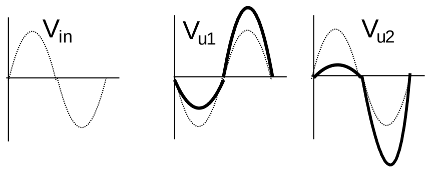
Soluzione appello 5 novembre 2019

(a) G_1=-4.17 con $g_{m1}=g_{m2}$=500µA/V.

(b) La distorsione risente della degenerazione introdotta da R3 e vale :
HD2=0.67% (ε_1=0.0133).

(c) Quando si hanno due stadi in cascata la distorsione totale è data dalla somma algebrica delle due distorsioni singole. Per capire se i valori si sommano o si sottraggono basta ragionare sull'effetto che ogni stadio introduce : dato un segnale sinusoidale in ingresso, le non linearità dei due stadi di questo circuito producono alle loro uscite segnali come quelli visualizzati nel grafico qualitativo seguente:



Per come sono collegati, i due stadi amplificanti esaltano la distorsione e pertanto nel calcolo della ε_{tot} dovrò sommare le due ε parziali. Si noti che l'ultimo stadio a follower ideale non aggiunge alcuna ulteriore distorsione a quella presente al suo Gate (ε_3=0).
Dobbiamo calcolare ε_2. Poiché all'ingresso del secondo stadio sarà presente $v_{u1}=v_{in}\cdot 4.1$=125mV, da cui $v_{gs}|_{T2}$=45mV, si ottiene :

$$\varepsilon_2 = \frac{v_{gs}}{2 \cdot V_{od}} \cdot \frac{1}{1 + g_m \cdot R_6} = 0.016 \ (1.6\ \%)$$

Da cui $\varepsilon_{tot} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_1\varepsilon_2 = 0.013 + 0.016 + 0.0002 = 0.0292$, equivalente a HD2=1.46%.

d) L'espressione del trasferimento del segnale di rumore è la seguente:

$$i_n \cdot \frac{R_3}{\frac{1}{gm1}+R_3} \cdot R_4 \cdot \frac{R_5}{\frac{1}{gm2}+R_6} = v_u \quad \rightarrow \quad \frac{4kT}{R_3} \cdot \left(\frac{R_3}{\frac{1}{gm1}+R_3} \cdot R_4 \cdot \frac{R_5}{\frac{1}{gm2}+R_6} \right)^2 = S_n$$

Da cui si ottiene una densità spettrale di rumore in uscita pari a $S_n|_{R3}=1.6\text{x}10^{-15}$ V²/Hz = (40 nV/√Hz)².

e) $S_n|_{T1}=2.1\text{x}10^{-15}$ V^2/Hz = (40 nV/√Hz)^2 ; $S_n|_{T2}=0.12\text{x}10^{-15}$ V^2/Hz = (11 nV/√Hz)^2 ; $S_n|_{T3}=1.6\text{x}10^{-20}$ V^2/Hz = (0.13 nV/√Hz)^2 .