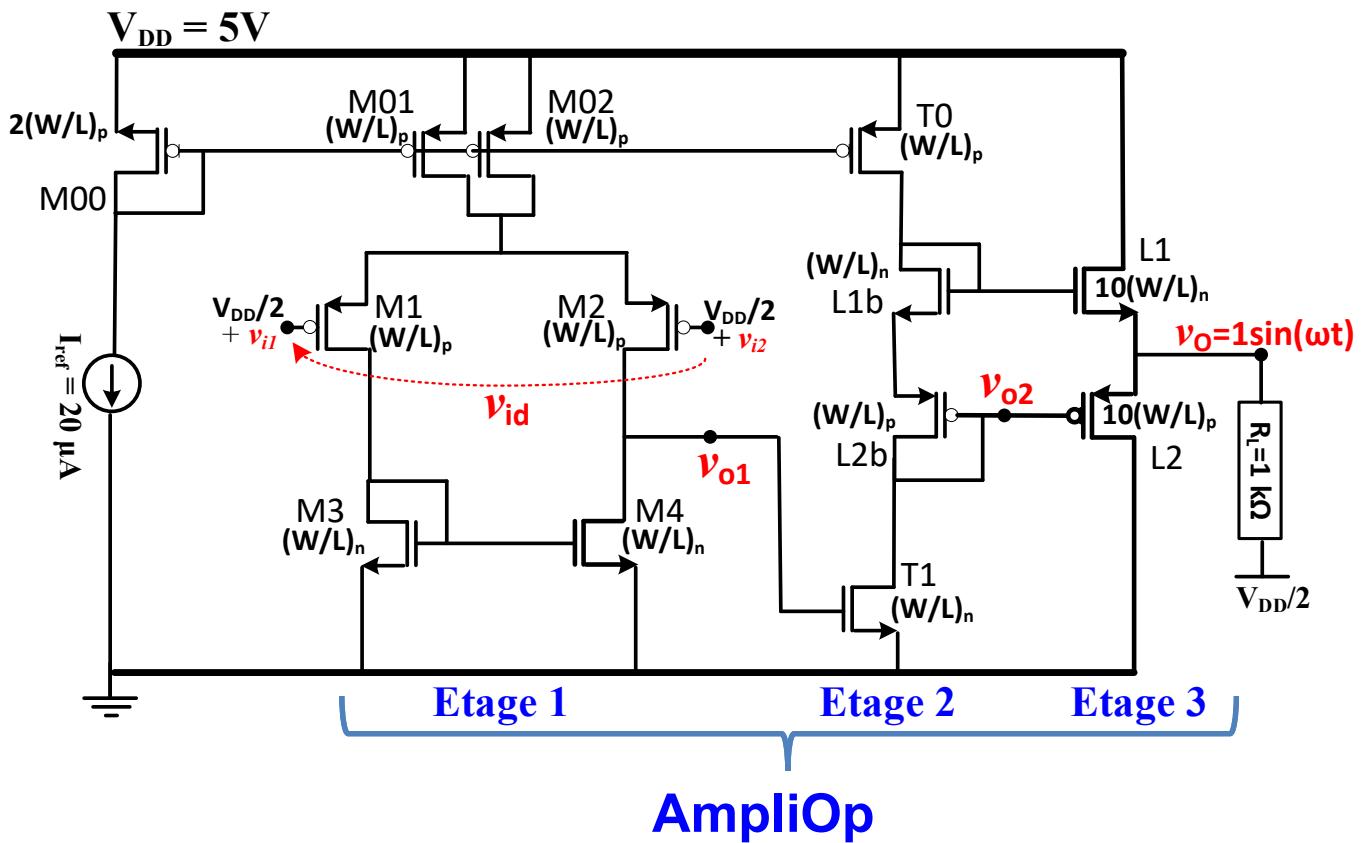


## De la clarté, de la concision et une petite pensée pour le correcteur



### Partie I (AmpliOp ~ 1h):



#### Transistors:

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

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

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

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

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 :  $g_m(M2)$ ,  $I_D(T1)$  ...).**

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

1

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

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

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

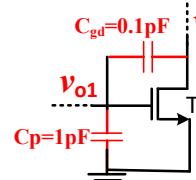
Amplitude maximal du signal ac de sortie sans distorsion

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

1

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

$$f_p = \left[ \frac{2\pi(g_{ds}(M_2) + g_{ds}(M_4))^{-1}}{(C_p + \frac{v_{o2}}{v_{o1}} C_{gd})} \right]^{-1} = 9.65 \text{ kHz}$$



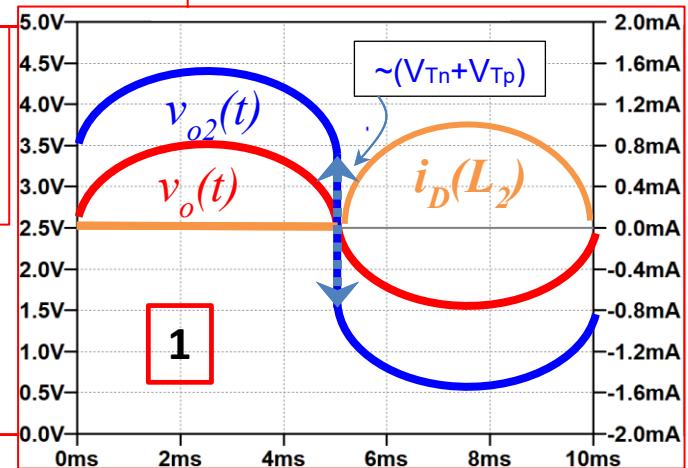
$$GBW = f_p \cdot \frac{v_o}{v_{id}} = 139 \text{ MHz}$$

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

1

Définir le gain. X

Définir le type de montage.

Maximiser la dynamique de sortie. X

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                        |
| $R_{out}$ faible |                 |              |                   | X                        |
| Gain positif     |                 | X            |                   | X                        |

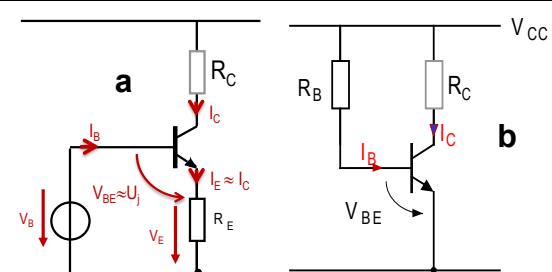
1

1

1

1

Q8 : compléter



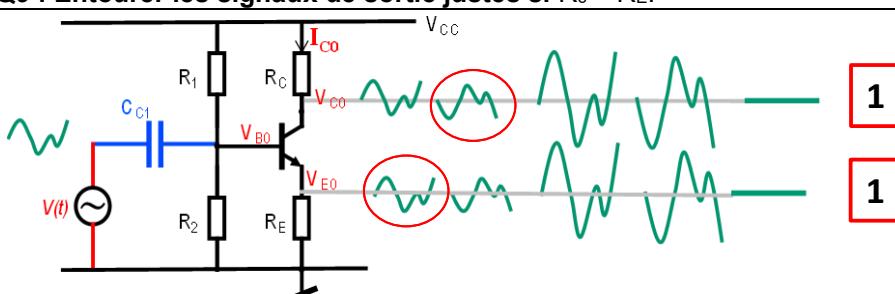
La meilleure polarisation est : (a).....

1

Raison: Faible dépendance de  $\beta$

1

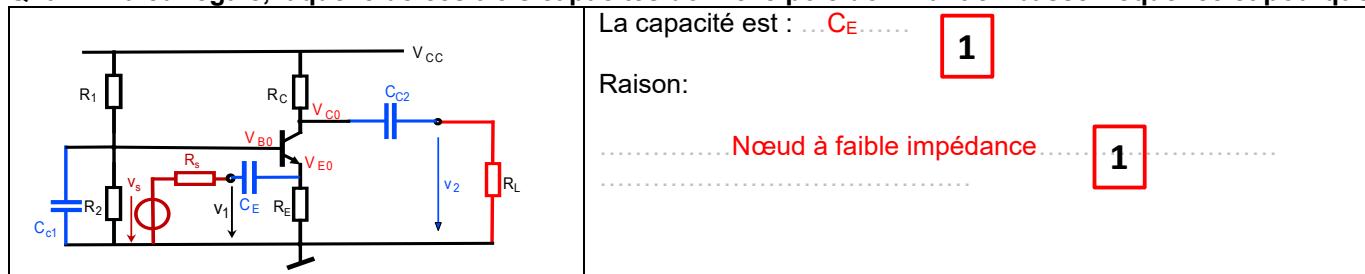
Q9 : Entourer les signaux de sortie justes si  $R_c = R_E$ .



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