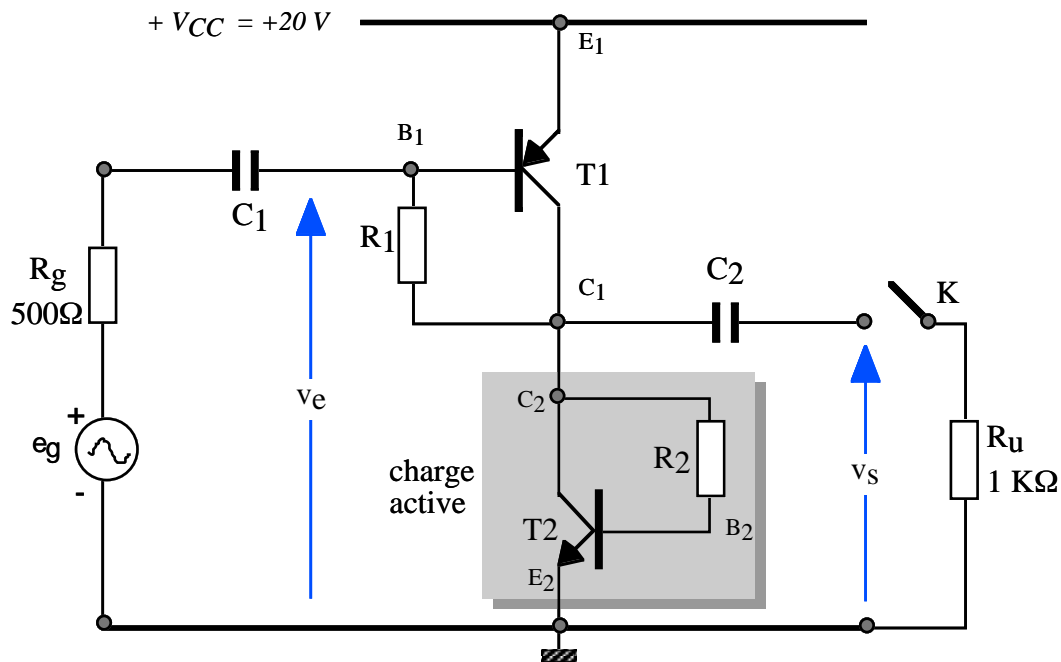


1^{er} ETAGE AMPLIFICATEUR A TRANSISTOR EN EMETTEUR COMMUN AVEC "CHARGE ACTIVE"

On veut réaliser un amplificateur suivant le schéma ci-dessous et utilisant deux transistors rigoureusement complémentaires. Le transistor T_2 avec la résistance R_2 associée sert de "charge active" au transistor amplificateur T_1 .



Les caractéristiques des transistors T_1 (PNP) et T_2 (le NPN complémentaire) sont telles que :

β	$ V_{BE} $	r_{ce}
100	0.6 V	très élevée sera négligée

1^{ère} PARTIE : ETUDE DE LA POLARISATION

- (1) Dessiner le schéma qui permet de décrire le fonctionnement du montage en courant continu
- (2) On veut alimenter chaque transistor sous une tension $|V_{CE}| = 10$ V. Indiquer sur le schéma précédent, les valeurs des tensions de tous les noeuds par rapport à la masse.
- (3) Déterminer les valeurs à donner aux résistances R_1 et R_2 pour obtenir dans chaque transistor, un courant de collecteur de 5 mA. Indiquer la valeur normalisée que vous choisiriez.
- (4) Déterminer les paramètres g_m et r_{be} des transistors autour de leur point de repos.

2^{ème} PARTIE : ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR A VIDE (K ouvert)

On suppose que les condensateurs C_1 et C_2 ont des valeurs suffisantes pour que leur impédance soit négligeable à la fréquence d'utilisation du montage.

- (5) Compte tenu de ces hypothèses, dessiner le schéma aux petites variations équivalent à la charge active constituée par T_2 et R_2 (partie encadrée du schéma).
- (6) Déterminer alors la valeur de la résistance R équivalente à la charge active. Il s'agit de la résistance d'entrée de ce montage vue entre le collecteur C_1 et la masse.
- (7) **En déduire** et dessiner le schéma aux petites variations équivalent à l'ensemble du montage.

(8) Calculer le gain en tension $A_{V0} = \frac{V_s}{V_e}$ du montage.

(9) Calculer en fonction du gain A_{V0} , la résistance d'entrée R_e du montage, telle que la voit le générateur (e_g, R_g) entre les points B_1 et M.

(10) Calculer la résistance de sortie du montage.

3^{ème} PARTIE : ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR CHARGE PAR $R_U = 1\text{ K}\Omega$

La présence de l'utilisation R_u modifie le gain en tension et la résistance d'entrée.

(11) Calculer le nouveau gain en tension $A_v = \frac{V_s}{V_e}$ et la nouvelle résistance d'entrée du montage.

(12) Calculer le gain en puissance du montage et l'exprimer en décibels.

(13) A l'aide des résultats de la deuxième partie, dessiner l'ensemble de l'amplificateur sous une forme simplifiée utilisant deux générateurs de Thévenin :

- à l'entrée : le générateur d'attaque (e_g, R_g)
- à la sortie : le générateur équivalent au montage vu de l'utilisation (force électromotrice $K.e_g$, de résistance interne R)

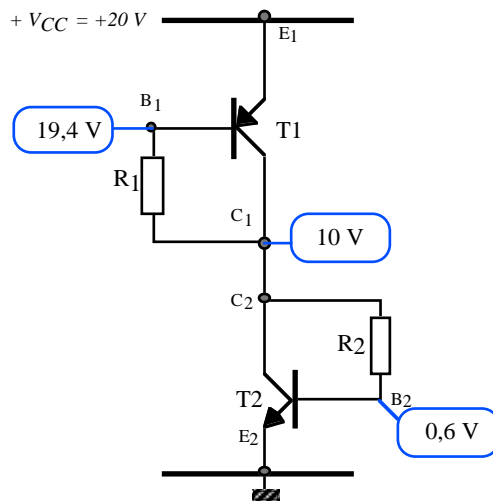
Indiquer la valeur de chaque élément. Application numérique

(14) Evaluer la capacité C_1 pour qu'à la fréquence de 40 Hz, l'atténuation qu'il apporte par rapport aux fréquences moyennes soit négligeable par exemple : 0.1 dB.

(15) Evaluer la capacité C_2 pour qu'à la fréquence de 40 Hz, l'atténuation qu'elle apporte soit de 6 dB. Donner la valeur pratique.

RESULTATS

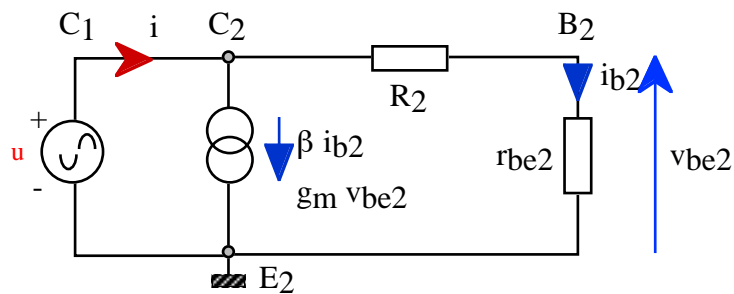
Q1 et Q2 :



Q3 : $I_{B1} = 50 \mu\text{A}$ $R_1 = 188 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 188 \text{ k}\Omega$

Q4 : $g_m = 0,2 \text{ mS}$ $r_{be} = 500 \Omega$

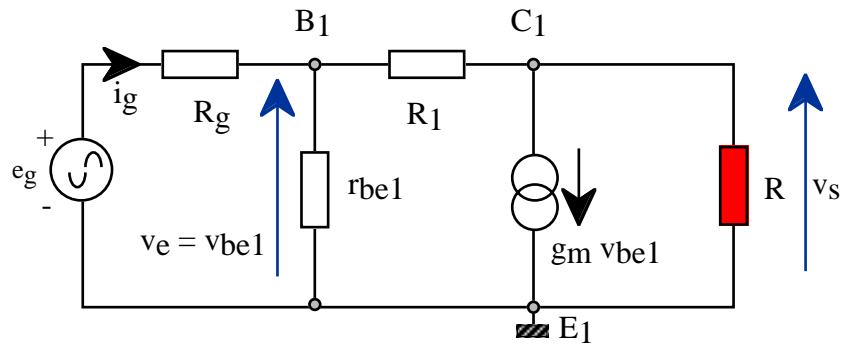
Q5



Q6 L'équation au noeud C_2 donne :

$$R = \frac{u}{i} = \frac{R_2 + r_{be2}}{\beta + 1} \quad \text{AN : } R = 1.80 \text{ k}\Omega$$

Q7



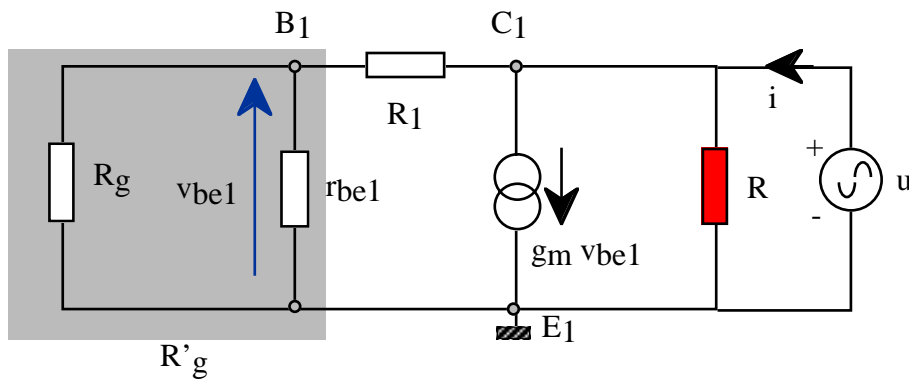
Q8 : écrire l'équation au noeud C1

$$A_{v0} = \frac{v_s}{v_e} = -\left(g_m - \frac{1}{R_1}\right)(R_1 // R) \quad A_{v0} = -356$$

Q9 La résistance d'entrée peut s'exprimer en fonction du gain en tension précédent :

$$R_e = \frac{e_g}{i_g} = r_{be1} // \frac{R_1}{1 - A_{v0}} \quad R_e = 250 \Omega$$

Q10 : Méthode de "l'ohmètre" :



$$R_s = R // \frac{R_1 + R'_g}{1 + g_m R'_g} \quad R_s = 1,2 \text{ k}\Omega$$

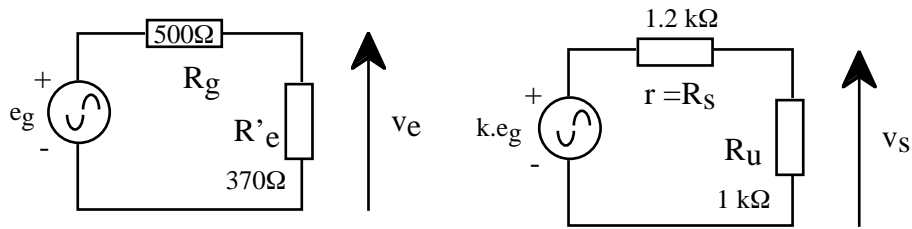
Q11 : R_u vient en parallèle avec R . Nouveau gain en tension :

$$A_v = \frac{v_s}{v_e} = -\left(g_m - \frac{1}{R_1}\right)(R_1 // R // R_u) \quad A_v = -128$$

$$\text{Nouvelle résistance d'entrée : } R'_e = \frac{e_g}{i_g} = r_{be1} // \frac{R_1}{1 - A_v} \quad R'_e = 370 \Omega$$

Q12 : $A_p = A_v^2 \frac{R_c}{R_u}$ soit 38 dB

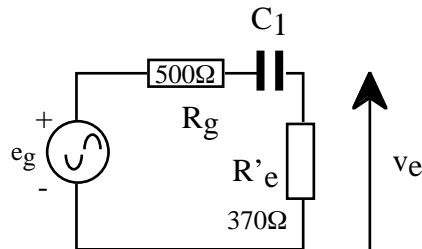
Q13



k.e.g représente la f.e.m.. de l'amplificateur non chargé.

$$k = A_{v0} \frac{R_c}{r_g + R_c} \quad \text{soit } k = -120$$

Q14



$$\frac{v_e}{e_g} = \frac{R'_e}{R_g + R'_e} \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega C_1 (R_g + R'_e)}} \quad \text{soit :}$$

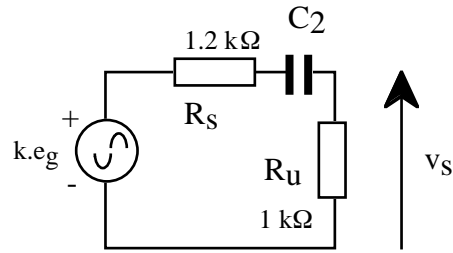
$$\frac{v_e}{e_g} = \left(\frac{v_e}{e_g}\right)_{f_{\text{moy}}} \frac{1}{1 - j \frac{f_{cl}}{f}}$$

$$\left(\frac{v_e}{e_g}\right)_{dB} = \left(\frac{v_e}{e_g}\right)_{f_{\text{moy}}}^{dB} - 10 \cdot \log \left(1 + \left(\frac{f_{cl}}{f}\right)^2\right)$$

$$-0.1 \text{ dB} = -10 \cdot \log \left(1 + \left(\frac{f_{cl}}{f}\right)^2\right)$$

On peut aussi appliquer la règle du 1/10 : $C_1 = 46 \mu\text{F}$

Q15



$$\frac{v_s}{k.e_g} = \frac{R_u}{R_s + R_u} \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega C_2(R_s + R_u)}} \quad \text{soit : } \frac{v_s}{k.e_g} = \left(\frac{v_s}{k.e_g}\right)_{f_{\text{moy}}} \frac{1}{1 - j \frac{f_{c2}}{f}}$$

$$\left(\frac{v_s}{k.e_g}\right)_{\text{dB}} = \left(\frac{v_s}{k.e_g}\right)_{f_{\text{moy}}}^{\text{dB}} - 10 \cdot \log 1 + \left(\frac{f_{c2}}{f}\right)^2$$

$$-6 = -10 \cdot \log 1 + \left(\frac{f_{c2}}{f}\right)^2 \quad \text{soit pour } f = 40 \text{ Hz} \quad C_2 = 1 \mu\text{F}$$