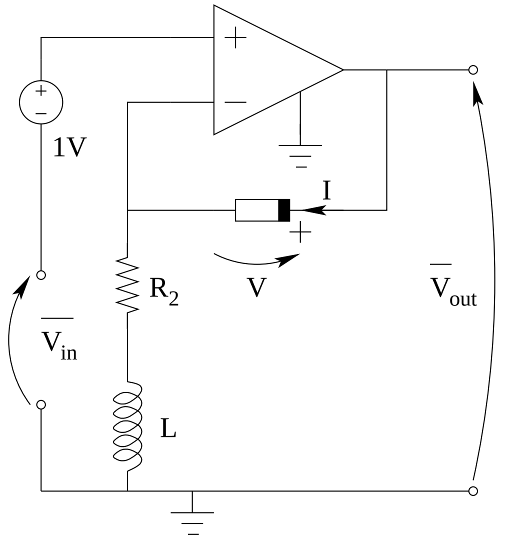
0.1 Esercizio: rete in condizioni di piccolo segnale.

0.1.1 testo



Si consideri la rete in figura, con: $R_2 = 2k\Omega$, $L = 1mH$.
Il bipolo non lineare ha caratteristica:

$$\begin{cases} i = \frac{1}{2000}V^2 & per\, V \geq 0 \\ i = -\frac{1}{2000}V^2 & per\, V < 0 \end{cases}$$

1. Calcolare
$$H(j\omega) = \frac{\overline{V_{out}}}{\overline{V_{in}}}$$
considerando verificata l'ipotesi di piccolo segnale.

2. Calcolare $v_{out}(t)$ con $v_{in}(t) = 1 * cos(10^3 t)[mV]$

0.1.2 Soluzione

Per una rete in condizioni di piccolo segnale dobbiamo:

1. Calcolare il punto di lavoro, lasciando accesi solo i generatori di polarizzazione (spegnendo quello/i di piccolo segnale)

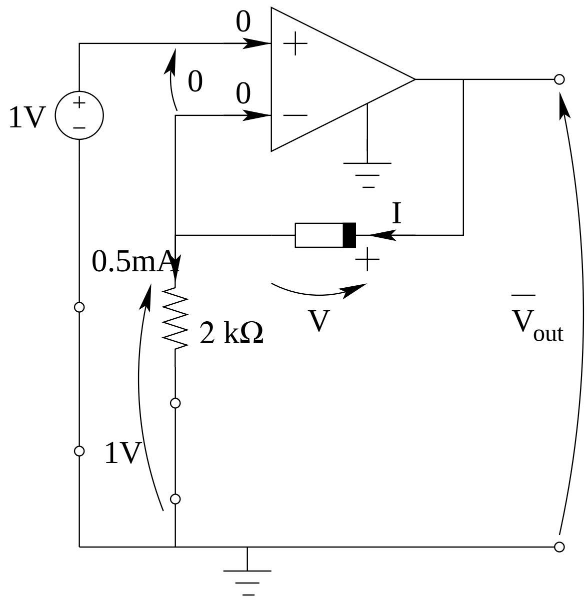
2. Linearizzare la rete, ovvero sostituire all'elemento non lineare il bipolo con caratteristica pari alla tangente della caratteristica reale presa nel punto di lavoro.

3. Sfruttare il principio di sovrapposizione degli effetti per calcolare l'effetto del segnale sull'uscita. Si noti come per il calcolo in questo punto non sia necessario conoscere il valore del generatore del bipolo linearizzato, in quanto viene spento.

Polarizzazione

Risolviamo la rete tenendo acceso solamente il generatore di polarizzazione (in continua). Si noti che, essendo l'ingresso della rete la TENSIONE V_{in} , spegnere il generatore di segnale significa sostituirlo con un generatore di TENSIONE zero, ovvero con un corto circuito.

In polarizzazione si ha che l'induttore si comporta come un corto circuito.

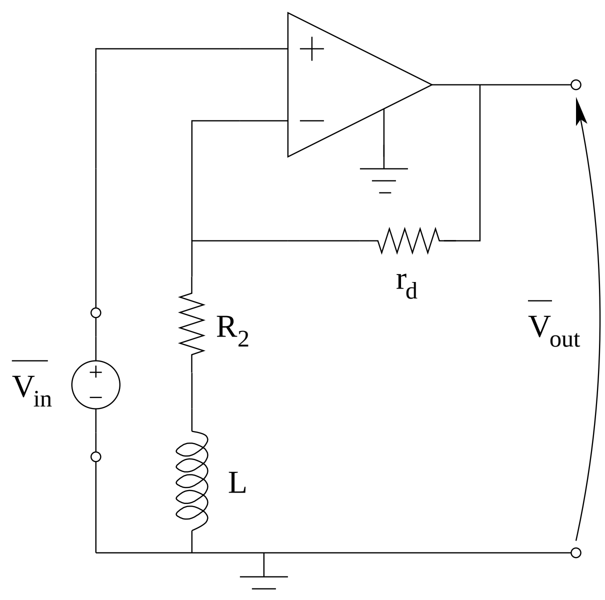


Otteniamo che la corrente che attraversa il bipolo non lineare vale 0.5 mA.
Di conseguenza:
$\frac{1}{2}mA = \frac{1}{2000}V^2 \rightarrow V^2 = 1 \rightarrow V = 1[V]$
quindi la tensione di uscita dovuta alla polarizzazione sarà $V_{out\,pol} = 1V + 1V = 2V$.
La resistenza differenziale varrà:
$r_d = \left.\frac{dV}{dI}\right|_{I=0.5mA}$ oppure
$r_d = \frac{1}{g_d}$
Essendo più rapido calcolare la conduttanza differenziale otteniamo:
$g_d = \left.\frac{dI}{dV}\right|_{V=1[V]} = \frac{1}{2000}(2 * 1[V]) = 1mS$
ovvero
$r_d = 1k\Omega$

Calcolo su piccolo segnale

Sostituiamo quindi un resistore lineare del valore r_d al bipolo non lineare, spegniamo tutti i generatori in continua (polarizzazione) e calcoliamo l'effetto del generatore di segnale sull'uscita.

Circuito per piccolo segnale



Risolviamo quindi la rete trovando la funzione richiesta.

$$H(j\omega) = 1 + \frac{r_d}{R_2 + j\omega L} = 1 + \frac{r_d}{R_2}\frac{1}{1 + j\omega\frac{L}{R_2}} = 1 + \frac{1}{2}\frac{1}{1 + j\omega(0.5ms)}$$

Calcolo di $v_{out}(t)$ dati $v_{in}(t)$, la funzione di rete $H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ ed il punto di lavoro.

La tensione $v_{out}(t)$ sarà la somma di due termini: uno dovuto alla polarizzazione ed uno dovuto al segnale: Infatti, ragionando sulla rete linearizzata, possiamo applicare il principio di sovrapposizione degli effetti.

Calcolo del termine di segnale: Il segnale di ingresso vale:
$V_{in} = 1 \cdot e^{j0}[mV]$
La funzione $H(j\omega)$vale:
$H(j10^6) = 1 + \frac{1}{2}\frac{1}{1+j10^3 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}} = 1 + \frac{1}{2}\frac{1}{1+j0.5} = 1 + \frac{1}{2+j} = 1 + \frac{2-j}{5} = \frac{7-j}{5} = \sqrt{2}e^{j0.14189}$
$V_{out} = H(j\omega)V_{in} = \sqrt{2}e^{j0.14189}mV$
quindi
$v_{out\,segnale}(t) = \sqrt{2}cos(10^3 t + 0.14)$
Il termine di polarizzazione vale:
$v_{out\,pol}(t) = 2V$
quindi la tensione di uscita vale:

$$v_{out}(t) = v_{out\,segnale} + v_{out_{pol}} = 2 + \sqrt{2}cos(10^3 t + 0.14)[mV]$$