



## PROVA FINALE SIMULAZIONI SPICE DI CIRCUITI ELETTRONICI

C. Guazzoni

Anno Accademico 2024/2025 – Secondo Laboratorio – 6 marzo 2025

### Simulazione SPICE della caratteristica di un diodo e di un raddrizzatore a singola e doppia semionda

#### A. Caratteristica del diodo

Si consideri il diodo 1N4148 (a questo link e' possibile visualizzarne il *datasheet* <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/1N914-D.PDF>). Per le simulazioni che seguono si usi il modello di diodo semplificato a seguire.

Nell'inserire i dispositivi si operi nel modo seguente: dalla libreria *eval.slb* prelevare il dispositivo *D1N4148*.

Nell'inserire i parametri di modello si operi nel modo seguente: dopo aver selezionato col mouse il componente, dal menu *Edit* selezionare *Model* e, successivamente, *Edit Instance Model (Text)*. Nella finestra disponibile aggiornare con le definizioni di modello seguenti:

```
.model D1N4148-1 D(  
    Is=2.682n  
    N=1.836  
    Rs=.5664  
    Vj=.5  
    Bv=100  
    Ibv=100u )
```

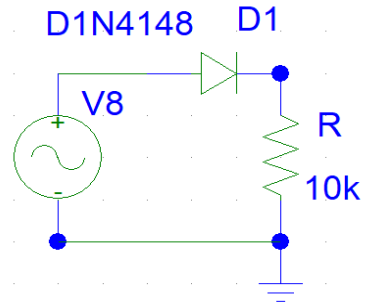
$I_s$  e' la massima corrente inversa nel diodo se non occorressero fenomeni di *breakdown*,  $N$  un fattore (coefficiente di emissione, unitario in un diodo ideale) che precede la tensione termica a denominatore dell'esponenziale nella curva della corrente ed e' legato alla ricombinazione dei portatori in zona di carica spaziale,  $R_S$  e' il valore della resistenza serie nel modello che descrive la resistenza residua della zona neutra e dei contatti (rilevante ad alte correnti),  $B_V$  e' il modulo della tensione di *breakdown* e  $I_{bv}$  e' la corrente al *breakdown*. Si veda in merito la guida di SPICE ai modelli dei componenti.

1. Simulare la curva caratteristica I-V in polarizzazione diretta ( $V_D=0-0.8V$ ), impiegando un generatore di tensione DC ed effettuando una analisi del tipo *DC sweep*.
2. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare e riportare la curva ottenuta al punto 1 in scala lineare e logaritmica.
3. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, e ricorrendo, eventualmente, ad un saggio uso dei cursori, valutare la tensione di accensione del diodo su scala dei mA e su scala dei  $\mu A$ .
4. Simulare la curva caratteristica I-V in inversa (0 - 105V), includendo la regione di *breakdown*, impiegando un generatore di tensione DC ed effettuando una analisi del tipo *DC sweep*.
5. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare e riportare la curva ottenuta al punto 4 in scala lineare e logaritmica.
6. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, e ricorrendo, eventualmente, ad un saggio uso dei cursori, valutare la tensione di *breakdown* e la corrente di saturazione inversa del diodo. Sono compatibili con quanto riportato nel *datasheet*?
7. Confrontare le curve ottenute al punto 1 e al punto 4 con i modelli semplificati del diodo.
8. Ripetere la simulazione di cui al punto 1. effettuando una analisi parametrica al variare della temperatura. Si predispongano opportunamente le voci al menu *Parametric Sweep*, raggiungibile selezionando *Setup* nel menu *Analysis*, ove si seleziona *Temperature* come variabile parametrica.

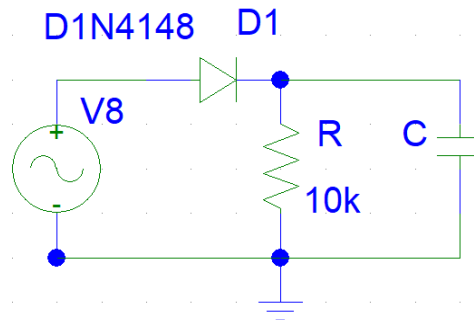
#### B. Raddrizzatore a ponte di diodi a singola semionda

Si consideri un raddrizzatore a ponte di diodi a singola semionda, impiegante diodi 1N4148 con il modello semplificato con una resistenza di carico  $R_L=10k\Omega$ . Utilizzare come generatore di ingresso un generatore di tensione sinusoidale (VSIN) di frequenza 50Hz. Si consideri, ad esempio, una ampiezza della tensione pari

a 30 V, quale quella ottenibile sul secondario di un trasformatore alimentato dalla tensione di rete (230 V<sup>1</sup>) sul primario.



1. Simulare il circuito, scegliendo nel menu *Analysis Setup* la funzione *Transient*: e, con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della tensione ai capi della resistenza di carico e della tensione ai capi del generatore sinusoidale. Come differiscono le due curve e perché?
2. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della tensione al morsetto + del generatore sinusoidale rispetto a massa. Ripetere per il morsetto - del generatore sinusoidale. Commentare il risultato ottenuto.
3. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della corrente nei singoli diodi. Giustificare tale andamento.



4. Dimensionare la capacità da porre in parallelo alla resistenza RL in modo che il *ripple* sulla tensione sia minore del 10%.
5. Simulare il circuito completo. Valutare il *ripple* residuo sulla tensione di uscita ed il tempo di accensione del diodo.

<sup>1</sup> Si veda, per curiosità la norma CEI 8-6 – punto 3 Valori Normali della Tensione Nominale” – “I valori delle tensioni qui di seguito considerate sono valori efficaci.

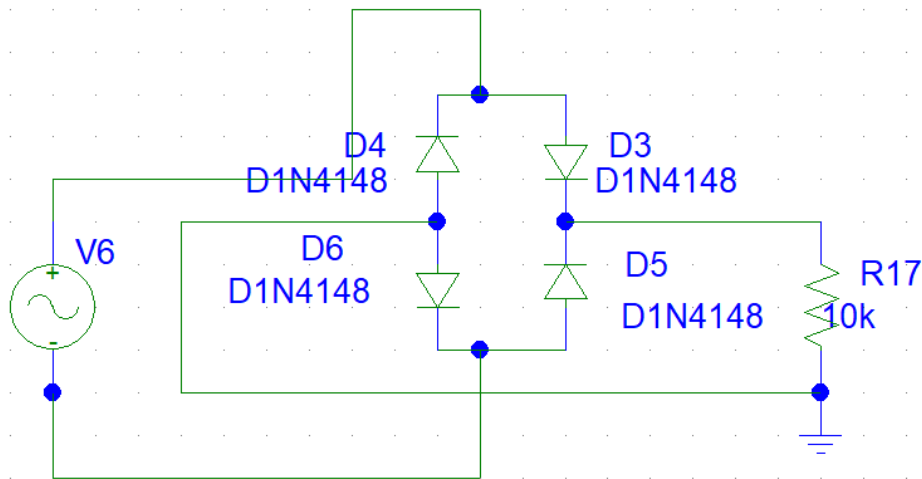
I valori normali della tensione nominale sono:

- 230 V fra le fasi per le reti trifasi a tre conduttori;
- 230 V fra fase e neutro e 400 V fra le fasi per le reti trifasi a quattro conduttori.

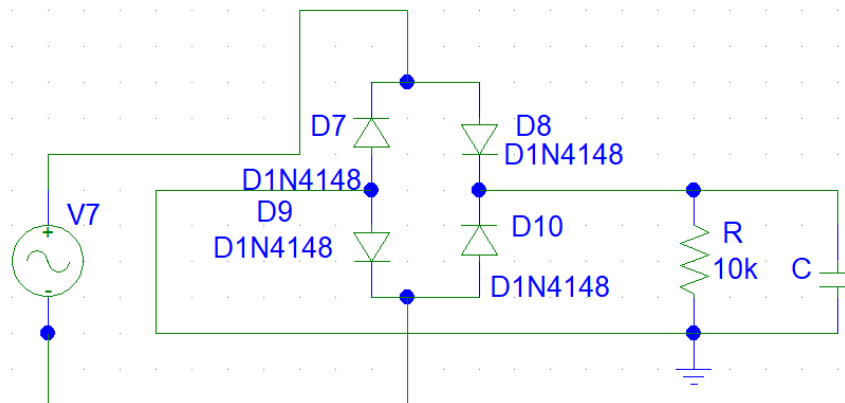
Si raccomanda che, in condizioni ordinarie di esercizio della rete, la tensione al punto di consegna non differisca di oltre il  $\pm 10\%$  rispetto al valore nominale.

### C. Raddrizzatore a ponte di diodi a doppia semionda

Si consideri un raddrizzatore a ponte di diodi a doppia semionda, impiegante diodi 1N4148 con il modello semplificato con una resistenza di carico  $R_L=10k\Omega$ . Utilizzare come generatore di ingresso un generatore di tensione sinusoidale (VSIN) di frequenza 50Hz. Si consideri, ad esempio, una ampiezza della tensione pari a 30 V, quale quella ottenibile sul secondario di un trasformatore alimentato dalla tensione di rete (230 V<sup>1</sup> sul primario).



1. Simulare il circuito, scegliendo nel menu *Analysis Setup* la funzione *Transient*: e, con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della tensione ai capi della resistenza di carico e della tensione ai capi del generatore sinusoidale. Come differiscono le due curve e perché?
2. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della tensione al morsetto + del generatore sinusoidale rispetto a massa. Ripetere per il morsetto - del generatore sinusoidale. Commentare il risultato ottenuto.
3. Con l'ausilio del postprocessore grafico *Probe*, visualizzare l'andamento temporale della corrente nei singoli diodi. Giustificare tale andamento.



4. Dimensionare la capacità da porre in parallelo alla resistenza  $R_L$  in modo che il *ripple* sulla tensione sia minore del 10%.
5. Simulare il circuito completo. Valutare il *ripple* residuo sulla tensione di uscita ed il tempo di accensione del diodo.