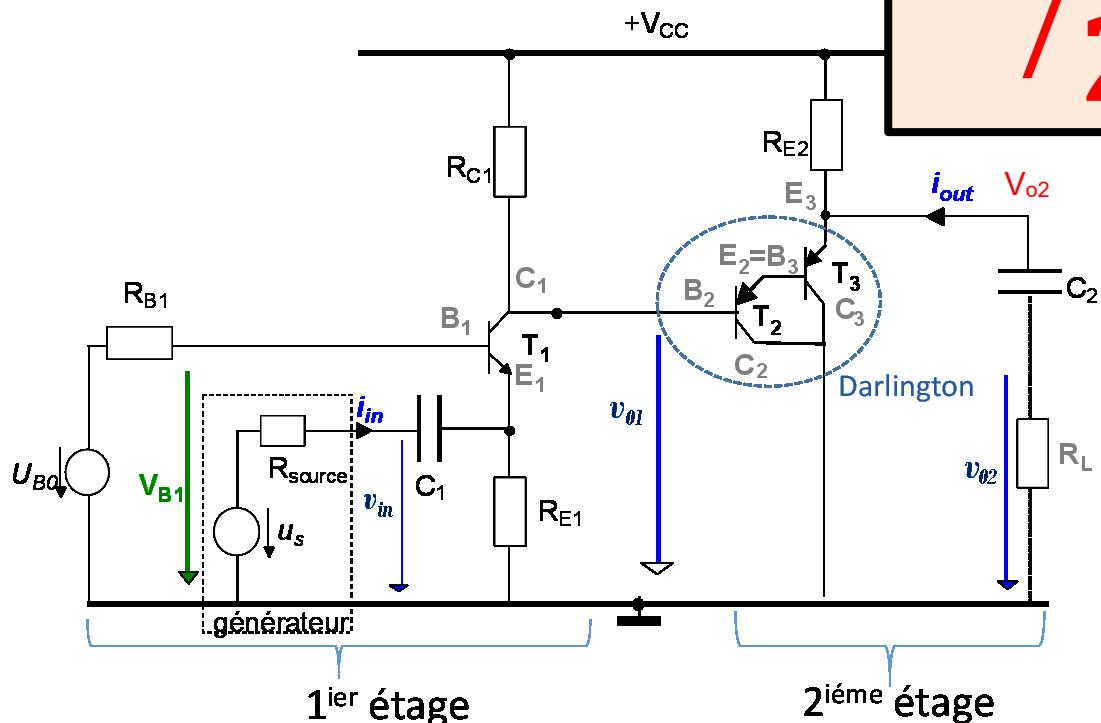


Seul le résultat final est rapporté dans la case dédiée

Partie I (Circuits en Bipolaire ~ 1h):



Avec:

$V_{cc} = +10V$, $U_{B0} = 2.7V$; $R_{B1} = R_{C1} = 5k\Omega$, $R_{E1} = R_{E2} = 2k\Omega$, $C_1 = C_2 = 2.2\mu F$;

Transistors $T_{1,2,3}$: $\beta_{1,2,3} = 300$; $|V_{BE}| = U_J = 0.7V$; Tension d'Early $U_A \rightarrow \infty$.

a. Etude statique Point de fonctionnement du montage

Les courants de base étant négligés ($\beta = \infty$), exprimer et calculer les tensions et courants de polarisation. Les potentiels dans le tableau ci-dessous seront rapportés à la masse.

	V_{E1} [V]	I_{C1} [mA]	V_{C1} [V]	V_{CE1} [V]	V_{E3} [V]	I_{C3} [mA]
Expressions analytiques	$U_{B0}-U_J$	V_{E1} / R_{E1}	$V_{cc} - R_{C1}I_{C1}$	$V_{C1} - V_{E1}$	$V_{C1} + 2U_J$	$(V_{cc} - V_{E3})/R_{E2}$
Valeurs numériques	2	1	5	3	6.4	1.8

NOM:	PRENOM:	SECTION	Place N°:
------	---------	---------	-----------

b. Donner le type de montage pour chaque étage.

2

Etage 1 : Base commune (dégénérée)

Etage 2 : Collecteur commun (Emetteur suiveur)

2.1 Etude dynamique dans la bande passante : (Les résistances notées R_x/R_y)

a. Exprimer et calculer les paramètres petits signaux ainsi que les résistances d'entrée et de sortie.

	g_{m1} [mA/V]	g_{m3} [mA/V]	g_{be1} [μ A/V]	g_{be2} [μ A/V]	$R_{in} = \frac{v_{in}}{i_{in}}$	$R_{out} = \frac{v_{o2}}{i_{out}} (U_s = 0)$			
Expressions analytiques	I_{c1} / U_T	I_{c3} / U_T	g_{m1}/β	$g_{m2}/\beta = g_{m3}/\beta^2$	$(g_{m1}^{-1} + R_{B1}/\beta) // R_{E1}$	$(2g_{m3}^{-1} + R_{c1}/\beta^2) // R_{E2}$			
Valeurs numériques	40	1	72	133	0.8	40 Ω	1	30 Ω	1

b. En admettant que les deux transistors saturent à $|V_{CE,sat}| = 0$ V, donner les valeurs limites $V_{o2,min}$ et $V_{o2,max}$ pour une amplification linéaire sans la charge R_L . En déduire l'amplitude max du signal ac de sortie $v_{o,max}$.

Tenir compte de l'effet du premier étage et négliger l'effet du signal ac à l'entrée.

$V_{o2,max} =$	V_{cc}	1	(Expression)
$V_{o2,max} =$	10V	1	(Valeur)
$V_{o2,min} =$	$V_{o1min} + 2U_j = V_{E1} + 2U_j$	1	(Expression)
$V_{o2,min} =$	3.4 V	1	(Valeur)
$v_{o,max} =$	Min ($V_{o2,max} - V_{E3}$, $V_{E3} - V_{o2,min}$)	1	(Expression)
$v_{o,max} =$	3 V	1	(Valeur)

C. Exprimer et calculer les gains en tension dans la bande passante (sans charge R_L) :

Expressions analytiques	$A_{vl} = v_{o1}/v_{in} = \frac{R_{c1}/(\frac{2}{g_{be2}} + \beta^2 R_{E2})}{\frac{1}{g_{m1}} + \frac{R_{B1}}{\beta}}$	$A_{v2} = v_{o2}/v_{o1} = \frac{\beta^2 R_{E2}}{\frac{2}{g_{be2}} + \beta^2 R_{E2}} = \frac{g_{m3} R_{E2}}{2 + g_{m3} R_{E2}} \approx 1$
Valeurs numériques	120	1

NOM:

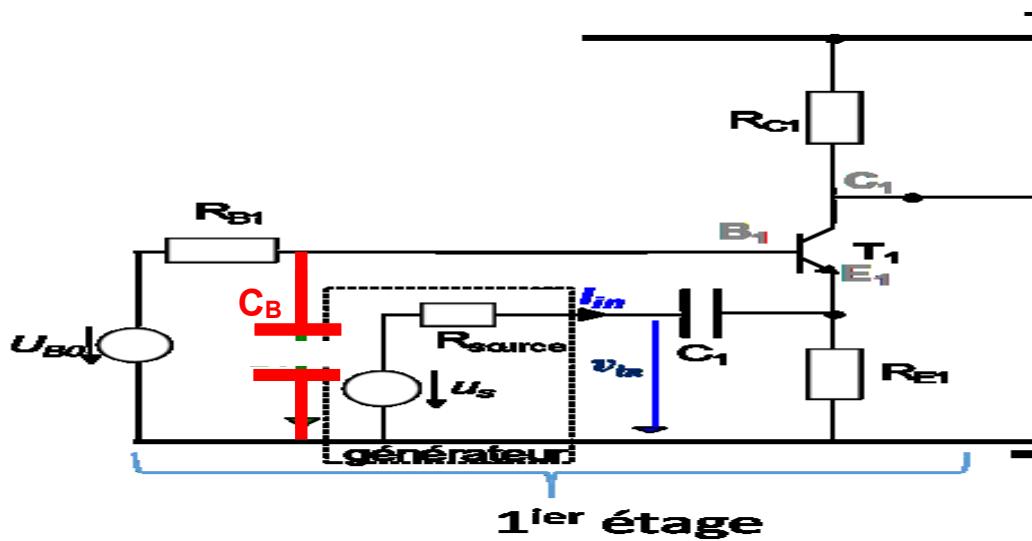
PRENOM:

SECTION

Place N°:

- d. Quel élément doit-on ajouter au premier étage pour améliorer significativement son gain. Expliquer votre choix en indiquant l'expression et la valeur du nouveau gain.

Elément ajouté (schéma explicatif):



Expression et valeur du nouveau Gain :

$$A_v = v_{o2}/v_{in}$$

$$g_{m1} R_{c1} = 200$$

2

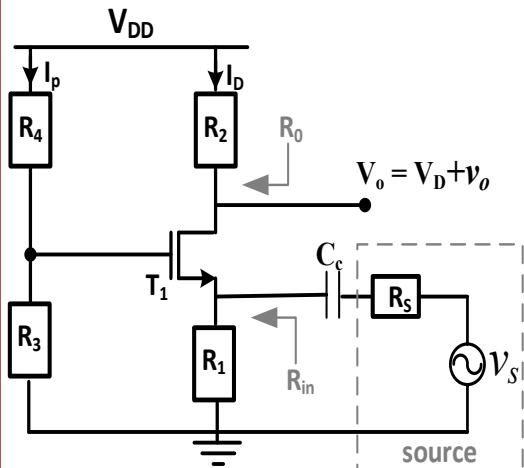
Partie II (Circuits en MOS 1 h):

126

Données de la technologie CMOS: $V_{DD} = 5 \text{ V}$, $L_{min} = 1 \mu\text{m}$;
nMOS: $k_{P,n} = 120 \mu\text{A/V}^2$; $V_{Tn} = 0.8 \text{ V}$; $U_{a,N} = 50 \text{ V}/\mu\text{m}$
pMOS: $k_{P,p} = 40 \mu\text{A/V}^2$; $V_{Tp} = 0.9 \text{ V}$; $U_{a,P} = 40 \text{ V}/\mu\text{m}$

Circuit I (~35 mn 15pts): Soit l'amplificateur ci-dessous conçu pour avoir :

$$I_D = 100 \mu\text{A}, V_D = 2.5 \text{ V}, V_G = 2 \text{ V}, V_{ov} = V_{GS} - V_{Tn} = 0.4 \text{ V}, I_p = 10 \mu\text{A}; R_s = 2 \text{ k}\Omega$$



1. Dimensionner ses Résistances (Donner juste les valeurs):

$R_1 = 8 \text{ k}\Omega$	<input type="checkbox"/>	$R_2 = 25 \text{ k}\Omega$	<input checked="" type="checkbox"/>
$R_3 = 200 \text{ k}\Omega$	<input checked="" type="checkbox"/>	$R_4 = 300 \text{ k}\Omega$	<input type="checkbox"/>

2. Donner les caractéristiques de T_1 (expression et valeur) :

$\frac{W}{L}$	$\frac{2I_D}{k_{p,n}(V_{GS} - V_{Tn})^2} = 10.4 = \frac{20.8}{2}$	<input type="checkbox"/>
g_m	$\sqrt{2k_{p,n} \frac{W}{L} I_D} = 499 \mu\text{S}$	<input type="checkbox"/>
r_o ($L=2 \mu\text{m}$)	$\frac{U_a L}{I_D} = 1 \text{ M}\Omega$	<input type="checkbox"/>

3. Donner les caractéristiques de l'amplificateur (tenir compte de r_o)

	Expression	Valeur
R_{out}	$r_o(1 + g_m R_s / R_1) // R_2$	<input type="checkbox"/> 25 kΩ
R_{in}	$R_1 // \frac{1}{g_m} \left(1 + \frac{R_2}{r_o}\right)$	<input type="checkbox"/> 1.6 kΩ
$A_v = \frac{v_o}{v_s}$	$\frac{R_{in}}{R_s + R_{in}} \frac{g_m R_2 + \frac{R_2}{r_o}}{\left(1 + \frac{R_2}{r_o}\right)} \approx \frac{R_{in}}{R_s + R_{in}} g_m R_2$	<input type="checkbox"/> 5.54
$V_{o,max}$	V_{DD}	<input type="checkbox"/> 5 V
$V_{o,min}$	$V_s + V_{D,sat} = V_G - V_{Tn}$	<input type="checkbox"/> 1.2 V
$v_{o,max}$	$\text{Min} (V_{o,max} - V_D, V_D - V_{o,min})$	<input type="checkbox"/> 1.3 V

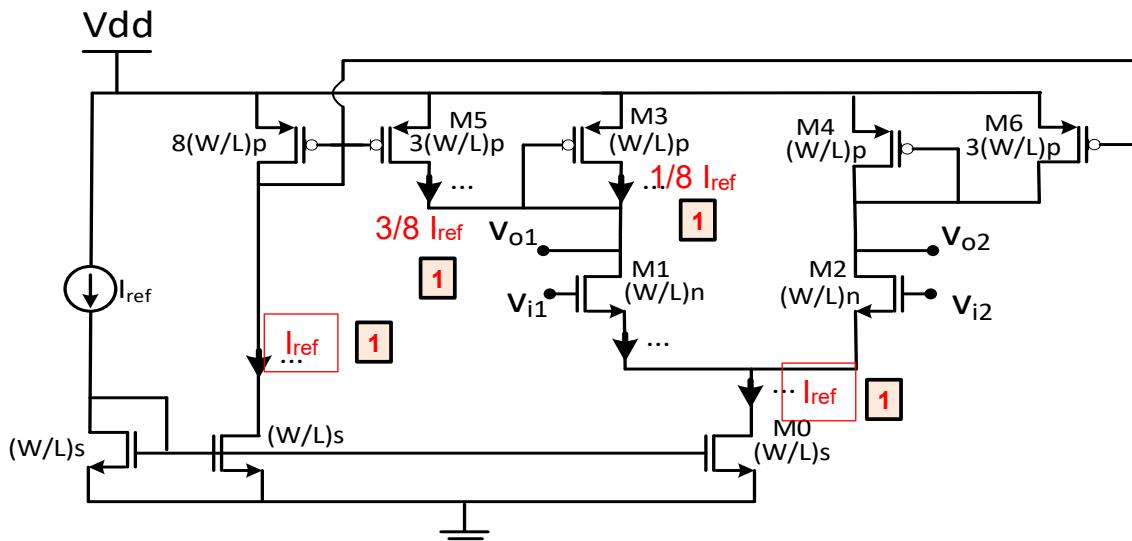
NOM:

PRENOM:

SECTION

Place N°:

Circuit II (~ 25 min /11 pts): Soit l'amplificateur différentiel suivant avec : $v_{il}(t) = -v_{i2}(t)$.



1. Compléter le schéma en mettant les **courants DC** (en fonction de I_{ref}) de toutes les branches.
2. Donner le **schéma petits signaux** du demi-circuit équivalent pour le mode différentiel ainsi que l'expression du **gain différentiel** en fonction de $(W/L)_n$ et $(W/L)_p$ (r_{on} et r_{op} sont infinies).

schéma petits signaux en mode différentiel	Expression du gain différentiel
	$A_{v,diff} = \frac{v_{o1} - v_{o2}}{v_{i1} - v_{i2}}$ $= \frac{v_{o1}}{v_{i1}} = -\frac{g_{m1}}{g_{m3}} = -\frac{\sqrt{2k_{p,n} \left(\frac{W}{L}\right)_1 I_{D1}}}{\sqrt{2k_{p,p} \left(\frac{W}{L}\right)_3 I_{D3}}} = -\sqrt{\frac{\left(\frac{W}{L}\right)_n}{\left(\frac{W}{L}\right)_p}} 12$ <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">1</div>

3. Donner le **schéma petits signaux** du demi-circuit équivalent pour le mode commun ainsi que l'expression du **gain mode commun** en fonction de g_{m1} , g_{m3} et de la résistance de sortie r_s de M_0 .

schéma petits signaux en mode commun	Expression du gain mode commun
	$A_{v,mc} = \frac{v_{oc}}{v_{ic}}$ $= -\frac{g_{m1}}{g_{m3} + 1 + 2r_s g_{m1}} \approx -\frac{1}{2r_s g_{m3}}$ <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">1</div>