

Partiel 1 Electronique - CORRIGÉ

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

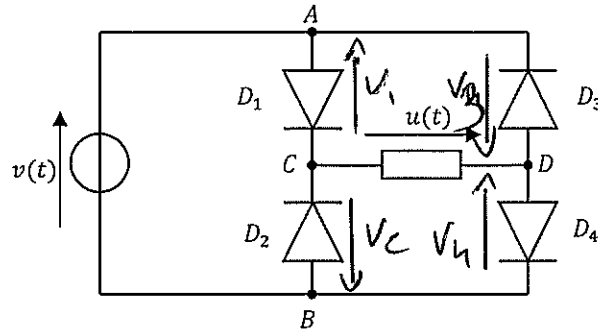
Réponses exclusivement sur le sujet

Exercice 1. Les Diodes (4 points)

Soit le montage ci-contre :

On a $v(t) = V_M \sin(\omega t)$

On utilise dans un premier temps le modèle idéal pour les diodes.



- a) Durant l'alternance positive ($0 \leq t \leq T/2$), quelles diodes sont conductrices ? Justifiez votre réponse.

Dans une diode, le courant circule de l'anode vers la cathode et descend les potentiels.
De plus, si $v(t) > 0$, A est le point de potentiel le + haut, et B, celui de potentiel le + bas.
 $\Rightarrow D_1$ et D_4 sont passantes.

- b) Quelle est alors l'expression de u ?

Loi des mailles: $v(t) - V_1 + u(t) - V_4 = 0$
 $\Rightarrow u(t) = -v(t)$ (car $V_1 = V_4 = 0$ en modèle idéal)

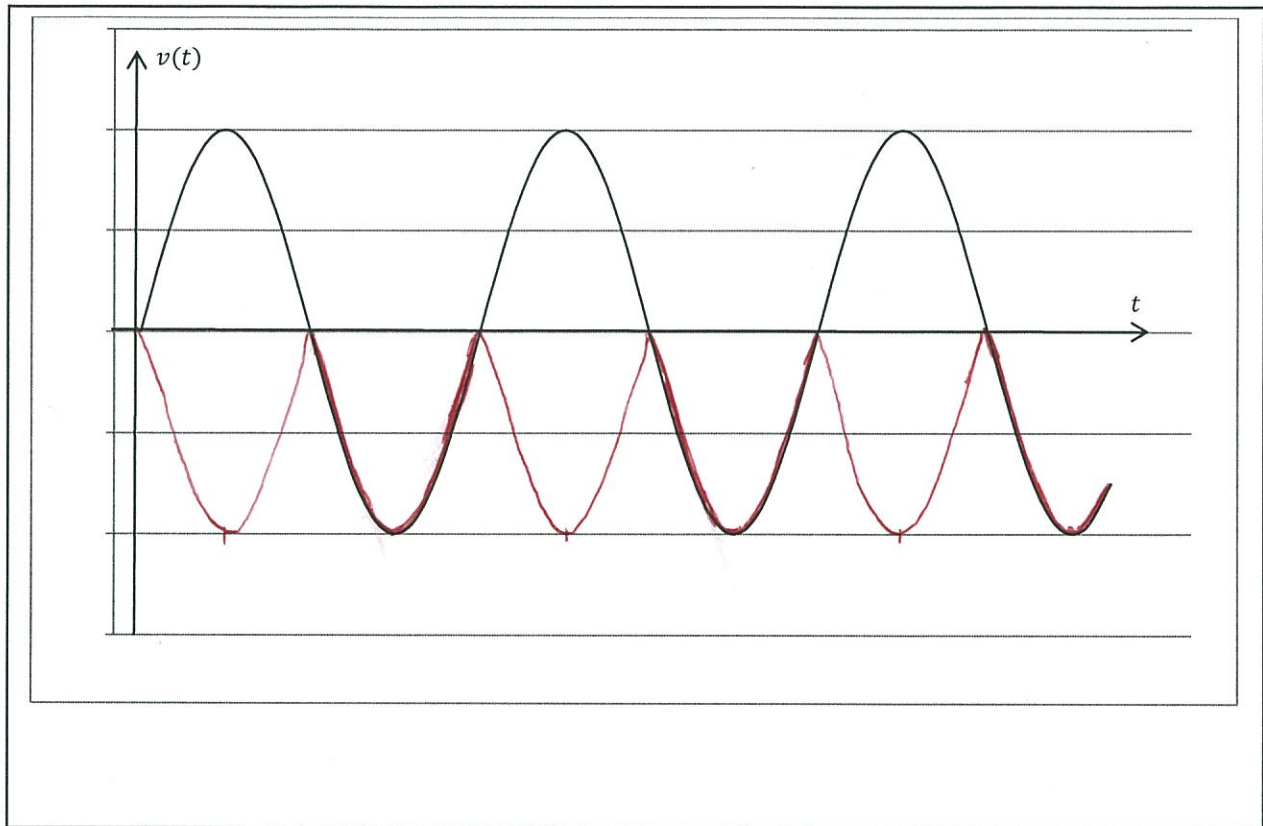
- c) Durant l'alternance négative ($T/2 \leq t \leq T$), quelles diodes sont conductrices ? Justifiez votre réponse.

Même justification qu'en a.
De plus, si $v(t) < 0$, A est le point de potentiel le + bas, et B celui de potentiel le + haut.
 $\Rightarrow D_2$ et D_3 sont passantes.

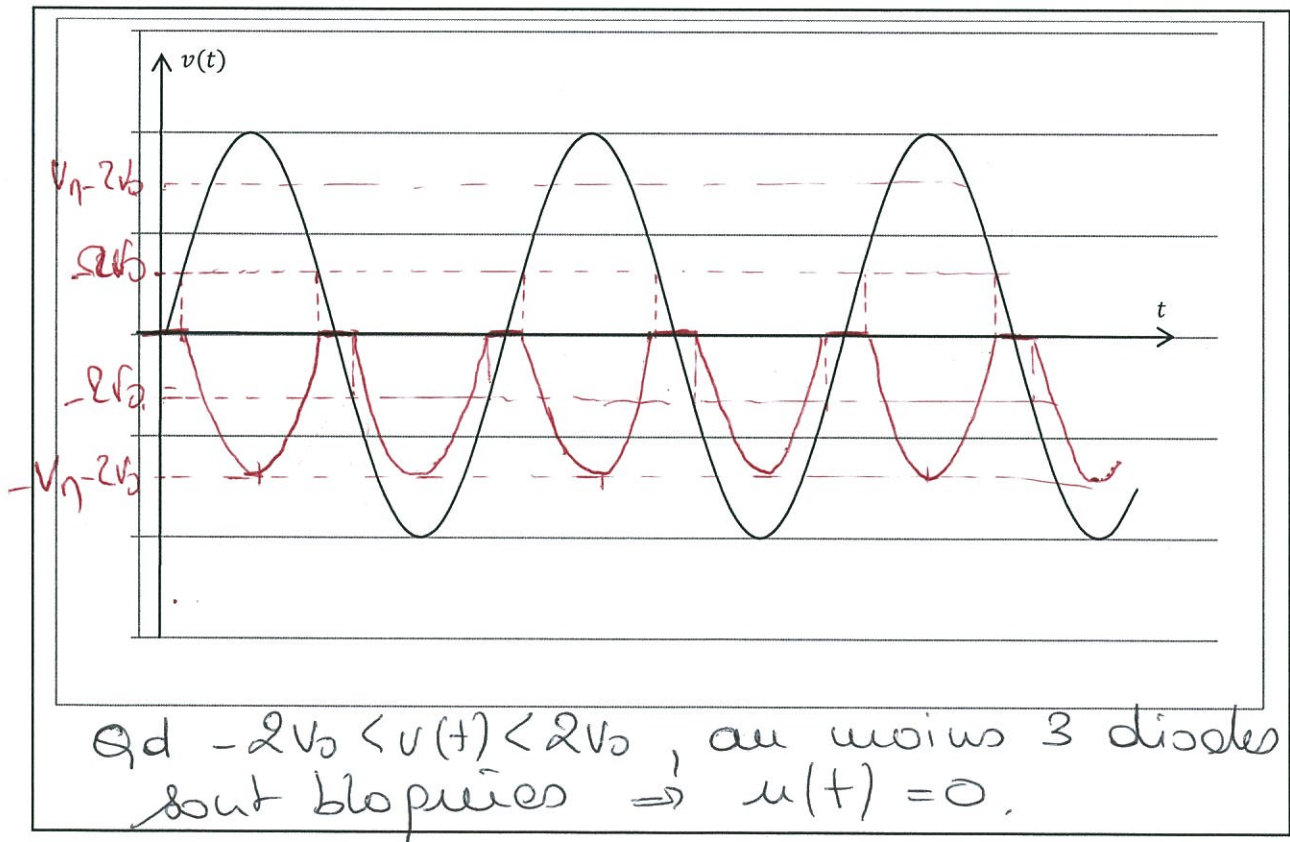
- d) Quelle est alors l'expression de u ?

Loi des mailles: $v(t) + V_3 - u(t) + V_2 = 0$.
 $\Rightarrow u(t) = v(t)$ (car V_2 et $V_3 = 0$ en modèle idéal)

e) En utilisant une couleur différente, tracer alors $u(t)$ sur le graphe ci-dessous.

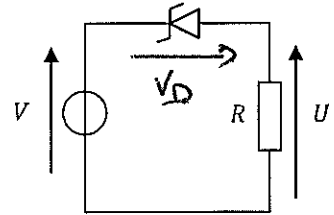


f) On remplace désormais les diodes par leur modèle à seuil. Tracer l'allure de $u(t)$, en justifiant votre réponse. On notera V_0 la tension de seuil de chacune des diodes.



Exercice 2. Diode Zéner (4 points)

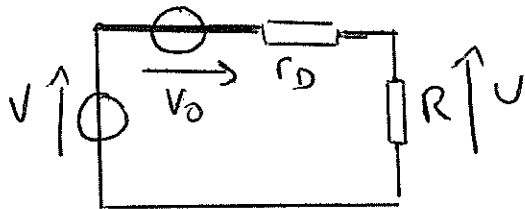
On considère le schéma suivant. $V \in \mathbb{R}$



Tracez la caractéristique de transfert c'est-à-dire $U = f(V)$ en substituant la diode par son modèle réel.

Vous préciserez les équations de chaque portion de caractéristique. On notera V_0 la tension de seuil en direct, r_D , la résistance interne de la diode en direct, V_Z , la tension de seuil Zéner et r_Z , la résistance interne de la diode en inverse.

▲ Si la diode est passante en direct, on a :

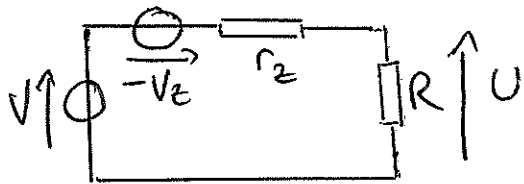


r_D et R sont en série.

$V + V_0$ = Tension aux bornes de $r_D + R$.

$$\Rightarrow \text{PDT: } U = \frac{R}{R + r_D} \cdot (V + V_0).$$

▲ Si la diode est passante en inverse, on a :



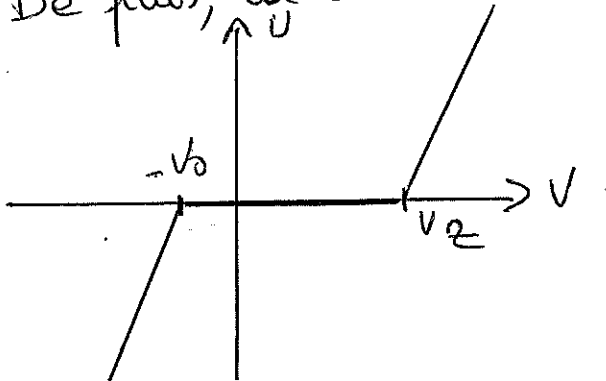
Même raisonnement que dans le cas précédent, en remplaçant r_D par r_Z et V_0 par $-V_Z$.

$$\Rightarrow U = \frac{R}{R + r_Z} (V - V_Z).$$

▲ Si la diode est bloquée, on la remplace par un interrupteur ouvert et $U = 0$.

De plus, la diode est bloquée si :

- si $-V_Z < V_D < V_0$
- si $-V_Z < -V < V_0$
- si $-V_0 < V < V_Z$



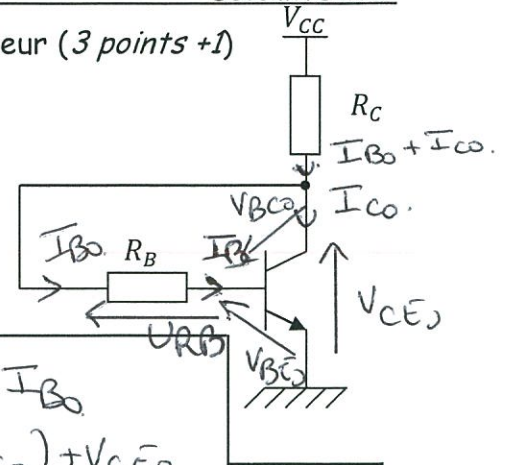
Exercice 3.**Polarisation par contre-réaction au collecteur (3 points +1)**

On considère le montage suivant :

Déterminer le point de polarisation du transistor (c'est-à-dire les expressions des courants I_{B0} , I_{C0} et I_{E0} , ainsi que des tensions V_{BE0} , V_{BC0} et V_{CE0}).

On considèrera que $\beta + 1 \approx \beta$.

$$V_{BE0} = 0,7V.$$



Loi des mailles: $V_{CE0} = V_{BE0} + R_B I_{B0}$

$$V_{CC} = R_C (I_{B0} + I_{C0}) + V_{CE0}$$

$$\Rightarrow V_{CE0} = V_{CC} - R_C (I_{B0} + \beta I_{B0})$$

$$= V_{CC} - R_C (\beta + 1) I_{B0} = V_{CC} - R_C \beta I_{B0}$$

$$\Rightarrow V_{CC} - R_C \beta I_{B0} = V_{BE0} + R_B I_{B0}$$

$$I_{B0} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C \beta + R_B}$$

$$I_{C0} = \beta I_{B0} = I_{E0}$$

$$V_{CE0} = V_{CC} - R_C \beta I_{B0}$$

$$V_{BC0} = V_{BE0} - V_{CE0}$$

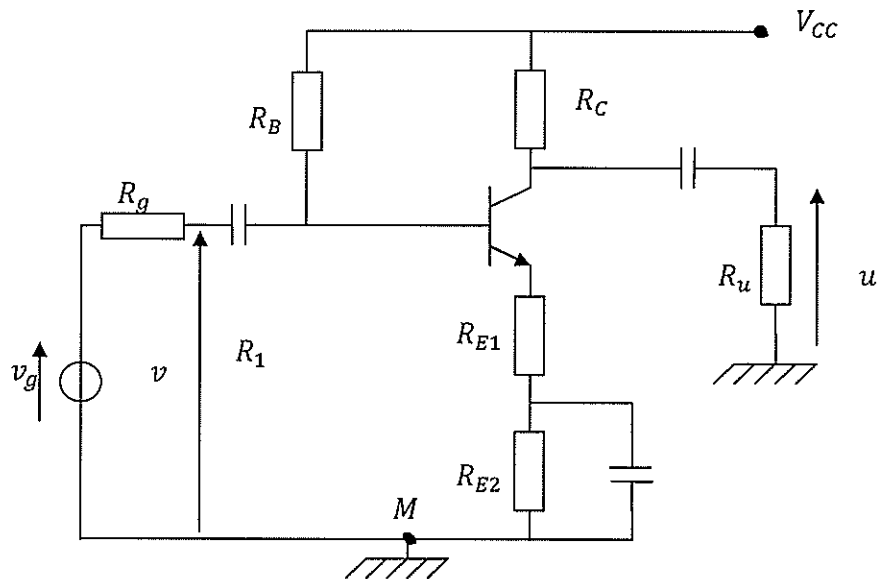
Question Bonus : Le transistor peut-il être saturé, sachant que $V_{BE} = 0,7V$ si la jonction Base-Emetteur est passante et que $V_{CE_{SAT}} = 0,2V$? Pourquoi ?

Si le transistor est saturé, $V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{RB} = -0,7V$
 \Rightarrow le courant de base est négatif.

\Rightarrow ABSURDE
 le transistor ne peut donc pas être saturé.

Exercice 4. Montage Amplificateur à Emetteur Commun (9 points)

Considérons le montage amplificateur suivant :



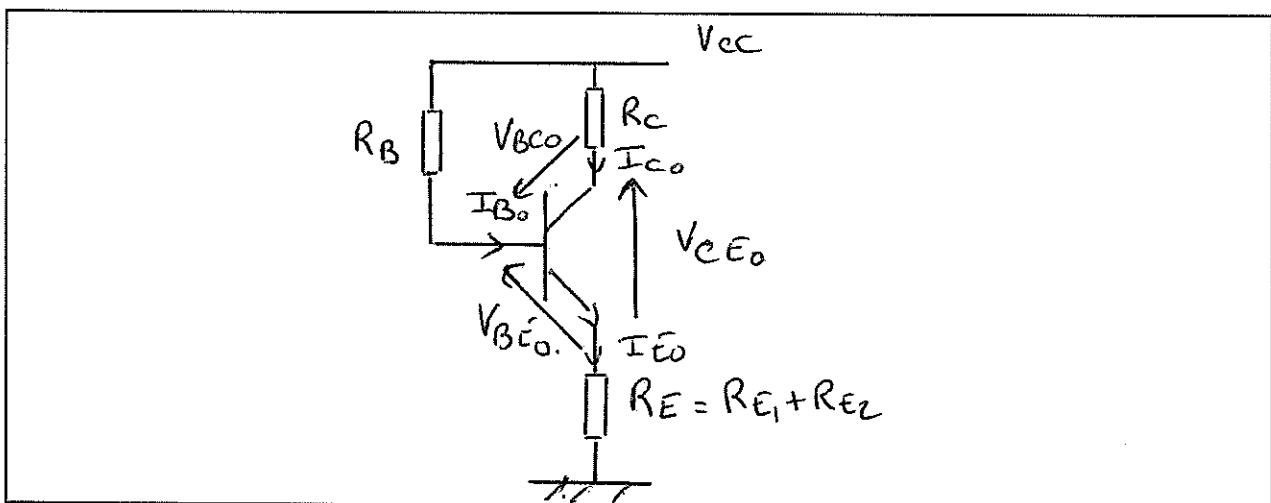
- Les condensateurs sont considérés comme des condensateurs de liaison ou de découplage.
- v_g est la tension sinusoïdale délivrée par le générateur de résistance interne $R_g = 600\Omega$, d'amplitude maximale 50 mV et de pulsation ω .
- v est la tension sinusoïdale à l'entrée de l'amplificateur
- u est la tension sinusoïdale de sortie de l'amplificateur.
- $R_B = 200\text{k}\Omega$, $R_C = 1\text{k}\Omega$, $R_{E1} = 180\Omega$, $R_{E2} = 820\Omega$, $R_u = 10\text{k}\Omega$, $V_{CC} = 10\text{V}$
- Caractéristiques du transistor : $\beta = 100$, $V_{BE} = 0,6\text{V}$ quand la jonction Base-Emetteur est polarisée en direct et $V_{CE\text{SAT}} = 0,2\text{V}$

Question 1 Polarisation du transistor (6 points)

a. A quoi est équivalent un condensateur en régime continu ?

En régime continu, un condensateur est équivalent à un interrupteur ouvert.

b. Etablir le schéma équivalent en continu (schéma de polarisation).



- c. Comment doit-être polarisé le transistor pour que le montage précédent soit un bon amplificateur ? Pourquoi ? Comment sont alors polarisées les jonctions Base-Emetteur et Base-Collecteur ?

Le transistor doit être polarisé pour fonctionner en mode normal (ou linéaire) car un amplificateur doit être un circuit linéaire pour ne pas modifier la forme du signal. Dans ce cas, la jonction Base-Emetteur doit être passante et la jonction Base-Collecteur doit être bloquée.

- d. En admettant que le transistor est polarisé correctement pour que le montage précédent soit un bon amplificateur, déterminer le point de polarisation du montage (c'est-à-dire les courants I_{B0} , I_{C0} et I_{E0} , ainsi que les tensions V_{BE0} , V_{BC0} et V_{CE0}). Donner d'abord les expressions littérales avant d'effectuer les applications numériques.

Comme le transistor fonctionne en mode normal, la jonction BE est passante $\Rightarrow \underline{V_{BE0} = 0,6V}$

De plus, on sait que
$$\begin{cases} I_{C0} = \beta I_{B0} \\ I_{E0} = I_{C0} + I_{B0} = (\beta + 1) I_{B0} \end{cases}$$

La loi des mailles donne : $V_{CC} = R_B I_{B0} + V_{BE0} + R_E I_{E0}$
avec $R_E = R_{E1} + R_{E2}$.

$$\Rightarrow V_{CC} = R_B I_{B0} + V_{BE0} + R_E (\beta + 1) I_{B0}$$

$$\Rightarrow \underline{I_{B0} = \frac{V_{CC} - V_{BE0}}{R_B + (\beta + 1) R_E}}$$

En appliquant à nouveau la loi des mailles, on a :

$$V_{CC} = R_C I_{C0} + V_{CE0} + R_E I_{E0}$$

$$\Rightarrow \underline{V_{CE0} = V_{CC} - R_C I_{C0} - R_E I_{E0}}$$

$$\text{Enfin, } \underline{V_{BC0} = V_{BE0} - V_{CE0}}$$

AN: $I_{B_0} = 0,031 \text{ mA}$

$I_{E_0} = 3,1 \text{ mA}$

$I_{E_0} = 3,1031 \text{ mA}$

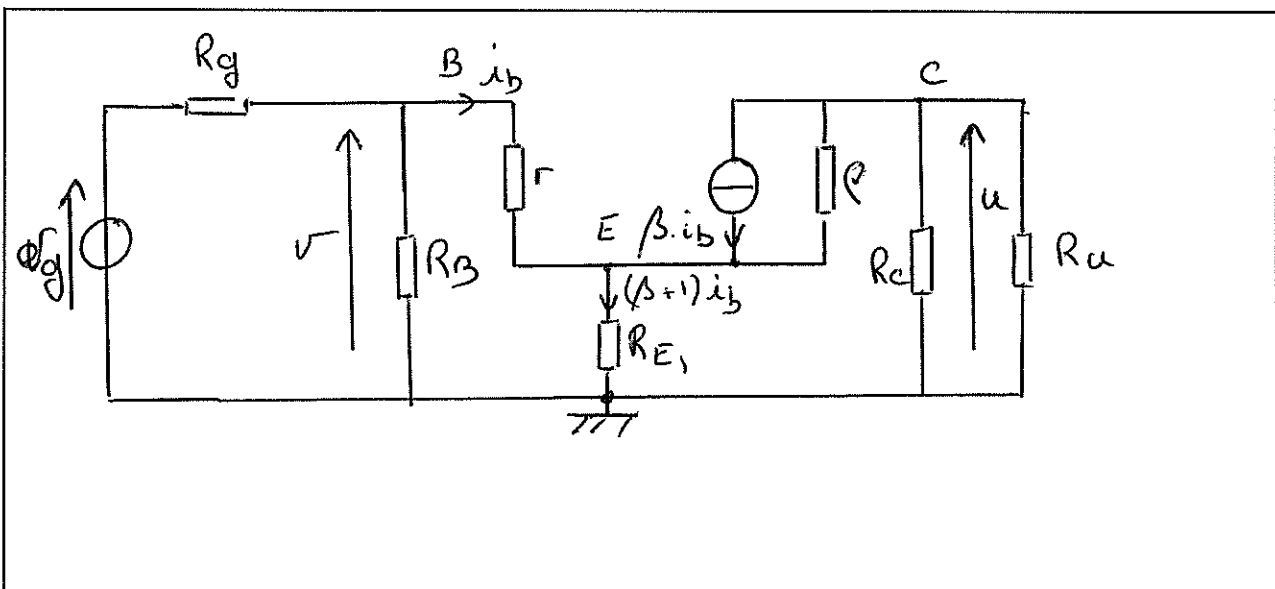
$V_{BE_0} = 0,6 \text{ V}$

$V_{CE_0} = \cancel{3,72 \text{ V}} \cdot 3,72 \text{ V}$

$V_{BC_0} = -3,12 \text{ V}$

Question 2 Etude des petits signaux (3 points)

- a. Etablir le schéma équivalent en Alternatif (Régime petits signaux).



- b. En exprimant v et u en fonction de i_b , déterminer l'expression littérale de l'amplification en tension A_v . (vous supposerez que $1 + \beta \approx \beta$ et vous négligerez la résistance de sortie du transistor)

$$v = r i_b + R_{E1}(\beta + 1) i_b \approx (r + \beta R_{E1}) i_b.$$

$$u = - \frac{R_c R_u}{R_c + R_u} \beta i_b$$

$$\Rightarrow \boxed{A_v = - \frac{\beta R_c R_u}{(R_c + R_u)(r + \beta R_{E1})}.}$$

Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le cadre ci-dessous.