

NOM:

PRENOM:

SECTION:

Adil KOUKAB

ELECTRONIQUE II
EE-203

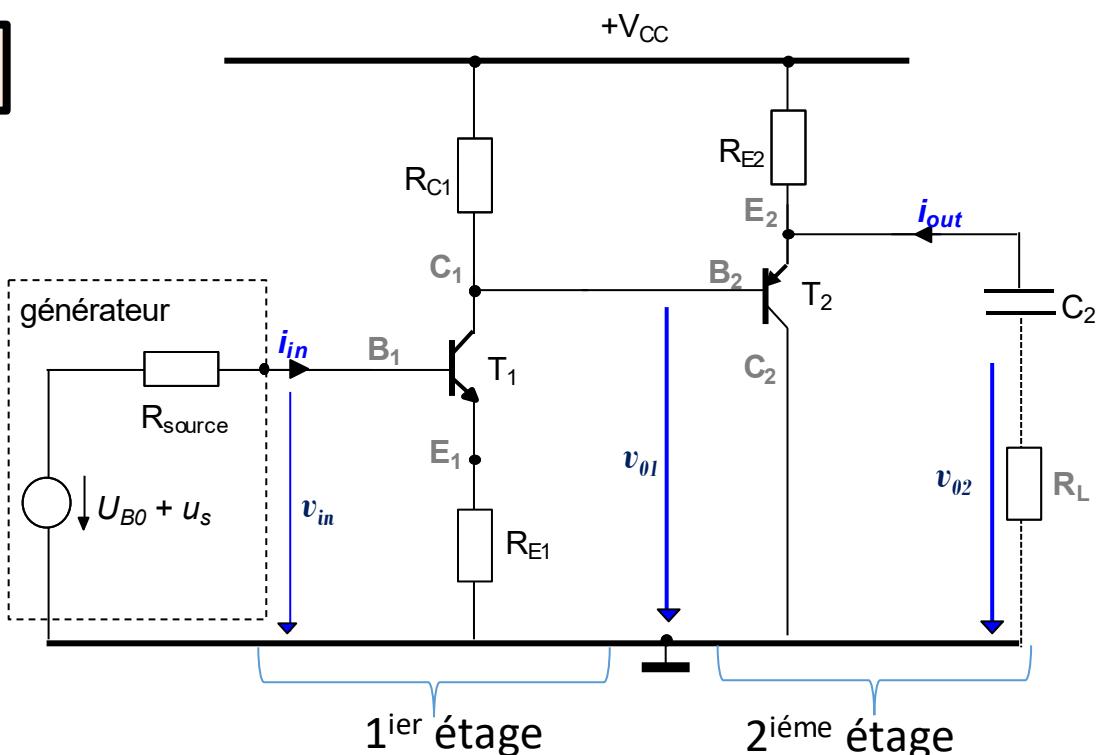


Labo test – sujet 1

Durée :

AMPLIFICATEUR A DEUX TRANSISTORS

/24



Avec:

$$V_{CC} = +15 \text{ V}, U_{B0} = 1.8 \text{ V}$$

$$R_{C1} = 8.2 \text{ k}\Omega, R_{E1} = R_{E2} = 1 \text{ k}\Omega, R_L = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C_2 = 2.2 \mu\text{F}$$

$$R_{source} = 50 \Omega$$

Transistors T₁: BC337 ; T₂: BC327

Tension d'Early (U_A) des transistors supposée ∞ .

Tension de jonction des transistors: $U_J = 0.7 \text{ V}$.

$$\beta_1 \text{ Roline} = 280$$

$$\beta_2 \text{ Roline} = 328$$

1. a- Etage 1 Emetteur Commun dégénéré, Etage 2 Collecteur commun (suiveur)

2

NOM:

PRENOM:

SECTION:

b. 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.

2

1

1

	V_{E1} [V]	V_{C1} [V]	V_{CE1} [V]	V_{E2} [V]	I_{C1} [mA]	I_{C2} [mA]
Expressions analytiques	$U_{B0} - U_j$	$V_{cc} - R_c I_{C1}$	$V_{C1} - V_{E1}$	$V_{C1} + U_j$	V_{E1} / R_{E1}	$(V_{cc} - V_{E2}) / R_{E2}$
Valeurs numériques	1.1	5.98	4.88	6.68	1.1	8.32

c. Réaliser le montage de la page 1 (sans la charge R_L) et mesurer précisément V_{B1} , V_{E1} , V_{E2} , V_{C1} . En déduire I_{C1} , I_{C2} , I_{B1} et I_{B2} .

2

1

	V_{B1} [V]	V_{E1} [V]	V_{C1} [V]	V_{E2} [V]	I_{C1} [mA]	I_{C2} [mA]	I_{B1} [μ A]	I_{B2} [μ A]
Valeurs mesurées	1.8	1.3	5.5	6.1	1.2	9.08	4.2	27.6

1

1

2. Etude dynamique de la bande passante : A partir du point, on intégrera les valeurs mesurées dans le calcul numérique des paramètres demandés. Les résistances en parallèle pourront être notées $R_x // R_y$.

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

4

	g_{m1} [mA/V]	g_{m2} [mA/V]	g_{be1} [μ A/V]	g_{be2} [μ A/V]	$R_{in} = \frac{v_{in}}{i_{in}}$	$R_{out} = \frac{-v_{o2}}{i_{out}}$
Expressions analytiques	I_{C1} / U_T	I_{C2} / U_T	g_{m1} / β_1	g_{m2} / β_2	$g_{be1}^{-1} + \beta_1 R_{E1}$	$R_{E2} // (g_{m2}^{-1} + R_{C1} / \beta_2)$
Valeurs numériques	46 21 Ω	350 2.85 Ω	164 6 k Ω	1067	286 k Ω	24 Ω

1

1

1

1

NOM:

PRENOM:

SECTION:

3

2. Exprimer, calculer et mesurer les gains dans la bande passante en précisant la valeur de la fréquence et de l'amplitude v_{in} choisies. (**F = doit être dans la bande passante ex 1kHz [Hz] ; $v_{in, crête} = (doit être < 0.5V) pour être en régime linéaire$**)

	$A_{v1} = v_{01}/v_{in}$	$A_{v2} = v_{02}/v_{01}$ avec R_L	$A_v = v_{02}/v_{in}$ avec R_L
1	- $g_{m1}(R_{c1}/R_{in2}) / (1+g_{m1}R_{E1})$ ≈ - $g_{m1}(R_{c1}) / (1+g_{m1}R_{E1})$ ($R_{in2}=g_{be2}^{-1}+\beta_2(R_{E2}/R_L)>> R_{c1}$) ≈ - R_{c1} / R_{E1}	$g_{m2}R^*/(1+g_{m2}R^*)$ $R^* = R_{E2} // R_L$	$A_{v1} \cdot A_{v2}$
1	-8.2 (18dB)	1	8.2
1	-8	0.98	-7.8

3. Exprimer, calculer et mesurer la fréquence de coupure basse du circuit avec R_L .

f_p	Expression : $f_{p2} = \frac{1}{2\pi C_2 \left[\left(\left(\frac{1}{g_{m2}} + \frac{R_{c1}}{\beta} \right) // R_{E2} \right) + R_L \right]} \approx \frac{1}{2\pi C_2 R_L}$	Valeur théorique : $f_{p2} \approx 72 \text{ Hz}$
Valeur mesurée : $f_{p2} = 70 \text{ Hz}$		1

4. Exprimer et calculer le gain en tension du montage dans le cas où la charge R_L est directement commandée par le premier étage sans l'intermédiaire de l'étage 2 (A_v^*). Expliquer le résultat ainsi que le rôle du deuxième étage.

A_v^*	Expression : $- g_{m1}R'' / (1+g_{m1}R_{E1}) \sim - R'' / R_{E1}$ $R'' = R_{c1} // R_L$	Valeur : ~ -0.89
Rôle du deuxième étage : $0.82 \ll 8 \rightarrow$ Suiveur ; Ampli de courant ; Buffer ; Préserver le Gain $\forall R_L$		1 1 1

5. Déterminer expérimentalement la dynamique de sortie du circuit avec R_L .

1 $\Delta V_{02,max} = 7.6 \text{ V (crête à crête)} \quad v_{02,max} = 3.8 \text{ V (crête)}$

2

NOM:

PRENOM:

SECTION:

Explication : $V_{o2,max}$ (avec $R_L=2\text{ k}\Omega$)=?

$$V_{o2,max} = V_{cc} - R_E2 I_{RE2,min}$$

$I_{RE2,min}$ étant le courant à travers R_E2 .

Sans R_L , aucune limite inférieure n'existe pour I_{RE2} . C'est pourquoi on prend $I_{RE2,min}=0$ et $V_{o2,max}=V_{cc}$.

Avec R_L par contre, une partie de I_{RE2} circule dans R_L pour assurer l'augmentation de $v_{o2}(t)$ pendant l'alternance positive. En particulier, quand $v_{o2}(t)$ atteint son max ($v_{o2,crête}$), le courant min que doit parcourir R_E2 devient $I_{RE2,min} = v_{o2,crête}/R_L$. On peut donc écrire:

$$V_{o2,max} = V_{cc} - R_E2 I_{RE2,min} = V_{cc} - R_E2 v_{o2,max}/R_L \text{ Or on aussi } V_{o2,max} = V_E2 + v_{o2,max} \text{ et donc:}$$

$$(ac+DC) \quad V_{o2,max} = \frac{V_{cc} + \frac{R_E2 V_E2}{R_L}}{1 + \frac{R_E2}{R_L}} = \frac{V_{cc} + V_E2}{2} = \frac{15 + 6.1}{2} = 10.55 \text{ V } (< 15 \text{ V})$$

$$(ac + DC)V_{o2,min} = V_{o1min} + U_j = V_E1 + V_{CE,sat1} + U_j = 1.3 + (0.2) + 0.7 = 2.2 \text{ V}$$

On peut prendre pour $V_{CE,sat1}$ 0.1 ou 0.2 V

(ac) $v_{o2,max} = \text{Min}(V_{o2max} - V_{E2}, V_{E2} - V_{o2,min}) = V_{E2} - V_{o2,min} = 6.1 - 2.2 \approx 3.9 \text{ V}$ (très proche de la valeur expérimentale ($v_{o2,max} = 3.8 \text{ V}$). La mesure montre aussi que c'est l'alternance négative qui souffre la première de la non linéarité.

6. Ajouter une capacité de 10 μF pour améliorer significativement le gain sans changer les points de fonctionnement. Indiquer son emplacement. Donner l'expression et la valeur du nouveau gain.

3

Emplacement de C :

C_{E1} en // avec R_{E1}

1

Expression et valeur du nouveau Gain

$$A_v^* = -g_{m1}R_{c1} = -46 \times 8.2 = -377$$

1

7. Exprimer et calculer la nouvelle fréquence de coupure basse du circuit due la capa ajoutée.

Expression:

Valeur théorique

$$f_{pE} \approx 757 \text{ Hz}$$

$$f_{pE} = \frac{1}{2\pi C_{E1} \left[\left(\frac{1}{g_{m1}} + \frac{R_s}{\beta} \right) // R_{E1} \right]} \approx \frac{1}{2\pi C_{E1} \left[\left(\frac{1}{g_{m1}} \right) \right]}$$

1