

Nom Prénom	Test d'électronique 1 <sup>ère</sup> année	groupe
ANGEREAN	IUT GÉII Bordeaux janvier 2017	CORRIGÉ

Durée 2 heures ---- 1 page A4 recto/verso manuscrite autorisée  
Calculatrice Collège autorisée

### 1. Fonction Mathématique avec un AOP (5pts)

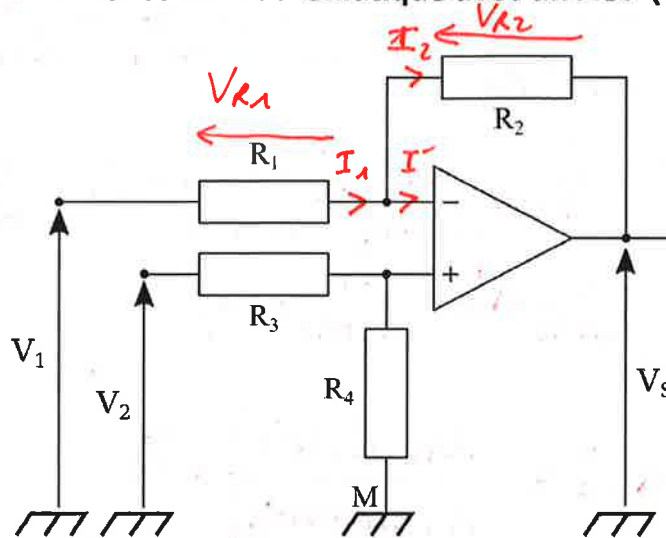


Figure 1 : Montage électrique à base d'un AOP.

- 1.1) Préciser le fonctionnement de l'AOP (comparateur ou linéaire) en le justifiant ? Rappeler la valeur de  $\epsilon$  correspondante.

0,5  
LINEAIRE CAR RETROACTION SUR BROCHE NEGATIVE DE L'AOP  
⇒ DONC  $\epsilon \approx 0V$

Par la méthode des potentiels aux nœuds

(Il est fortement conseillé, au préalable, de flécher les tensions et les courants pour chaque branche de ce circuit pour faciliter les calculs et éviter les erreurs de signe)

- 1.2) Sachant que l'AOP est considéré comme idéal, justifier l'utilisation du pont diviseur de tension pour calculer la tension  $V^+$  de l'AOP.

1  
FORMULE PONT DIVISEUR DE TENSION UTILISABLE ICI CAR COURANT PUISÉ SUR LE PONT ( $I^+ \approx 0$  CAR AOP PARFAIT) EST NEGLIGEABLE PAR RAPPORT AU COURANT CIRCULANT DANS LE PONT.

- 1.3) Donner l'expression de la tension  $V^+$  de l'AOP.

0,5

$$V^+ = V_2 \times \frac{R_4}{R_4 + R_3}$$

1.4) Ecrire l'équation des potentiels au nœud  $V^-$ .

$$I_1 = I_2 + I^- \Rightarrow \frac{V_{A1}}{R_1} = \frac{V_{A2}}{R_2} + 0 ; V_{A1} = V_1 - V^- ; V_{A2} = V^- - V_S$$

$$\frac{V_1 - V^-}{R_1} = \frac{V^- - V_S}{R_2} \Rightarrow V^- \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}$$

$$\Rightarrow V^- = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \times \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_S}{R_2} \right) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_S$$

1.5) Exprimer  $V_S$  en fonction de  $V_1, V_2, R_1, R_2, R_3$  et  $R_4$ .

$$E \approx 0 \Rightarrow V^+ \approx V^- \Rightarrow V_2 \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_S$$

$$V_S \approx \frac{R_1 + R_2}{R_1} \times \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_1 \right)$$

$$V_S \approx -\frac{R_2}{R_1} \times V_1 + \frac{R_4 \times (R_1 + R_2)}{R_1 \times (R_3 + R_4)} \times V_2$$

1.6) Que devient cette expression si toutes les résistances sont égales ? Quelle est la fonction mathématique réalisée ?

$$R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4$$

$$V_S = -\frac{R}{R} \times V_1 + \frac{R \times (R + R)}{R \times (R + R)} \times V_2$$

$$V_S = V_2 - V_1$$

FONCTION RÉALISÉE : SOUS TRACTEUR

## 2. Photodétecteur (3 pts)

(2,5 pts)

Le montage de la Figure 2 est classiquement utilisé pour réaliser un photodétecteur, il associe une photodiode et un l'AOP (considéré ici comme idéal). Le courant  $I_{ph}$ , très faible, fourni par la photodiode est directement proportionnel au nombre de photons reçus et peut donc servir à la mesure de l'énergie lumineuse reçue. La mesure de ce courant se remplace avantageusement par une mesure de tension.

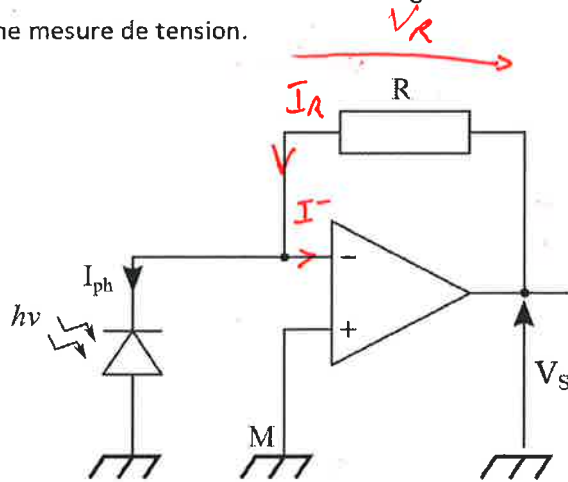


Figure 2 : Schéma du montage à base de photodiode et d'AOP.

2.1) Préciser le fonctionnement de l'AOP (comparateur ou linéaire) en le justifiant. Rappeler la valeur de  $\epsilon$  correspondante et donner la valeur des deux potentiels d'entrée  $V^+$  et  $V^-$  de l'AOP.

LINEAIRE CAR RETROACTION SUR ENTREE NEGATIVE DE L'AOP.

0,5

$\Rightarrow \epsilon \approx 0 ; V^+ \approx V^- ; V^+ = 0V \Rightarrow V^- \approx 0V$

2.2) En établissant la loi des nœuds au nœud d'entrée - de l'AOP, exprimer  $V_s$  en fonction de  $I_{ph}$  et de  $R$ . Justifier le nom d'amplificateur de transrésistance donné à ce montage.

$I_R = I_{ph} + I^- ; I_R = \frac{V_s}{R} ; I^- \approx 0$

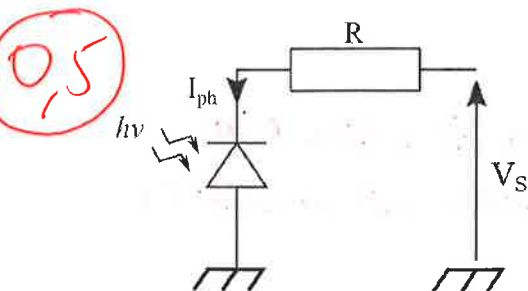
1,5

$V_s = R \times I_{ph}$

LE GAIN EST :  $\frac{V_s}{I_{ph}}$  et S'EXPRIME DONC EN  $\Omega \Rightarrow$  AMPLIFICATEUR DE TRANSRESISTANCE

2.3) Pourquoi utilisons nous un amplificateur opérationnel, et nous ne nous contentons pas d'utiliser une simple résistance ?

AFIN DE POUVOIR APPLIQUER UNE CHARGE EN SORTIE DE L'ETAGE QUI N'IMPACTERA PAS LA TENSION  $V_s$ .



(4,5 pts)

### 3. Polarisation d'une LED Blanche (4 pts)

Nous souhaitons réaliser une lampe de poche puissante avec une diode électroluminescente blanche (D) commerciale de type Cree XLamp XM-L, une batterie LiPo de tension 3,7 V (E), un interrupteur (S) et une résistance (R). Le schéma de montage est donné figure 3.1 et la caractéristique de la diode est donnée figure 3.2.

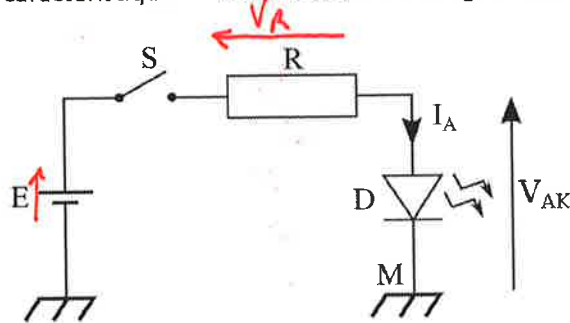


Figure 3.1 : Schéma de polarisation d'une LED.

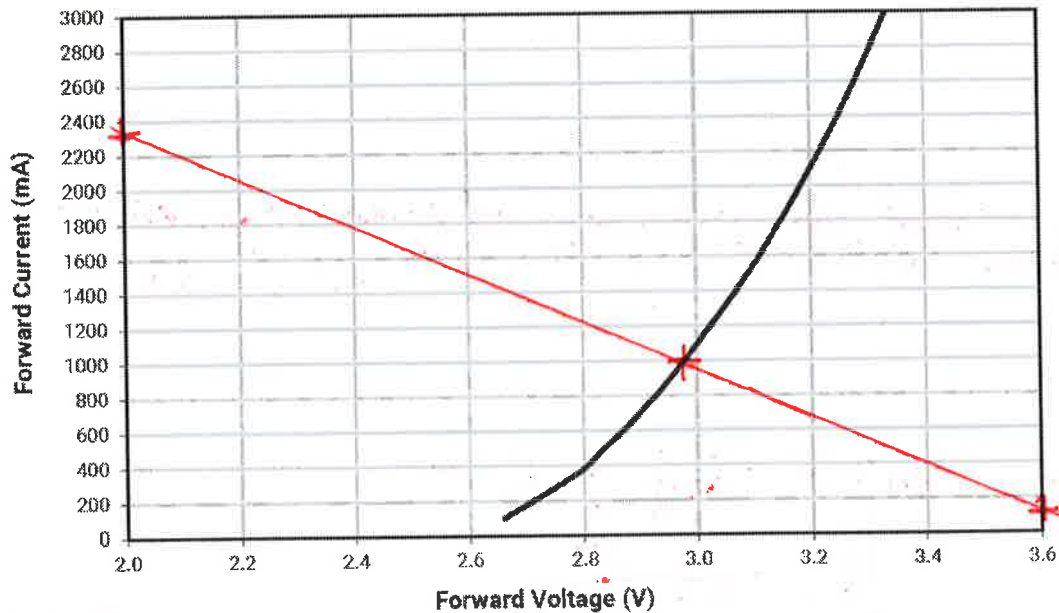


Figure 3.2 : Caractéristique I(V) de la diode blanche de chez CREE.

3.1) Lorsque l'interrupteur S est fermé, indiquer, en le justifiant, si la diode est passante ou bloquée.

S. FERMÉ  $\Rightarrow$  DIODE PASSANTE

CAR LE COURANT TEND À ALLER DANS  
LE SENS DES POTENTIELS DECROISSANTS

1

3.2) Exprimer l'équation de la droite de charge de la diode  $I_A = f(V_{AK})$  à partir des éléments du montage.

$$V_{AK} = E - V_R = E - R \times I_A$$

$$\Rightarrow I_A = \frac{E - V_{AK}}{R}$$

3.3) Nous souhaitons fixer un courant  $I_A$  de 1A. Déterminer la chute de tension aux bornes de la diode à partir de la figure 3.2.

$$V_{AK} = 2,97V$$

3.4) Déterminer la valeur de la résistance  $R$  du montage à partir de l'équation de la droite de charge et des valeurs trouvées précédemment. Calculer la puissance dissipée dans la résistance et donner le calibre qu'il faut choisir pour un fonctionnement en toute sécurité.

$$R = \frac{E - V_{AK}}{I_A} = \frac{3,7 - 2,97}{1,0} = 0,73 \Omega$$

$$P = R \times I^2 = 0,73 \times 1^2 = 0,73W$$

↳ CALIBRE : 1W

3.5) Dessiner sur la figure 3.2, la droite de charge avec les valeurs numériques trouvées précédemment.

2 POINTS SUR LA DROITE :

$$V_{AK} = 2,0V \Rightarrow I_A = 2330mA$$

$$V_{AK} = 3,6V \Rightarrow I_A = 137mA$$

#### 4. Amplificateur à transistor bipolaire (8 pts)

Nous considérons le schéma présenté Figure 4 qui utilise un transistor bipolaire NPN. La température de fonctionnement est de  $25^{\circ}\text{C}$  pour le transistor. Le gain  $\beta=100$ ,  $V_{BE}=0,6\text{V}$  et la tension Early  $V_A=-200\text{V}$ . La tension d'alimentation  $V_{CC} = 15\text{V}$  et le générateur  $e_g$  délivre une tension sinusoïdale de fréquence telle que l'impédance des condensateurs est considérée comme nulle.

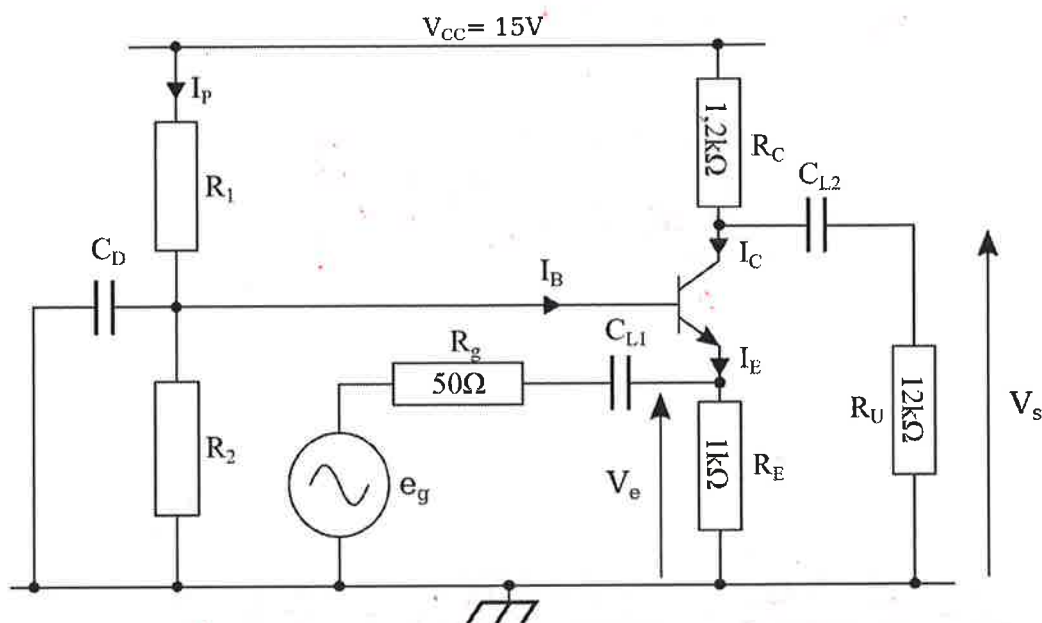
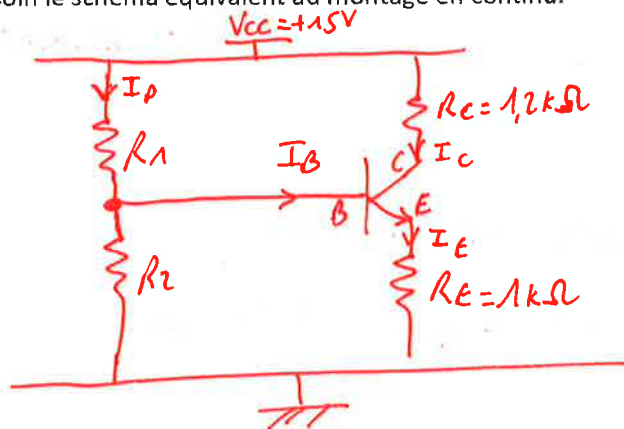


Figure 4 : Schéma électrique de l'amplificateur à transistor

#### PARTIE 1 : Etude en continu

4.1) Dessiner avec soin le schéma équivalent au montage en continu.



Nous souhaitons polariser le transistor sous un courant  $I_C = 4\text{mA}$  et  $I_P = 20 I_B$ .

4.2) Exprimer littéralement le potentiel  $V_{EM}$ , puis donner sa valeur numérique.

$$V_{EM} = R_E \times I_E = R_E \times (I_C + I_B) = R_E \times I_C \times \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \approx R_E \cdot I_C$$

$$V_{EM} = 4,04\text{V} \approx 4\text{V}$$

4.3) Exprimer littéralement le potentiel  $V_{BM}$ , puis donner sa valeur numérique.

1

$$V_{BN} = V_{BE} + V_{EN}$$

$$V_{BN} = 0,6 + 4 = 4,6V$$

4.4) Exprimer littéralement le potentiel  $V_{CM}$ , puis donner sa valeur numérique.

1

$$V_{CN} = V_{CC} - R_C \cdot I_C$$

$$V_{CN} = 15 - 1200 \times 0,004 = 10,2V$$

4.5) Exprimer littéralement la valeur de la résistance  $R_2$  en fonction de  $I_p$ ,  $\beta$  et  $V_{BM}$ , puis donner sa valeur numérique.

0,5

$$R_2 = \frac{V_{BN}}{I_p - I_B} ; I_B = \frac{I_C}{\beta} ; I_p = 20 \cdot I_B \Rightarrow R_2 = \frac{\beta}{15} \times \frac{V_{BN}}{I_C}$$

$$R_2 = \frac{100 \times 4,6}{15 \times 0,004} = 6,05K\Omega$$

4.6) Exprimer littéralement la valeur de la résistance  $R_1$  en fonction de  $I_p$ ,  $\beta$  et  $V_{BM}$ , puis donner sa valeur numérique.

0,5

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{BN}}{I_p} \Rightarrow R_1 = \frac{\beta}{20} \times \frac{V_{CC} - V_{BN}}{I_C}$$

$$R_1 = \frac{100}{20} \times \frac{15 - 4,6}{0,004} = 13,0K\Omega$$

4.7) Donner les coordonnées du point de repos du transistor ( $I_{CO}$ ,  $V_{CEO}$ ). Commenter sa position sur la droite de charge.

0,5

$$I_{CO} = 4mA$$

$$V_{CEO} = V_{CN} - V_{EN} = 10,2 - 4 = 6,2V$$

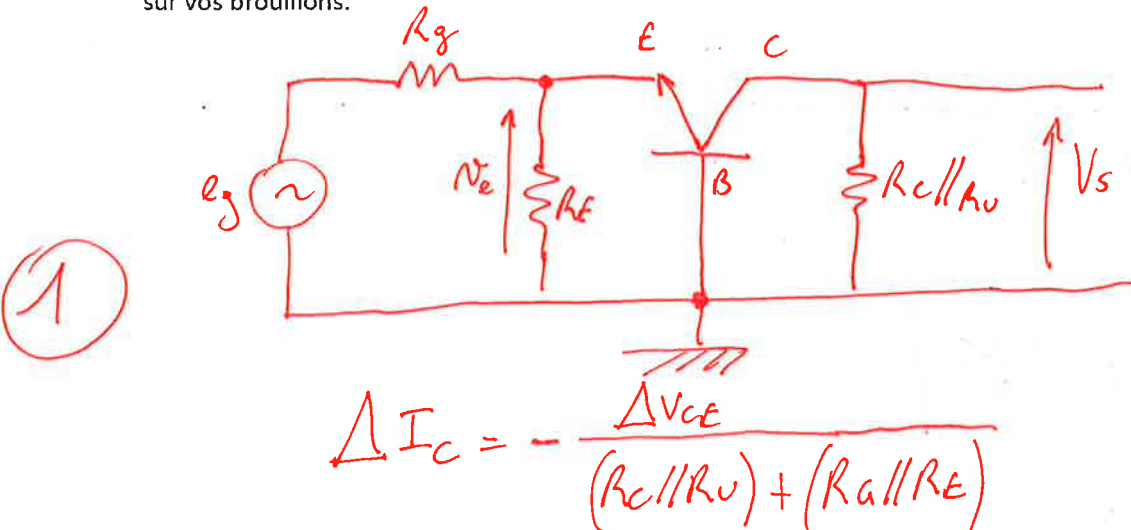
↳ ASSEZ PROCHE DU MILIEU DE LA DROITE DE CHARGE (IDÉALEMENT:  $\frac{V_{CC}}{2} = 7,5V$ )

**PARTIE 2 : Etude du schéma aux petites variations et fréquences moyennes**

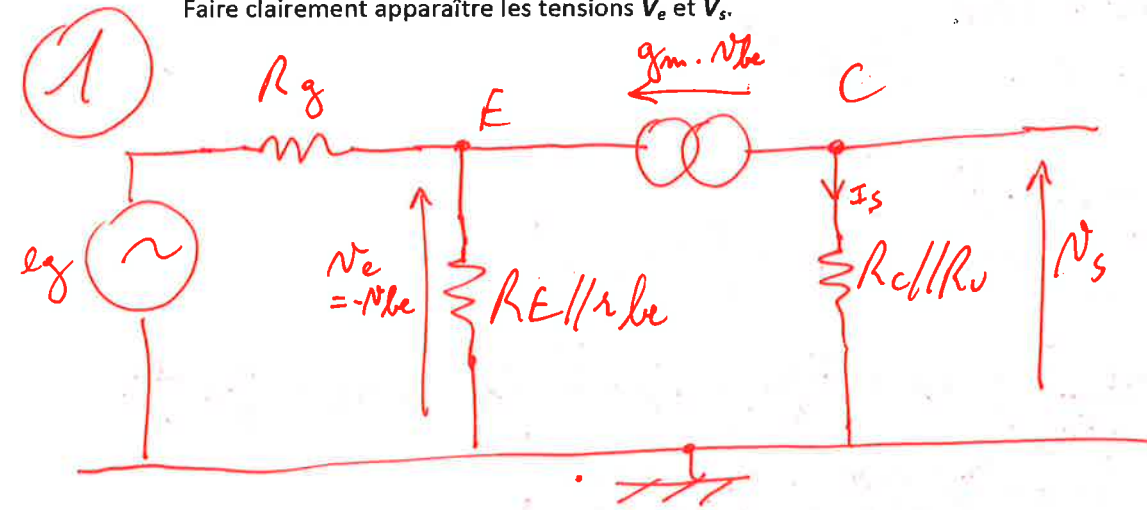
4.8) Indiquer en le justifiant de quel type de montage il s'agit ainsi que les performances attendues (Gain,  $R_e$  et  $R_s$ ).

0,5 MONTAGE BASE-COMMUNE : ENTREE SUR ÉMETTEUR  
SORTIE SUR COLLECTEUR  
GAIN: GAIN POSITIF  $R_e$ : MOYENNE  $R_s$ : MOYENNE

4.9) Dessiner avec soin le schéma équivalent au montage aux petites variations et fréquences moyennes en laissant le transistor sous forme symbolique, puis donner l'équation de la droite charge dynamique. Les capacités ont alors une impédance négligeable (ne dessiner sur la copie que le schéma final, faites les étapes intermédiaires sur vos brouillons.



- 4.10) Redessiner maintenant le schéma équivalent en tenant compte du modèle électrique du transistor aux petites variations. Utiliser le schéma équivalent en «  $g_m \cdot V_{be}$  » en négligeant la résistance  $r_{ce}$  pour modéliser le transistor. Faire clairement apparaître les tensions  $V_e$  et  $V_s$ .



- 4.11) Exprimer littéralement l'équation de courant au nœud C (collecteur) en faisant apparaître les éléments du circuit.

0,5

$$\frac{N_s}{R_C // R_o} = -g_m \cdot N_{be}$$

- 4.12) Donner la relation qui relie  $V_{be}$  et  $V_e$ .

0,5

$$V_{be} = -V_e$$

- 4.13) Exprimer littéralement le gain en tension du montage  $A_v = V_s / V_e$ .

0,5

$$\frac{N_s}{R_C // R_o} = g_m \cdot N_e$$

$$A_v = \frac{N_s}{N_e} = \boxed{g_m \cdot R_C // R_o}$$

- 4.14) Déterminer la valeur numérique de  $A_v$  sachant que  $g_m = 0,16 \text{ S}$ .

0,5

$$A_v = \boxed{175}$$