

Dopo aver descritto le modalità di funzionamento dei diodi si illustrano qui alcune applicazioni fra le più diffuse

APPLICAZIONI CON I DIODI

Nella parte precedente relativa ai componenti attivi sono stati trattati i diodi a giunzione, i diodi zener e i diodi Schottky fornendo al lettore i principi di base del loro funzionamento. Qui vedremo adesso qualche applicazione pratica e poiché le applicazioni di questi componenti sono fra le più svariate ci soffermeremo su quelle di uso più frequente.

IL DIODO COME ELEMENTO RADDRIZZATORE

La **figura 1 a** mostra la più classica applicazione del diodo. Il circuito infatti, alimentato da una tensione alternata, è idoneo al raddrizzamento della stessa tramite il diodo D in serie al carico. La tensione applicata V_i , qui posta a 100 V di valore massimo (V_M), può essere addotta o direttamente o tramite opportuno trasformatore che porti la tensione di rete al valore desiderato per la specifica applicazione. L'andamento della risposta in ampiezza, ossia l'andamento della tensione V_o sul carico, è riportato nella **figura 1 b** dove i marker verticali indicano la frequenza (pari alla frequenza di rete) e dalla quale si comprende il motivo per cui questo tipo di raddrizzamento venga chiamato a semionda. La V_o , a causa della caduta di tensione sul diodo, ha un

Figura 1 a: il diodo come componente raddrizzatore a una semionda.

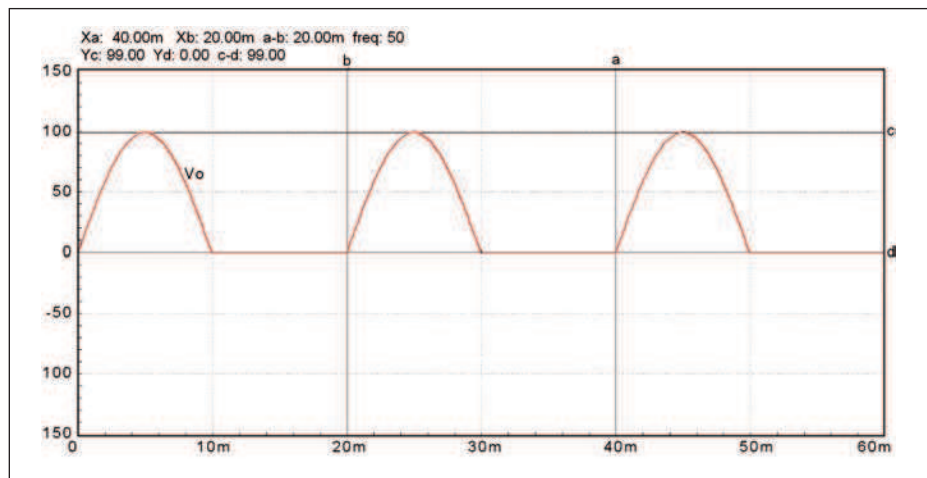
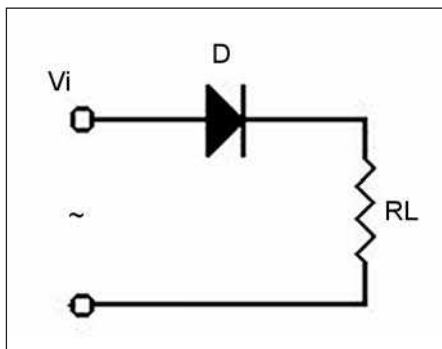


Figura 1 b: andamento della tensione ai capi del carico nel circuito di cui alla figura 1 a.

valore massimo di poco inferiore al valore massimo della tensione applicata. La differenza ($c - d$) nella posizione reciproca dei marker orizzontali indica infatti una $V_o = 99$ V. Il valore medio V_{om} della V_o si ricava con l'espressione:

$$V_{om} = 0,45 V_{ieff} \quad [1]$$

Per $V_M = 100$ V si ha:

$$V_{ieff} = 0,707 V_M = 0,707 \times 100 = 70,7 \text{ V}$$

e quindi per la tensione V_{om} (valore medio) sul carico si ricava:

$$V_{om} = 0,45 \times 70,7 = 31,815 \text{ V}$$

La **figura 1 c** mostra che, in simulazione, il valor medio V_{om} è pari a 31,39 V che è del tutto prossimo al valore calcolato. L'espressione [1] è particolarmente importante perché, nel caso molto frequente in cui la tensione V_i sia quella del secondario di un trasformatore, consente di determinare la tensione efficace che dev'essere appunto presente sul secondario per avere sul carico il valore voluto di

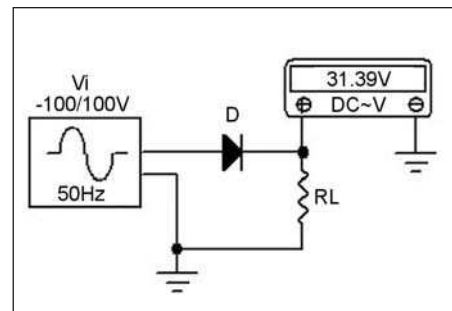


Figura 1 c: simulazione per la misurazione del valore medio.

tensione. In pratica il valore calcolato si aumenta poi di 1 V per sopperire alla c.d.t. sul diodo. Per quanto concerne le correnti si può dimostrare che la relazione fra il valore efficace della corrente erogata dal generatore e il valor medio I_L della corrente sul carico è:

$$I_{ieff} = 1,57 I_L$$

E quindi si ha anche:

$$I_L = 0,637 I_{ieff}$$

Più spesso viene utilizzato il raddrizzamento a due semionde (o a onda intera)

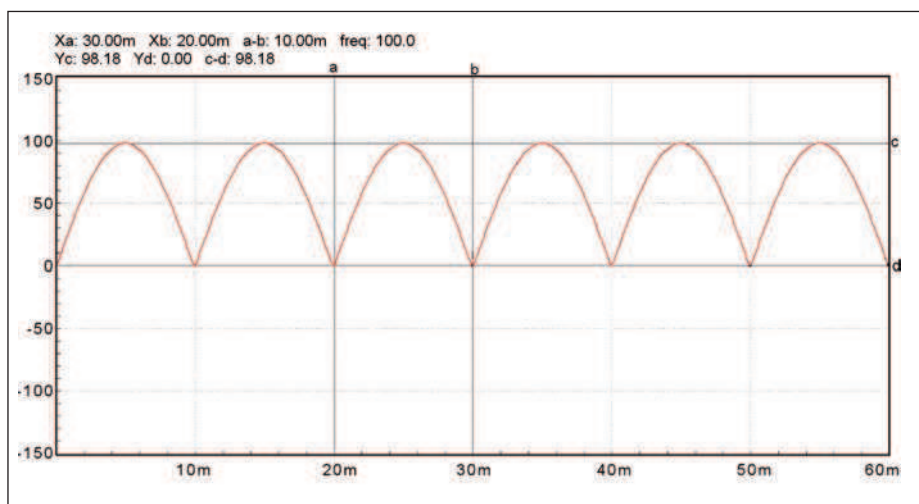


Figura 2 b: andamento della tensione ai capi del carico nel circuito di cui alla figura 2 a.

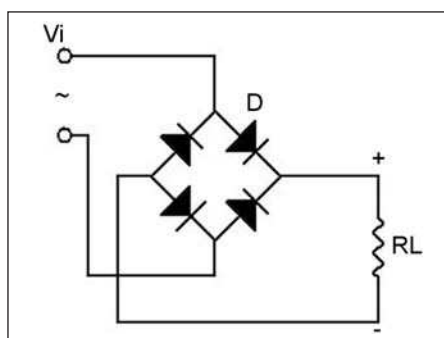


Figura 2 a: circuito raddrizzatore a ponte di Graetz.

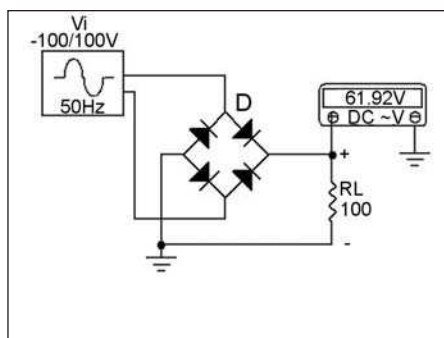


Figura 2 c: la lettura di tensione eseguita dal voltmetro ai capi del carico è perfettamente coerente, a meno della c.d.t. sui diodi, al valore calcolato.

ponendo quattro diodi a ponte (ponte di Graetz) come nel circuito di cui alla **figura 2 a**. La configurazione è tale che la corrente nel carico ha sempre lo stesso verso nell'intero periodo della tensione alternata V_i applicata in ingresso. L'andamento della tensione di uscita è riportato nella **figura 2 b**. In questo caso il valore medio della tensione sul carico, sempre indicando sempre con V_{IM} il valore di picco

della tensione applicata in ingresso, è dato dall'espressione:

$$V_{om} = 0,636 V_{IM}$$

Nel caso sia $V_{IM} = 100V$, per il valor medio della tensione sul carico si ha quindi $V_{om} = 0,636 \times 100 = 63,6 V$

La **figura 2 c** riporta lo stesso circuito con un voltmetro ai capi del carico atto a misurare la tensione (valore medio). Si legge $V_{om} = 61,7 V$. La differenza fra questo valore e il valore calcolato dipende dalla c.d.t. sui diodi. Siccome ad ogni semiperiodo sono due i diodi che vanno in conduzione è buona norma attribuire al secondario una tensione di 2 V maggiore di quella teorica. Si fa infine notare che al posto di mettere quattro diodi a ponte si fa usualmente ricorso a ponti già dedicati.

SCELTA DEI DIODI

Fra i vari dati forniti dai costruttori è sufficiente prenderne in considerazione solo tre: la corrente media nel diodo che viene normalmente indicata con I_{FAV} , il relativo valore efficace indicato con $I_{F(RMS)}$ e la tensione inversa V_{RWM} . Per i due tipi di raddrizzamento qui esposti valgono le espressioni qui di seguito riportate.

Per il raddrizzamento a una semionda:

$$V_{RWM} = 3,14 V_{om} \quad I_{FAV} = I_L \quad I_{F(RMS)} = 1,57 I_L$$

Per il raddrizzamento a onda intera a ponte:

$$V_{RWM} = 1,57 V_{om} \quad I_{FAV} = 0,5 I_L \quad I_{F(RMS)} = 0,785 I_L$$

Nella pratica si sceglieranno diodi con valori di tensione V_{RWM} e correnti $I_{F(RMS)}$ e I_{FAV} maggiorati di un 20 % rispetto a quelli calcolati con le espressioni qui riportate.

Per coloro che ne volessero sapere di più suggeriamo dello stesso autore dell'articolo il testo *Gli alimentatori stabilizzati*

• *Progetto e calcolo*, Editrice Hoepli 2005.

Fra le svariate applicazioni dei diodi è opportuno ricordare il loro frequente utilizzo come componente di protezione di un BJT al quale è, per esempio, asservito un relé. Questa applicazione, già citata quando si è parlato del comportamento delle induttanze, è riproposta nella **figura 3**. Il BJT lavorando come interruttore, ossia o nello stato ON (condizione di saturazione) o nello stato OFF di interdizione eccita e diseccita il relé quando è comandato in base da un segnale opportuno. Nella fase ON il relé viene eccitato poiché la sua bobina si carica tramite la corrente I_c con polarità positiva sull'estremo superiore connesso all'alimentazione V_a e con polarità negativa all'estremo inferiore. Quando il BJT passa in OFF il relé si diseccita e la corrente I_s di scarica si manifesta nello stesso verso della corrente di carica. In assenza del diodo questa corrente può seriamente danneggiare il BJT. Il diodo invece, consentendo una diversa via di scarica, protegge il transistor.

I DIODI LED

Il Led, di cui la **figura 4** mostra il simbolo grafico, è acronimo per *Light emitting diode*, che si traduce in diodo a emissione di luce. È comunque un componente attivo che, realizzato con una giunzione *pn* opportunamente trattata, conduce e "si accende" come un qualsiasi diodo quando è polarizzato direttamente, ossia con l'anodo positivo rispetto al catodo, mentre si trova in interdizione, si "spegne", quando è polarizzato inversamente.

In commercio si trovano led sia per la gamma dello spettro visibile che vengono in genere utilizzati come semplici spie atte a segnalare particolari funzionamenti o interventi, sia per la gamma dell'infrarosso (l'impiego di questi ultimi è, per esempio, nei telecomandi per televisore, VCR, DVD player, ecc...). In ogni caso

L'intensità luminosa è in buona misura proporzionale alla corrente che li attraversa. Corrente che nei normali led dev'essere contenuta entro 20 mA, con una c.d.t. anodo-catodo dell'ordine di (1,5 ÷ 3) V. Per alimentare un Led è sufficiente inserire in serie allo stesso una resistenza R di protezione il cui valore si calcolerà con l'espressione:

$$R = (V_a - 1,5) / (15 \times 10^{-3})$$

Un esempio è il circuito di cui alla **figura 5** dove è $V_a = 12$ V e si è assunta pari a 1,5 V la c. d. t. ai capi del led. Per la corrente nello stesso diodo si è posto il valore di 15 mA. L'applicazione dell'espressione su riportata conduce a un valore della resistenza R pari a 700 Ω . Tale valore si è poi approssimato per difetto al valore normalizzato di 680 Ω (col quale la corrente nel led è di poco superiore a 15 mA). Nel tempo l'utilizzo dei led

si è notevolmente esteso e al presente questi componenti, quelli a luce bianca in particolare, trovano una più vasta gamma di applicazioni che si è addirittura estesa all'alimentazione per l'illuminazione stradale in sostituzione delle lampade ad incandescenza. A questo risultato si è pervenuti con combinazioni serie e parallelo di più diodi ad elevata luminosità che hanno il

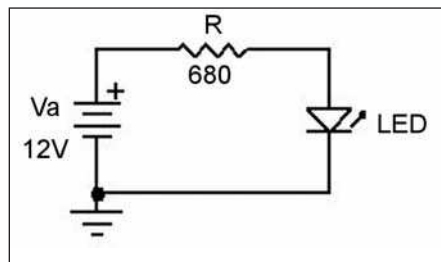


Figura 5: circuito di alimentazione di un led. La resistenza è solo di protezione e determina quindi la corrente diretta nel diodo.

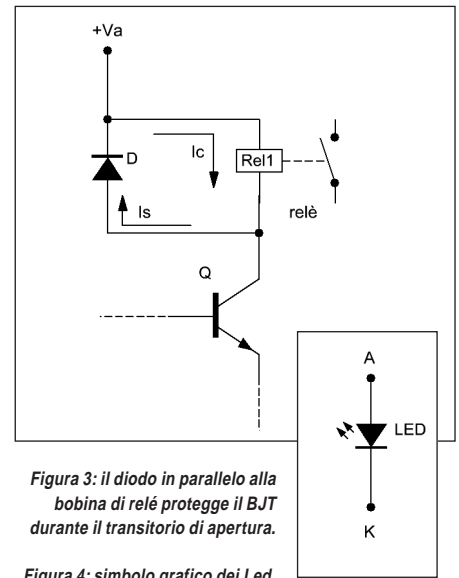


Figura 3: il diodo in parallelo alla bobina di relé protegge il BJT durante il transitorio di apertura.

Figura 4: simbolo grafico dei Led.

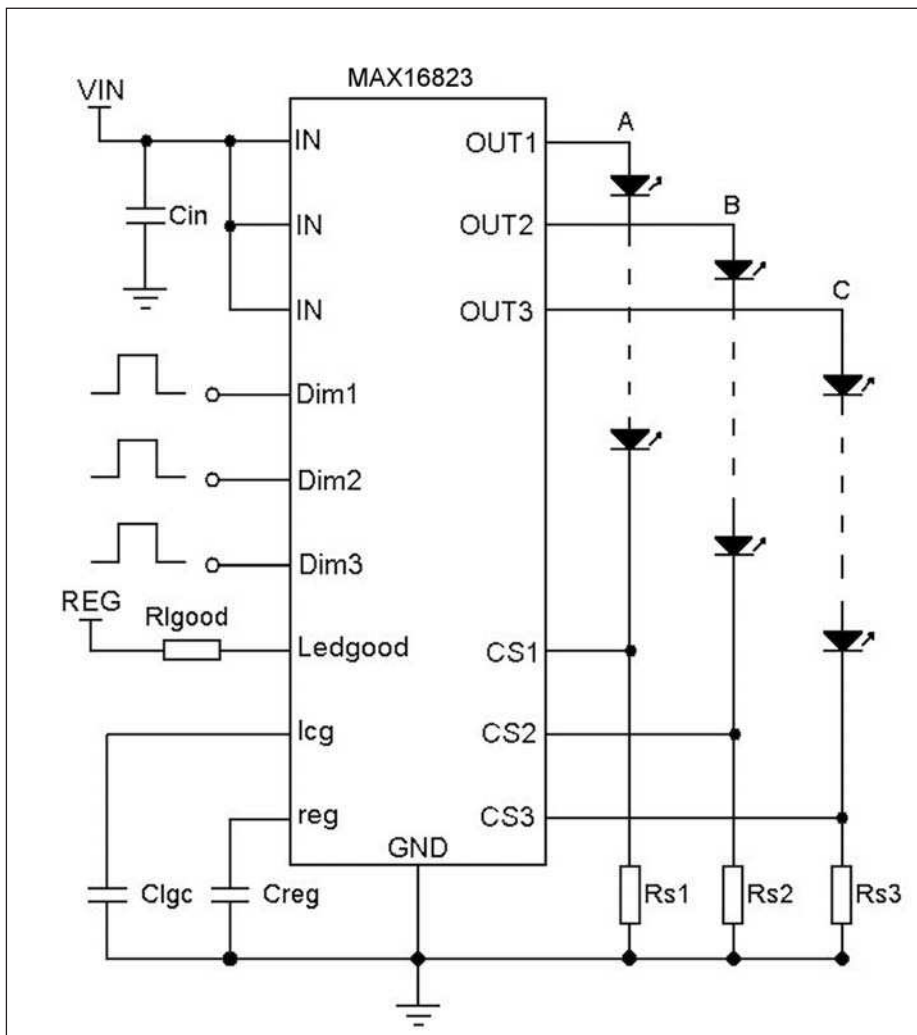


Figura 6: schema funzionale dell'integrato driver MAX16823.

pregio di una durata di funzionamento notevole (dopo 50000 ore di funzionamento la loro luminosità decresce solo del 20%) e di avere consumi estremamente modesti. Questi led, se a luce bianca, presentano una caduta di tensione che va da 3,1 V a 4 V, mentre se a luce verde la c.d.t. va da 1,8 V a 2,7 V. In ogni caso la corrente è molto più elevata di quella necessaria ai led convenzionali dal momento che in genere necessitano di correnti comprese fra 70 mA e 300 mA. Per ottenere una corrente costante nei vari led posti in combinazioni serie-parallelo al fine di avere un'illuminazione omogenea, sono stati prodotti circuiti integrati opportuni che altro non sono che circuiti regolatori a corrente costante. Uno di questi, che qui si riporta solo a scopo informativo e quindi senza approfondire l'argomento poiché esula da questa serie di articoli, è il MAX16823 della Maxim il cui schema di funzionamento è riportato nella **figura 6**. Il MAX16823 è in buona sostanza un driver a tre canali, su ognuno dei quali sono connessi in serie più led, che può lavorare con una qualsiasi tensione compresa fra 5,5 V e 40 V, fornendo per ciascuno dei tre canali una corrente programmabile tramite i valori attribuiti alle resistenze R_s . L'utilizzazione di questo integrato è notevolmente flessibile dal momento che il circuito di cui alla **figura 6** può essere modificato per fornire diversi gradi di luminosità e anche per incrementare la corrente in ogni singola stringa ove i led sono connessi in serie. □