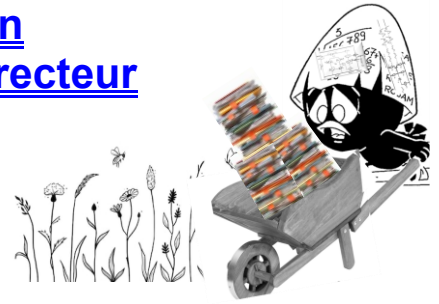
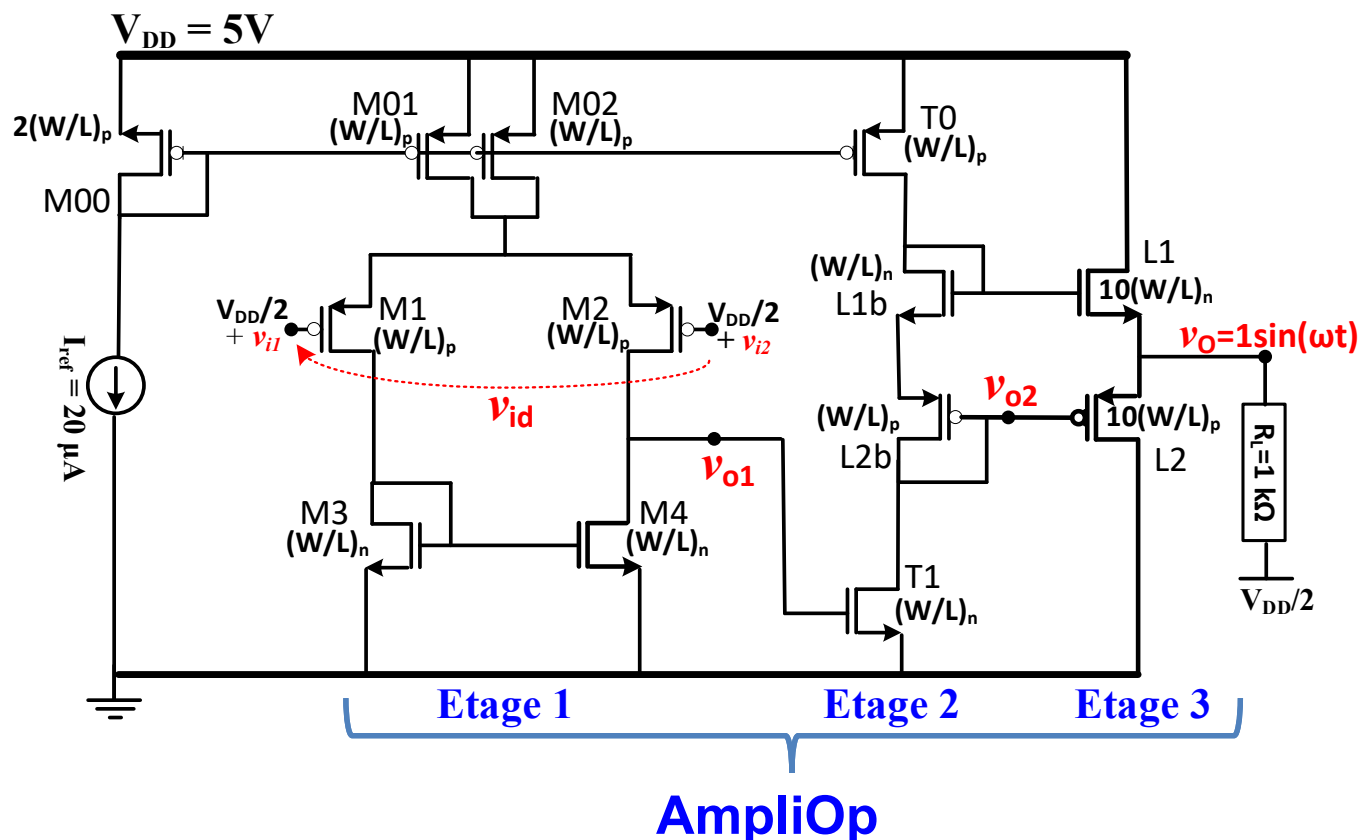


De la clarté, de la concision
et une petite pensée pour le correcteur



Partie I (AmpliOp ~ 1h):



Transistors:

$$(W/L)_n = 10/1 ; k_{pn} = 120 \mu A/V^2 ; V_{Tn} = 0.8 V ; U_{a,n} = 20 V/\mu m$$

$$(W/L)_p = 30/1 ; k_{pp} = 40 \mu A/V^2 ; V_{Tp} = 0.8 V ; U_{a,p} = 20 V/\mu m$$

Pour tous les transistors de l'étage 1 et 2, considérer: $|V_{gs}| = 0.93 V ; g_m = 155 \mu S ; g_{ds} = 0.5 \mu S$

Pour tous les transistors de l'étage 3, considérer: $|V_{gs}| = 0.93 V ; g_m = 1550 \mu S ; g_{ds} = 5 \mu S$

NOM:

PRENOM:

SECTION

Place N°:

Samedi 5 juillet 2023

Examen Printemps

Durée : 1h45
(15h15 à 17h00)**Partie I (AmplOp en CMOS ~ 1h): (8pt coef 2)****Exprimer et calculer les spécifications suivantes de l'AO en indiquant à chaque fois les transistors mis en jeu (Ex : $g_m(M_2)$, $I_D(T_1)$...).**

$$\frac{v_{o1}}{v_{id}} = \frac{-g_m(M_2)}{g_{ds}(M_2) + g_{ds}(M_4)} = -155 \equiv 43.8 \text{ dB}$$

1

$$\frac{v_{o2}}{v_{o1}} = \frac{-g_m(T_1)}{g_{ds}(T_0) + g_{ds}(T_1)} = -155 \equiv 43.8 \text{ dB} =$$

1

$$\frac{v_o}{v_{o2}} = \frac{g_m(L_2)R_L}{1 + g_m(L_2)R_L} = 0.6 \equiv -4.3 \text{ dB}$$

1

$$\frac{v_o}{v_{id}} = \frac{v_{o1}}{v_{id}} \cdot \frac{v_{o1}}{v_{id}} \cdot \frac{v_{o1}}{v_{id}} \equiv 83.2 \text{ dB}$$

1

Puissance moyenne consommée par l'étage 1

$$P_{cc1} = V_{DD} \cdot (I_D(M_{01}) + I_D(M_{02})) = 0.1 \text{ mW}$$

Puissance moyenne consommée par l'étage 2

$$P_{cc2} = V_{DD} \cdot (I_D(T_0)) = 0.05 \text{ mW}$$

Puissance moyenne consommée par l'étage 3

$$P_{cc3} = V_{DD} \cdot (I_D(L_1)) + 2 \left(\frac{V_{DD}}{2} \cdot \frac{\hat{v}_o}{\pi R_L} \right) = 0.5 + 1.59 = 2.09 \text{ mW}$$

Puissance moyenne consommée par l'AO

$$P_{cc,tot} = P_{cc1} + P_{cc2} + P_{cc3} = 2.24 \text{ mW}$$

1

Puissance moyenne fournie à la charge

$$P_L = \frac{v_{eff}^2}{R_L} = \frac{\hat{v}_o^2}{2R_L} = 0.5 \text{ mW}$$

Efficacité énergétique de l'AO

$$\eta = \frac{P_L}{P_{cc,tot}} = 22.32 \%$$

Amplitude maximal du signal ac de sortie sans distorsion

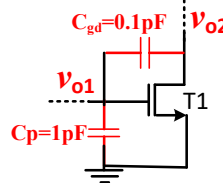
$$v_{o,max} = \frac{V_{DD}}{2} - V_{gs}(L_2) - (V_{gs}(T_1) - V_T) = 2.5 - 0.93 - 0.93 + 0.8 = 1.44 \text{ V}$$

1

Pôle dominant donné par le capa parasites C_p et C_{gd} sur le nœud v_{o1} (voir schéma).

$$f_p = \left[2\pi (g_{ds}(M_2) + g_{ds}(M_4))^{-1} \left(C_p + \frac{v_{o2}}{v_{o1}} C_{gd} \right) \right]^{-1}$$

$$= 9.65 \text{ kHz}$$



$$GBW = f_p \cdot \frac{v_o}{v_{id}}$$

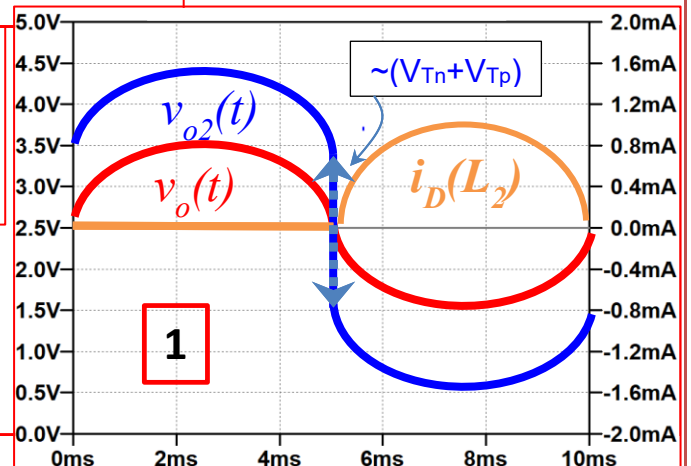
$$= 139 \text{ MHz}$$

1

 $P_d \equiv$ puissance dissipée dans L_1 , (resp. L_2) par effet joule.

$$P_d = \frac{P_{cc3} - P_L}{2} = 0.795 \text{ mW}$$

Monter l'AO en suiveur, court-circuiter L_{1b} et L_{2b} , appliquer un signal $v_{i2} = 1 \sin(2\pi 100t)$ et esquisser les signaux $v_o(t)$, $v_{o2}(t)$ et $i_D(L_2)$ sur le graph à droite. ($R_L = 1k\Omega$)



Partie II (Questions générales ~ 20 mn) (16pts coef 1):

Répondre brièvement (**idéalement 1 mots-clés + adjectif**)

Q1 : Donner la raison de la supériorité du Bipolaire sur le MOSFET pour l'amplification :

La Caractéristique $I_C(V_{BE})$ exponentielle

1

Q2 : Donner la raison de la supériorité du Bipolaire sur le MOSFET pour la linéarité des amplificateurs:

V_{CEsat} faible

1

Q3 : Donner l'avantage essentiel du MOSFET sur le Bipolaire :

La miniaturisation

1

Q4 : Donner l'avantage essentiel de l'amplification différentielle :

Rejection du mode-commun

1

Q5 : Donner la raison de la non utilisation des amplificateurs différentiels en éléments discrets :

Appariement faible des composants

1

Q6 indiquer par un 'x' les réponses justes: La polarisation DC dans un amplificateur permet de

Mettre le transistor en conduction. **X**

Définir le gain. **X**

Définir le type de montage.

Maximiser la dynamique de sortie. **X**

1

Q7 : Indiquer par un 'x' les montages qui permettent de remplir au mieux les objectifs.

Objectifs	Emetteur commun	Base commune	Collecteur commun	Emetteur commun dégénéré
Gain élevé	X	X		
R_{in} élevée	X		X	X
R_{out} faible			X	
Gain positif		X	X	

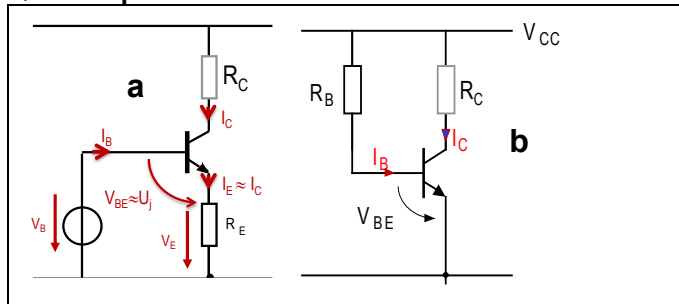
1

1

1

1

Q8 : compléter



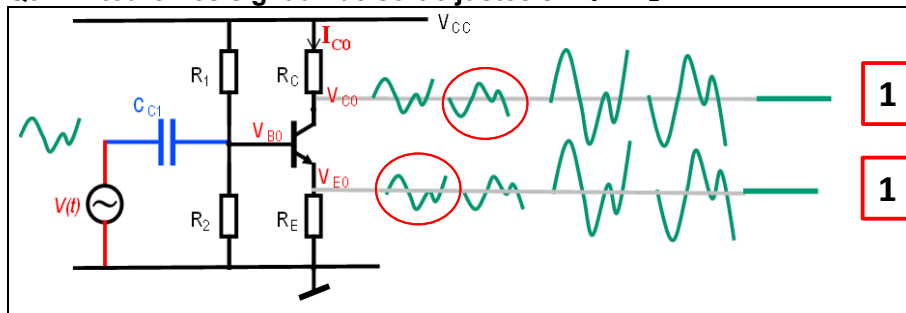
La meilleure polarisation est : **(a)**.....

1

Raison: **Faible dépendance de β**

1

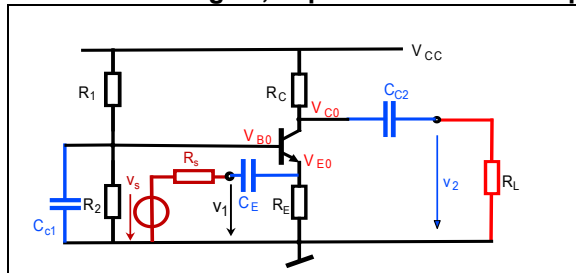
Q9 : Entourer les signaux de sortie justes si $R_C = R_E$.



1

1

Q10 : A valeur égale, laquelle de ces trois capacités donne le pôle dominant en basse fréquence et pourquoi.



La capacité est : **C_E**

1

Raison:

Nœud à faible impédance.....

1