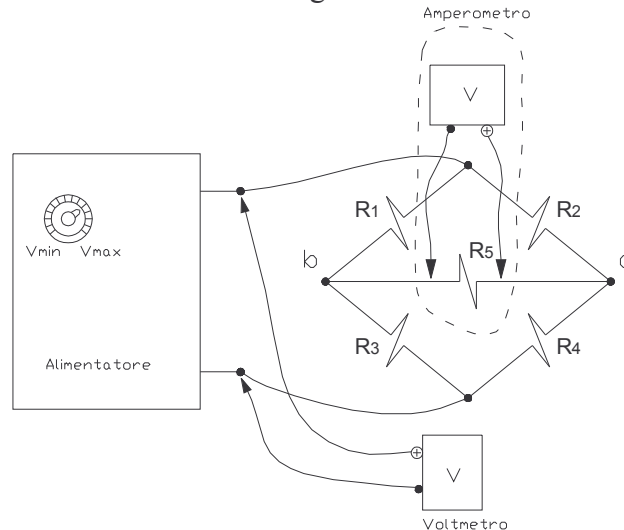


Figura 7: inserimento degli strumenti di misura

Per impostare correttamente il valore della tensione di alimentazione non è conveniente utilizzare lo strumento a bordo dell'alimentatore.

Determinazione del valore dei parametri del modello equivalente Thevenin:

- 1) si scollega il resistore R_5 e si misura la tensione V_{ab} a vuoto ($V_{ab0}=V_{th}$);
- 2) si misura la corrente I_{ab} di cortocircuito (I_{abcc}) utilizzando, a tale scopo, un resistore di shunt del valore di 10Ω o di 1Ω ;
- 3) si calcola il valore della resistenza equivalente Thevenin (R_{th}) valutando il rapporto V_{ab0}/I_{abcc} ;
- 4) si costruisce il circuito equivalente Thevenin utilizzando per R_{th} un trimmer multigiri (oppure mediante somma di resistori di valore opportuno), ed impostando il valore di tensione erogata dall'alimentatore a V_{th} . Per la regolazione del trimmer è possibile utilizzare il multimetro a bordo dell'alimentatore, oppure l'apposito strumento virtuale di Labview.
- 5) si ripete la misura, secondo lo schema in figura 8 e si confrontano i risultati con quelli ottenuti precedentemente:

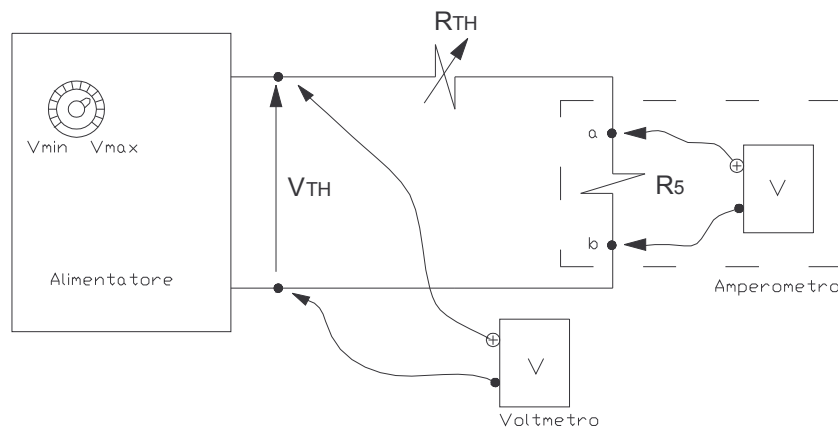


Figura 8: schema elettrico per la verifica del teorema di Thvenin



- 6) utilizzando i valori di resistenza consigliati, per i resistori R1, R2, R3, R4 e regolando la tensione di alimentazione a 10V, i valori di Rth e Vth teorici sono i seguenti: $R_{th} = 778,4\Omega$; $V_{th} = 2,216V$ circa.
Tali valori sono ricavabili anche effettuando una semplice simulazione con PSpice (analisi .OP).

Possibili approfondimenti

Ripetere l'esercitazione utilizzando, al posto dei valori nominali dei resistori, quelli veri, ottenuti effettuandone la misura preliminarmente.

E' possibile eseguire la soluzione grafica del circuito (ricerca del punto di lavoro), utilizzando i valori ottenuti di Vth ed Rth.