

Nom Prénom	Test d'électronique 1 <sup>ère</sup> année	Groupe
	IUT GEII Bordeaux janvier 2016	

Tous documents autorisés

**Exercice de cours** (*durée conseillée 15minutes*)

On considère le circuit de la figure c.1 pour lequel on donne les informations suivantes : L'interrupteur K est ouvert depuis très longtemps. Le condensateur est chargé sous une tension de 2V. Le générateur délivre une tension continue  $E = 5V$ ,  $C = 0,1\mu F$  et  $R = 1k\Omega$ .

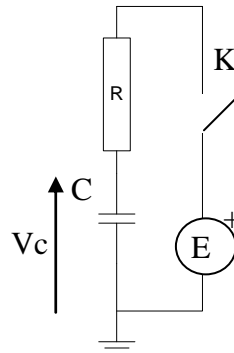


Figure c.1 : Circuit d'étude

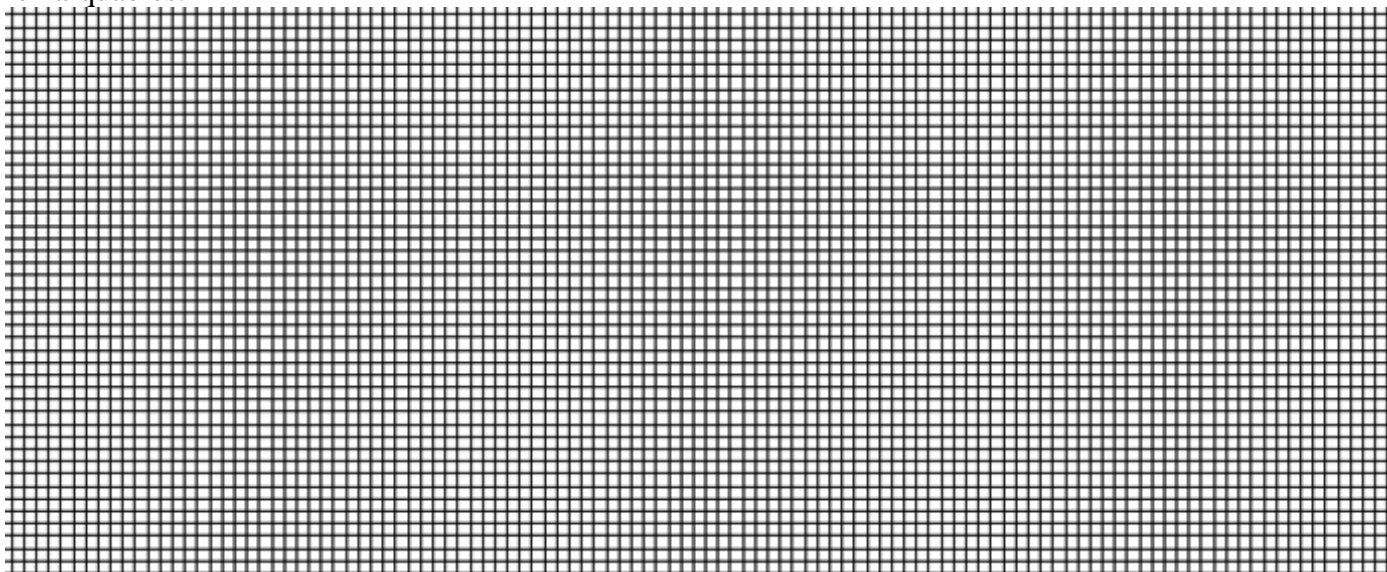
1) Sans calcul, en utilisant les résultats démontrés en cours, donner l'expression littérale de l'évolution temporelle de la tension aux bornes de C. Faire l'application numérique ; déterminer en particulier la valeur de la constante de temps  $\tau$ .

$$V_c(t) =$$

=

avec  $\tau =$

2) Tracer soigneusement l'évolution temporelle de  $v_c(t)$  en indiquant les valeurs remarquables.



## Problème 1 : Montage Comparateur à fenêtre (durée conseillée 1h15 heure)

On étudie le montage de la figure 1, qui utilise un AoP considéré idéal, et deux diodes identiques  $D_1$  et  $D_2$ , L'amplificateur opérationnel est alimenté entre  $+V_{cc}$  et  $-V_{cc}$ . La tension  $V_e$  peut varier de 0V à 15V. On donne de plus  $V_{cc}= 15V$ ,  $V_{sat}^+ = 14V$ ,  $V_{sat}^- = -14V$  et  $R=1k\Omega$ .

On va étudier ce montage par parties, qui peuvent être résolues de façon **totale**ment indépendante.

### Partie 1 : Etude des circuits à diode

On étudie les schémas de la figure 2. Dans cette partie, les diodes sont considérées comme idéales : si la tension  $V_{AK}$  imposée par le circuit de charge est positive, elles sont passantes et se comportent comme un circuit fermé, et si la tension  $V_{AK}$  imposée par le circuit de charge est négative, elles sont bloquées et se comportent comme un circuit ouvert.

1. Montrer que la diode  $D_1$  (figure 2a) est bloquée lorsque la tension  $V_e$  est supérieure à  $E_{th1}$ . Que vaut alors le potentiel  $V_1$  ?

2. Montrer que la diode  $D_1$  (figure 2a) est passante lorsque la tension  $V_e$  est inférieure à  $E_{th1}$ . Que vaut alors le potentiel  $V_1$  ?

3. A quelle condition sur  $V_e$  la diode  $D_2$  (figure 2b) est-elle bloquée ? Que vaut alors le potentiel  $V_2$  ?

4. A quelle condition sur  $V_e$  la diode  $D_2$  (figure 2b) est-elle passante ? Que vaut alors le potentiel  $V_2$  ?

## Partie 2 : Utilisation du théorème de Thévenin

Le travail consiste ici à déterminer les générateurs de Thévenin équivalents aux points V1 et V2 du circuit de la figure 1.

La « charge » est constituée dans un premier temps de l'ensemble des composants situés au-dessous du point V1 de la figure 1. Il s'agit d'étudier le générateur de Thévenin vu par cette charge. Le réseau à étudier est alors donné figure 3.

5. Donner le schéma d'étude permettant de calculer  $E_{th1}$ , et déterminer son expression. Faire l'application numérique.

6. Donner le schéma d'étude permettant de calculer  $R_{th1}$ , et déterminer son expression. Faire l'application numérique

## Partie 3 : Etude du montage complet (figure 1)

7. Dans quelle configuration (linéaire ou comparateur), l'AoP est-il monté ? Justifiez votre réponse.

8. a) Que vaut  $V_s$  si  $V1 > V2$  ?

- b) Que vaut  $V_s$  si  $V1 < V2$  ?

**En réalité, l'étude du circuit complet montre que le modèle idéal des diodes est trop simpliste, et conduit à une mauvaise analyse du fonctionnement ; il faut donc en particulier tenir compte de la tension de seuil des diodes, fixée ici à 0,7V.**

**On a donc à étudier successivement 3 schémas, (figure 4) pour lesquels on donne  $E_1 = 10V$ ,  $E_2 = 5V$  et  $V_d = 0,7V$ . On rappelle que  $V_e$  varie de 0V à +15V.**

**Séquence 1 :**  $V_e < 4,3V$  On montre qu'alors D1 est passante, et D2 est bloquée. Le schéma d'analyse est alors le schéma 1.

9. Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_e$  et  $V_d$ . Quelle est la valeur maximale de  $V_1$  dans cette séquence ?

$V_1 < ?$

10. Quelle est la valeur de  $V_2$  ?

11. Quelle est alors la valeur de  $V_s$  ?

**Séquence 2 :**  $4,3V < V_e < 10,7V$  On montre qu'alors D1 et D2 sont toutes deux passantes. Le schéma d'analyse est alors le schéma 2.

12. Exprimer  $V_1$  en fonction de  $V_e$  et  $V_d$ .

13. Exprimer  $V_2$  en fonction de  $V_e$  et  $V_d$ .

14. Que peut-on dire de  $V_1$  par rapport à  $V_2$  ? Quelle est alors la valeur de  $V_s$  ?

**Séquence 3 :**  $V_e > 10,7V$ . On montre qu'alors D1 est bloquée, alors que D2 est passante. Le schéma d'analyse est alors le schéma 3.

**15.** Quelle est la valeur de  $V_1$  ?

**16.** Exprimer  $V_2$  en fonction de  $V_e$  et  $V_d$ .

**17.** Quelle est la valeur de  $V_s$  ?

**18.** Finalement, tracer le graphe de transfert  $V_s(V_e)$  sur la figure 5, en indiquant les valeurs remarquables, et justifier le nom donné à ce montage.

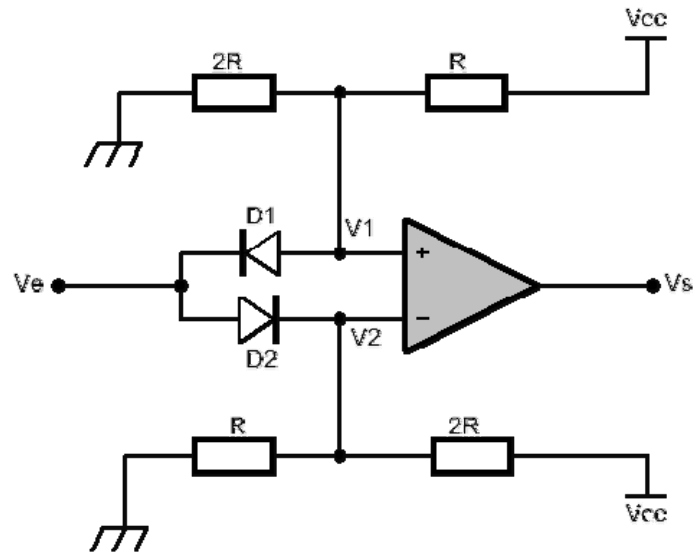


Figure 1 : Montage comparateur à fenêtre complet

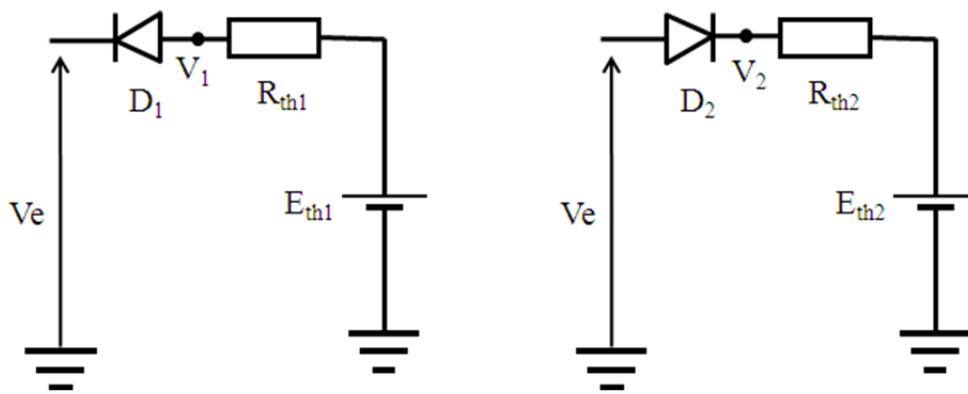


Figure 2a

Figure 2b

Figure 2 : Circuits à diode (partie 1)

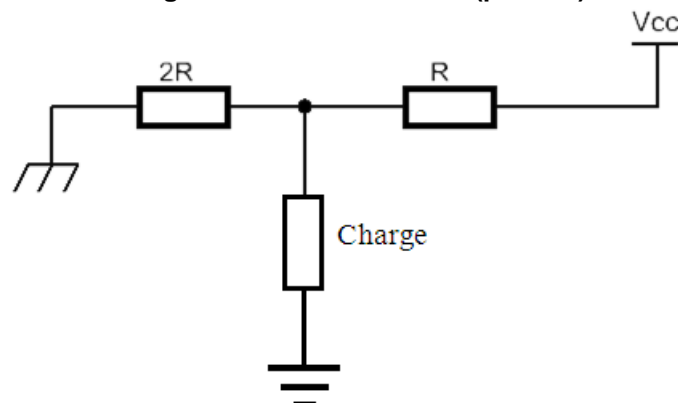


Figure 3 : réseau à étudier par Thévenin (partie 2)

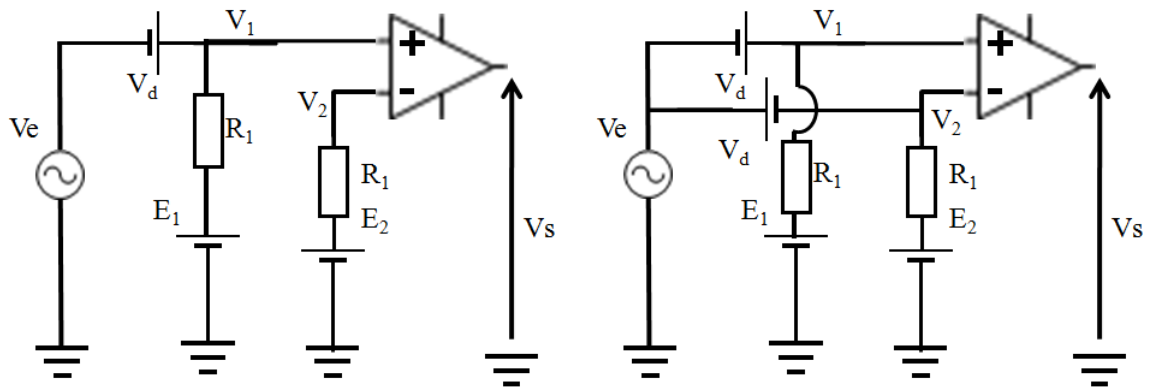


Schéma 1 : D1 passante, D2 bloquée

Schéma 2 : D1 et D2 passantes

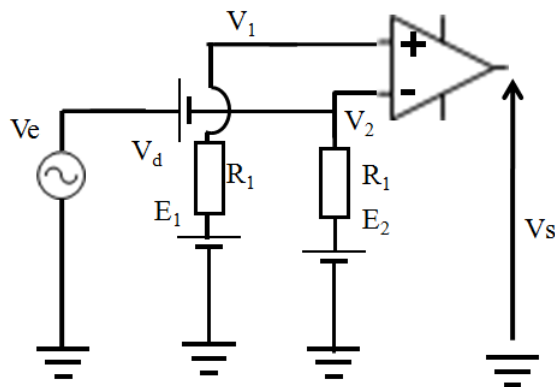


Schéma 3 : D1 bloquée, D2 passante

Figure 4 : Schémas d'analyse successifs pour la partie 3

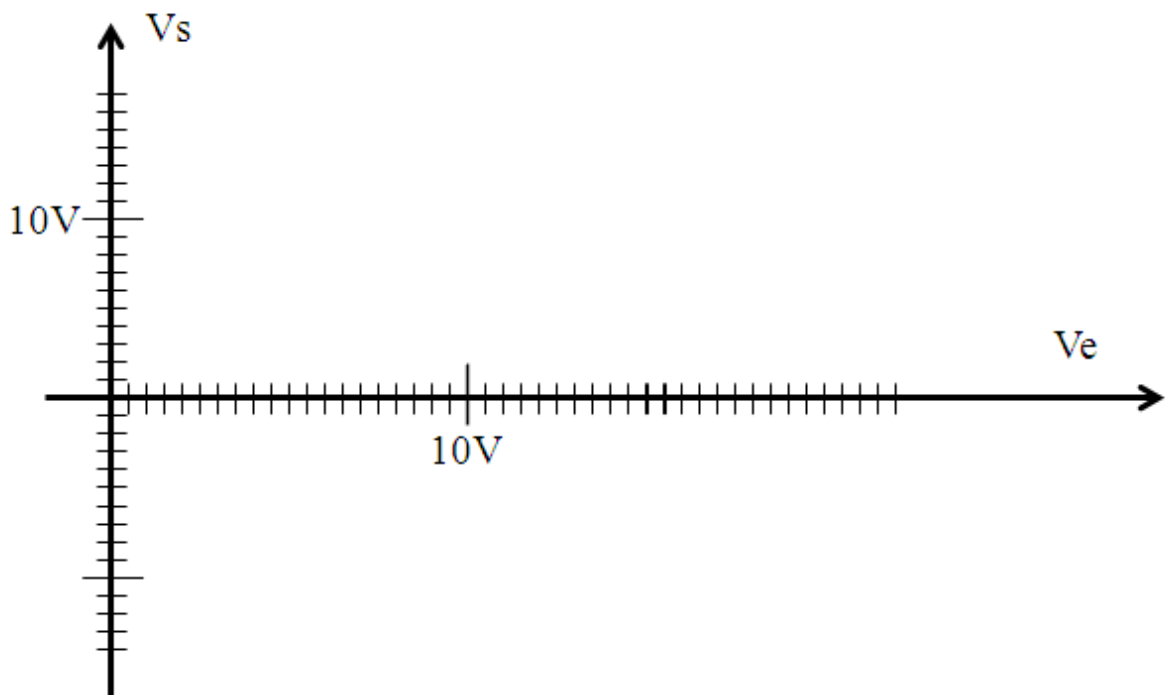
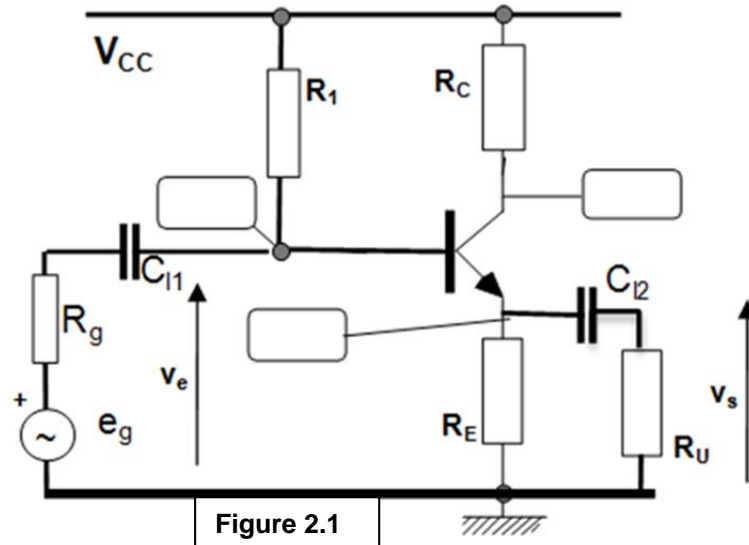


Figure 5 : Graphe de transfert  $V_s(V_e)$  à compléter

## Problème 2 : Montage à transistors (durée conseillée 1h15)

On considère le montage de la figure 2.1, alimenté sous une tension  $V_{CC} = 12\text{ V}$  qui utilise un transistor NPN à  $T = 25\text{ °C}$ . Les caractéristiques de ce transistor sont données en fin de texte. On rappelle que  $U_T = 25\text{ mV}$  à  $25\text{ °C}$ .

A la fréquence du signal sinusoïdal  $e_g$ , les condensateurs ont une impédance négligeable.



On donne  $V_{CC} = 12\text{ V}$ ,  $R_C = 0,1\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = R_U = 1,1\text{ k}\Omega$

- 1) Dans quelle configuration le transistor se trouve-t-il : base commune, collecteur commun ou émetteur commun (justifier) ?
  
- 2) Détermination des courants de repos
  - a. Dessiner le schéma du montage en continu.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  - b. Donner l'équation de la droite de charge statique en considérant que  $\beta \gg 1$



- c. La tracer dans le réseau  $I_C=f(V_{CE})$  donné en fin de texte.
- d. On choisit le point de repos  $P_0$  au milieu de la droite de charge. Le positionner et indiquer ses coordonnées :

$$V_{CE\text{repos}} =$$

$$I_{C\text{repos}} =$$

- e. Déterminer graphiquement la valeur de  $\beta$ .
  
- f. Dédire des résultats précédents la valeur du courant  $I_{B\text{repos}}$  en expliquant la méthode.

**Quelles que soient** les valeurs que vous avez obtenues, vous prendrez pour la suite :

$$I_{C\text{repos}}=5\text{mA} \text{ et } I_{B\text{repos}}=35\mu\text{A}$$

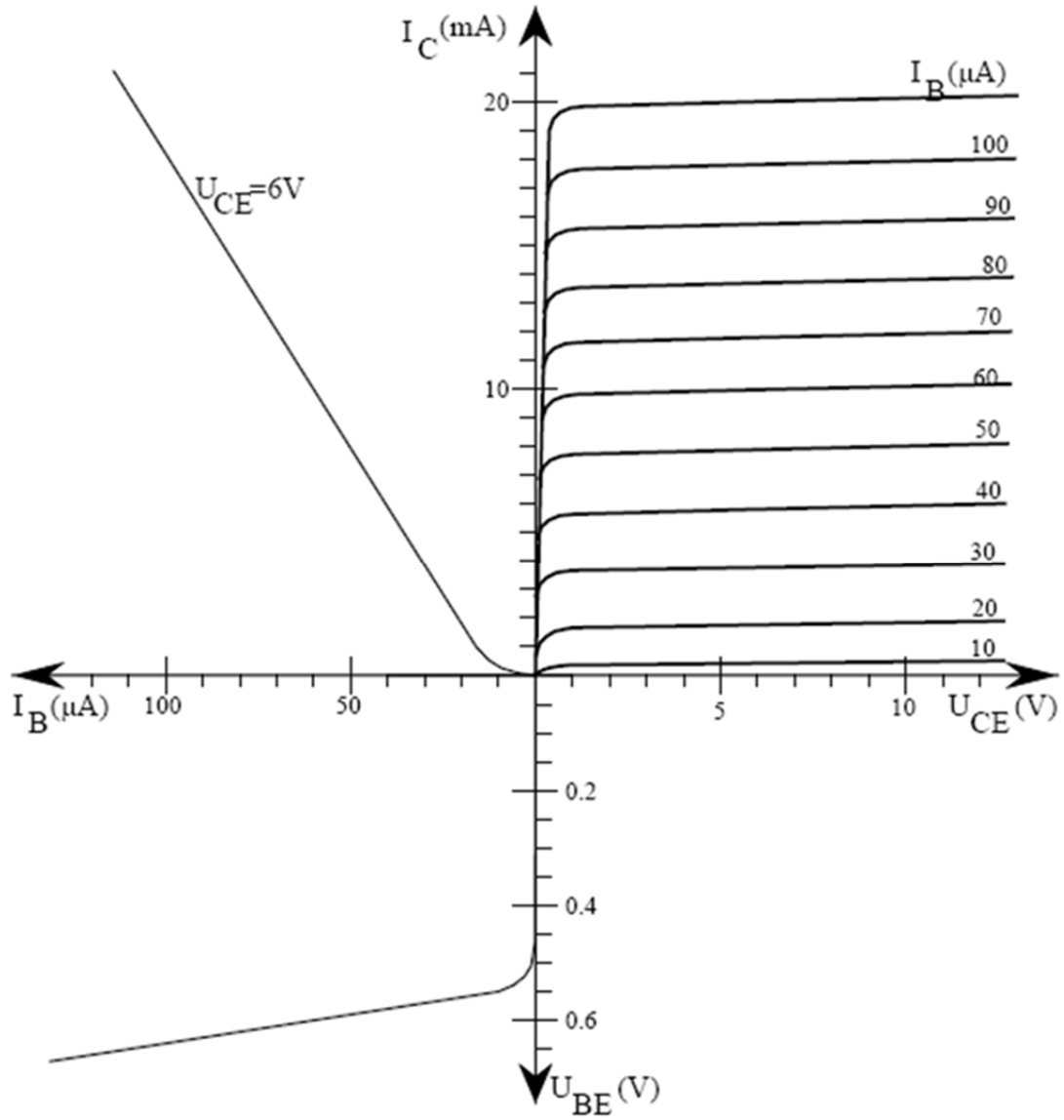
3) Quelle est la valeur du potentiel  $V_{BE}$  continu ? Justifier votre réponse.

4) Déterminer les valeurs des potentiels continus d'émetteur, de base et de collecteur par rapport à la masse. Donner une expression littérale avant de faire l'application numérique.

5) Calculer la valeur de la résistance de polarisation  $R_1$ . Donner une expression littérale avant de faire l'application numérique.

- 6) Obtention du schéma aux petites variations et fréquences moyennes (dit schéma « pvfm ») et de la droite de charge dynamique.
- a. Dessiner le schéma pvfm en laissant le transistor sous sa forme symbolique (tel qu'il apparaît sur la figure 2.1)
  
  - b. Ecrire la relation liant  $v_{ce}$  à  $i_c$  dans ce schéma. En déduire le coefficient directeur de la droite de charge dynamique. Tracer alors la droite de charge dynamique.
  
  - c. Dessiner le schéma aux petites variations d'un transistor bipolaire NPN
  
  - d. Dessiner le schéma pvfm du montage complet avec le transistor bipolaire apparaissant sous la forme de son schéma aux petites variations. Le dessin final doit faire apparaître le générateur  $e_g$  à gauche et la charge  $R_u$  à droite, avec le nœud de masse en bas de schéma.

- 7) Détermination de  $r_{be}$ ,  $r_{ce}$  et  $g_m$  du transistor utilisé dans ce montage.
- a. Rappeler les expressions théoriques de  $r_{be}$  et de  $g_m$
  
  - b. Faire l'application numérique.
  
  - c. Déterminer graphiquement une valeur approchée de la résistance  $r_{ce}$ , en expliquant la méthode. Vous remarquerez que cette méthode est très peu précise. Pourquoi est-ce sans importance dans le cas du montage étudié ?



Caractéristiques du transistor