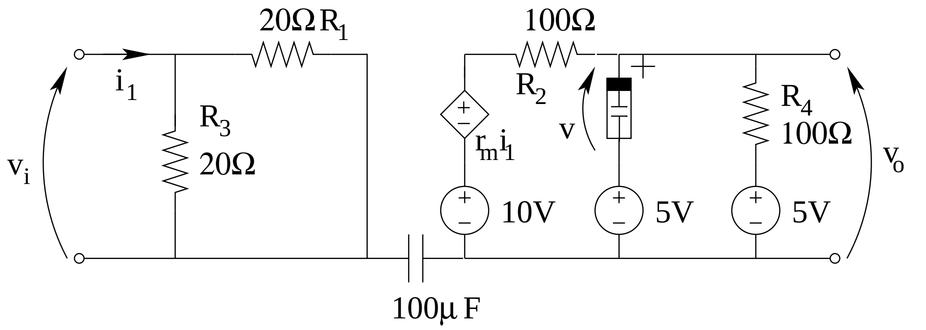
0.0.1 Esercizio su piccolo segnale:



$q = 2 \cdot 10^{-6} v^2$, $r_m = 20\Omega$
Supponendo soddisfatta la condizione di piccoli segnali, si scriva la funzione di rete

$$H(j\omega) = \frac{\overline{V_o}(j\omega)}{\overline{V_i}(j\omega)}$$

Polarizzazione (punto di lavoro):

In continua i condensatori si comportano come un circuito aperto, con $v_i = 0$ otteniamo che la pilotante è nulla.

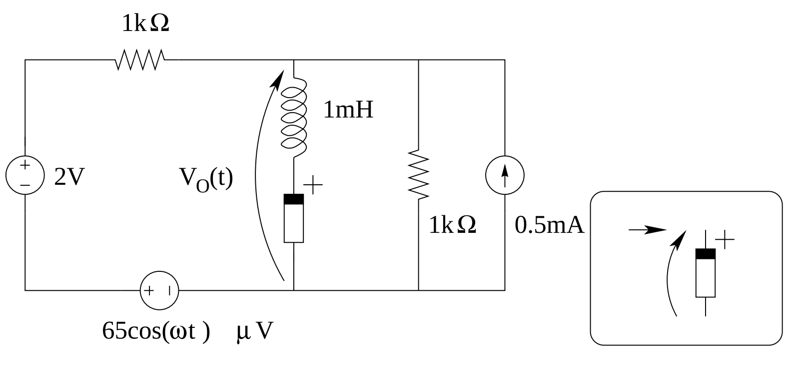
Nota la pilotante troviamo:
$V = 2.5V$
La capacità del condensatore non lineare è pari a:
$C = \frac{dq}{dV}\Big|_{V=2.5[V]} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot V = 4 * 2.5\mu F = 10\mu F$

Segnale:

Noto tale valore otteniamo $\overline{V_o}$ in funzione di $\overline{V_i}$. Calcoliamo innanzitutto la pilotante.
$\overline{I_1} = \frac{\overline{Vi}}{10\Omega}$
a questo punto calcoliamo con un partitore di tensione la tensione $\overline{V_o}$
$\overline{V_o} = \frac{\overline{V_{in}}}{10\Omega} 20\Omega \frac{\frac{1}{j\omega C}\|R_4}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}\|R_4} \ldots$

0.1 Esercizio su piccolo segnale

0.1.1 Testo



Considerato il circuito in figura,
La caratteristica del bipolo non lineare è:

$$\begin{cases} I = \frac{V^2}{2000\Omega} & per \quad V > 0 \\ I = -\frac{V^2}{2000\Omega} & per \quad V <= 0 \end{cases}$$

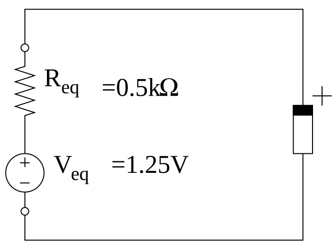
con le convenzioni riportate nel riquadro.

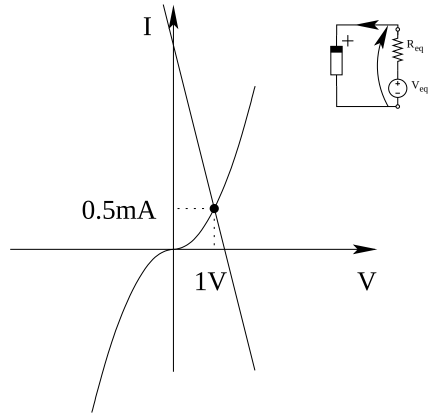
- Calcolare $V_o(t)$ nelle ipotesi di piccolo segnale per il generatore tempovariante.

0.1.2 Soluzione.

Polarizzazione:

calcolo il punto di lavoro utilizzando l'equivalente thevenin di tutta la rete in continua tranne il bipolo non lineare.





Pongo a sistema la caratteristica dell'equivalente trovato con la caratteristica del bipolo non lineare

$$\begin{cases} I = \frac{V^2}{2000\Omega} \\ I = 2,5mA - \frac{V}{0.5k\Omega} \end{cases}$$

Uguagliando i due secondi membri otteniamo:

$\frac{V^2}{2000\Omega} = 2.5mA - \frac{V}{0.5k\Omega} \Rightarrow V^2 + 4V - 5 = 0$

da cui

$\Delta = b^2 - 4ac = 16 + 20 = 36$

$$V = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} < \begin{matrix} \frac{-4-6}{2} = -5V \\ \frac{-4+6}{2} = 1V \end{matrix}$$

Scartiamo il primo valore in quanto la caratteristica del bipolo non passa per nessun punto del secondo quadrante, quindi il punto di lavoro è:

$$V = 1[V]$$

$$I = \frac{1V}{2000\Omega} = 0.5[mA]$$

Calcoliamo quindi il valore di conduttanza differenziale in tale punto:

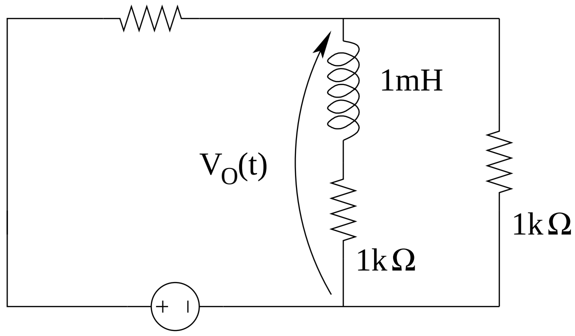
$$G_{diff} = \left.\frac{dI}{dV}\right|_{V=1} = \frac{1}{1000}[S]$$

da cui otteniamo un valore di resistenza differenziale pari a:

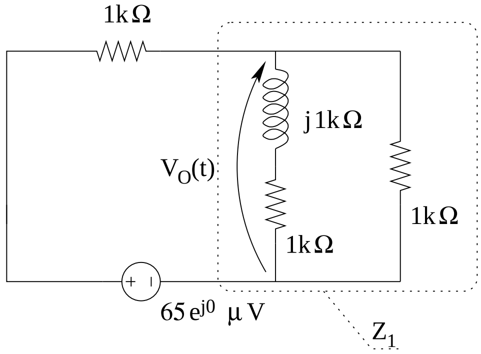
$$R_{diff} = 1000\Omega$$

Piccolo segnale:

Analizziamo ora la rete in condizioni di piccolo segnale, spegnendo tutti i generatori tranne quello di segnale e sostituendo al bipolo non lineare la sua resistenza differenziale:



Passiamo nel dominio dei fasori



Il valore $\overline{V_O}$ viene quindi ottenuto con un partitore di tensione.
Calcoliamo l'impedenza equivalente Z_1indicata in figura:

$$Z_1 = \frac{(1+j)k\Omega \cdot 1k\Omega}{(1+j+1)k\Omega} = \frac{1+j}{2+j}[k\Omega] = \frac{(1+j)(2-j)}{5}[k\Omega] = \frac{2-j+j2+1}{5}[k\Omega] = \frac{3+j}{5}[k\Omega]$$

Applicando il partitore:

$$\overline{V_o} = 65\frac{\frac{3+j}{5}k\Omega}{\frac{3+j}{5}k\Omega + 1k\Omega}\,[\mu V] = 65\frac{\frac{3+j}{5}}{\frac{3+j+5}{5}}\,[\mu V] = 65\frac{3+j}{8+j}\mu V = (3+j)(8-j)\,[\mu V] = (24+1+j8-j3)\,[\mu V]$$

$$\overline{V_0} = (25+j5)\mu V = 25.495e^{j0.197}[\mu V] \simeq 25.5e^{j0.2}[\mu V]$$

Soluzione completa:

La tensione $v_o(t)$ sarà la somma del termine di segnale e del termine dovuto alla polarizzazione, ovvero:

$$v_o(t) = \underbrace{1}_{polarizzazione} + \underbrace{25.5 \cdot 10^{-6} cos(10^6 t + 0.2)}_{segnale}\,[V]$$