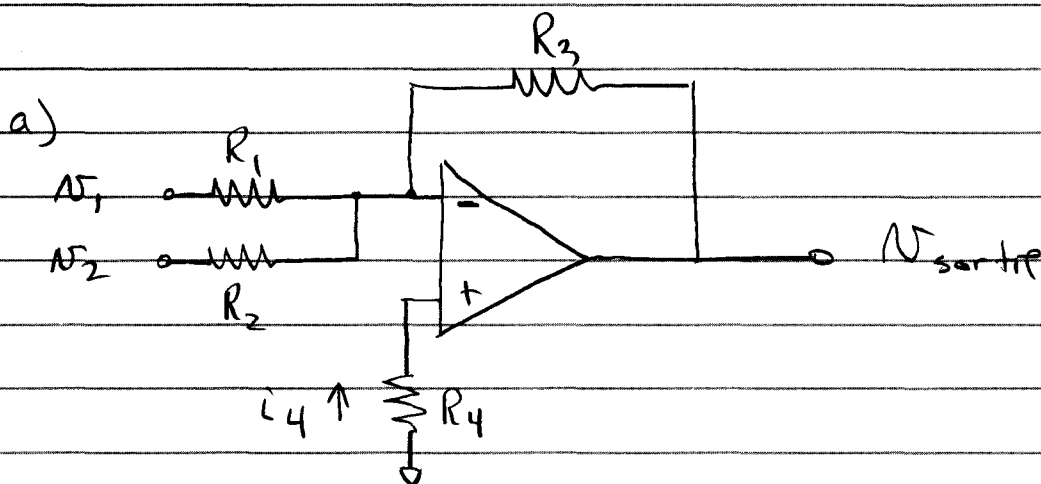


# Question #1 :



3/

L'ampli op étant idéal,  $I_{I+} = 0$  et  $r_{en} = \infty$

Donc  $I_4 = 0$  et  $V_{EN+} = 0V$ . 3/

On a → ampli-op idéal  
→ rétroaction négative

3/

Donc on peut utiliser la méthode du court-circuit virtuel

$$V_{EN-} = V_{EN+} = 0V.$$

$$\text{Donc } \frac{V_1 - 0}{R_1} + \frac{V_2 - 0}{R_2} = \frac{0 - V_{\text{sortie}}}{R_3} \quad 3/$$

$$V_{\text{sortie}} = -R_3 \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right) \quad 3/$$

$$b) V_{\text{somax}} = G_o' \left( I_{IO} (R_{eq} - R_4) - \frac{I_{IO}}{2} (R_{eq} + R_4) - V_{IO} \right)$$

6/  $G_o' = \text{gain statique} = \frac{R_3}{R_1 \parallel R_2} = \frac{100k\Omega}{6,66k\Omega} = 15$  2/

{ pour calculer l'energie statique

$$R_{eq} = R_1 // R_2 // R_3 \quad 4/$$

$$= 6,25 \text{ k}\Omega \quad 2/$$

$$\text{Donc } V_{s\text{omax}} = -15 \left( 100 \text{ nA} (6,25 \text{ k}\Omega - 100 \text{ k}\Omega) - \frac{20 \text{ nA} (6,25 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega)}{2} - 10 \text{ mV} \right)$$

$$= +15 (9,375 \text{ mV} + 10 \text{ mV} (106,25) + 10 \text{ mV})$$

$$= 15 (19,375 \text{ mV} + 1,0625 \text{ mV})$$

$$= 15 (20,44 \text{ mV})$$

$$= \boxed{306,6 \text{ mV}} \quad 6/$$

c) Oui, en utilisant  $R_4 = R_{eq} \quad 6/$

$$V_{s\text{omax}} = G_0 (I_{I0} R_{eq} + V_{I0})$$

$$= -15 (20 \text{ nA} \cdot 6,25 \text{ k}\Omega + 10 \text{ mV})$$

$$= \pm 151,9 \text{ mV} \quad 4/$$

d)

$$\text{Pour } v_2 = 2 \sin(2\pi f t)$$

$$\text{La sortie en c.a. sera } v_{\text{sortie c.a.}} = -\frac{R_3}{R_2} v_2$$

Donc l'amplitude c.a. de la sortie sera

$$v_{\text{sortie c.a.}} = -10 \sin(2\pi f t)$$

$$\text{Pente maximale} = 2\pi f (10V) \quad 5/$$

$$= 20\pi f$$

Cette pente doit demeurer inférieure à la vitesse de balayage

$$\rightarrow f < \frac{SR}{20\pi} \quad 3/$$

$$f_{\max} = \frac{10V/\mu s}{20\pi} = \boxed{159,2 \text{ kHz}} \quad 4/$$

La limite imposée par le produit Gain Largeur de Bande est beaucoup plus élevée (voir no. e)). C'est donc 159,2 kHz qu'on doit utiliser ici.  $3/$

e)

La fréquence sera limitée par le produit Gain-Largeur de bande.  $f_{Ti} = 10 \text{ MHz}$

$$\text{Pour un ampli inverseur : } f_c = \frac{f_{Ti}}{1-G_0} \quad 3/$$

pour le signal  $N_2$ , le gain  $G_0 = -5$

$$\text{donc } f_c = \frac{10 \text{ MHz}}{1-(-5)} = \boxed{1,67 \text{ MHz}} \quad 4/$$

La limite imposée par la vitesse de balayage est beaucoup plus élevée. C'est donc 1,67 MHz qu'on doit utiliser ici.  $3/$

## Question #2

a)

Les transistors  $Q_5$  et  $Q_6$  déterminent le courant qui circulera dans les émetteurs de  $Q_1$  et  $Q_2$ .

Si  $R_2 = R_3$ ,  $\rightarrow I_{E1} = I_{E2}$

$Q_3$  et  $Q_4$  forment un miroir de courant où

$$I_{E3} = \frac{V_{CC} - (-V_{EE}) - V_{EB4}}{R_1} \stackrel{3/}{=} \frac{29,3 \text{ V}}{293 \text{ k}\Omega} \stackrel{2/}{=} 100 \mu\text{A}$$

$$\text{Donc } I_{C1} \stackrel{3/}{=} I_{C2} = \frac{I_{E3}}{2} = 50 \mu\text{A} \stackrel{2/}{}$$

$Q_1$  et  $Q_2$  ont  $h_{FE} = 200$

$$I_{B1} = I_{B2} = \frac{I_{C1}}{h_{FE}} = \frac{50 \mu\text{A}}{200} = \boxed{250 \text{ nA}} \stackrel{5/}{}$$

b) le courant de polarisation moyen  $I_{IB} = 250 \text{ nA}$

Dans le pire des cas,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$  (1,05)  $\stackrel{3/}{}$   
 $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$  (0,95)

$$\text{ON aura alors } I_{E5} R_2 = I_{E6} R_3 \stackrel{3/}{}$$

$$\text{et } I_{E5} + I_{E6} \approx 100 \mu\text{A}$$

$$I_{E5} + I_{E5} \left( \frac{R_2}{R_3} \right) \approx 100 \mu\text{A}$$

$$I_{E5} = \frac{100 \mu A}{1 + R_2/R_3} = \frac{100 \mu A}{1 + 1.05/0.95} = 47.5 \mu A \quad 2/$$

et donc  $I_{E6} = 100 \mu A - 47.5 \mu A = 52.5 \mu A$

$$I_{B1} = \frac{47.5 \mu A}{200} = 237.5 \text{ nA} \quad 2/$$

$$I_{B2} = \frac{52.5 \mu A}{200} = 262.5 \text{ nA}$$

$$I_{I0} = \frac{|I_{B1} - I_{B2}|}{25 \text{ nA}} = \frac{25 \text{ nA}}{25 \text{ nA}} = 1 \quad 5/$$