Devoir n°4
Sans documents – durée 2 heures – calculatrice « Enib » autorisée
Les deux problèmes sont indépendants.
Barème indicatif : problème 1 : 12 pts ; problème 2 : 8 pts.

Le texte comporte 2 problèmes qui seront traités sur **2 copies séparées.**

NE PAS OUBLIER D'INDIQUER VOTRE NOM sur ces 2copies

Problème 1 :

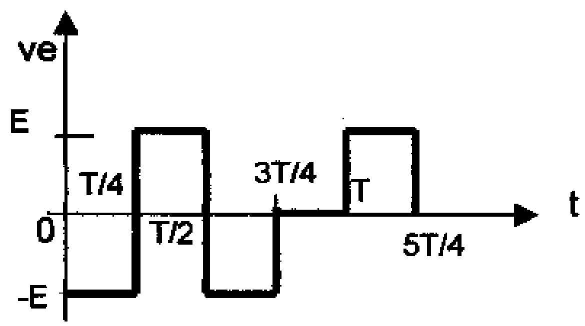
La partie 4 est indépendante.

Partie 1 Etude du principe d'un intégrateur

Pour le montage représenté figure 1, l'amplificateur opérationnel est considéré parfait :

1-1 Réponse harmonique : On pose θ = RC. Etablir l'expression de la transmittance en tension $\overline{T} = \overline{Vs}/\overline{Ve}$.

1-2 Réponse temporelle : A l'instant t = 0 pris pour origine des temps, on impose ve(t) non périodique, défini à la figure ci-dessous. Sachant que vs (0) = 0 et T = θ dessiner sans calcul vs(t) pour $0 \leq t \leq 5T/4$; calculer vs(T).



1-3 Comme l'indique la figure 2, ve(t) est en forme de créneaux symétriques de fréquence F. Après avoir dessiné sans calcul la forme de vs(t) correspondante, montrer qu'il existe une relation de la forme : $\Delta V = m\,(\Delta E/F)$ entre ΔV et ΔE, ΔV représentant l'amplitude crête à crête de vs(t).
Expliciter m.

Partie 2 Etude du principe d'un intégrateur corrigé.

Pour le montage représenté figure 3, l'amplificateur opérationnel est considéré parfait.

2-1- Calculer $\overline{T_1} = \overline{Vs_1} / \overline{Ve}$. L'exprimer sous la forme $\overline{T_1} = k_1(1/(1+jx))$ en posant $x = R_2C\omega = \omega / \omega_0$.
Expliciter k_1.

2-2 On se fixe $1 / \omega_0 = R_2C = 330\ \mu s$, $C = 10\ nF$ et pour $x = \sqrt{3}$, $\overline{T_1} = e^{j(2\pi/3)}$
Calculer R_1 et R_2.

2-3 Tracer les diagrammes asymptotiques de G_1 (dB) et de φ_1 en fonction de ω.

2-4 Déterminer la constante de temps $\theta = RC$ de l'intégrateur parfait pour que l'asymptote de G1 et la caractéristique G(dB) de l'intégrateur parfait soient confondues pour $\omega > \omega_0$.

2-5 Exprimer le gain G_1 (dB) et la phase φ_1 en fonction de x.
On pose $\left|\overline{T_1}\right| = \rho_1$. Exprimer ρ_1 en fonction de φ_1.
Esquisser le diagramme descriptif (ou de Nyquist) de $\overline{T_1}$.

Partie 3

On dispose en cascade, comme l'indique la figure 4, 3 étages identiques à celui de la figure 3.

3-1 Calculer la transmittance en tension $\overline{T_3} = \overline{Vs_3} / \overline{Ve}$ en fonction de x.

3-2 Esquisser les diagrammes asymptotiques de G3 et φ_3 correspondants.
Pour $x = \sqrt{3}$ calculer le gain G_3 et la phase φ_3.

Partie 4

On considère l'étage représenté figure 5 où l'amplificateur opérationnel est considéré parfait et non saturé.

4-1 Calculer $\overline{T_4} = \overline{Vs_4} / \overline{V_1}$ en fonction de a, r, b, d. L'exprimer sous la forme $\overline{T_4} = -1 + k_2\,(d/(b+d))$. Expliciter k_2.

4-2 Détermination de r.
On désire $\overline{T_4} = 1$. Calculer la valeur numérique de r si $d = 0{,}5\ k\Omega$ et $a = b = 22k\Omega$.

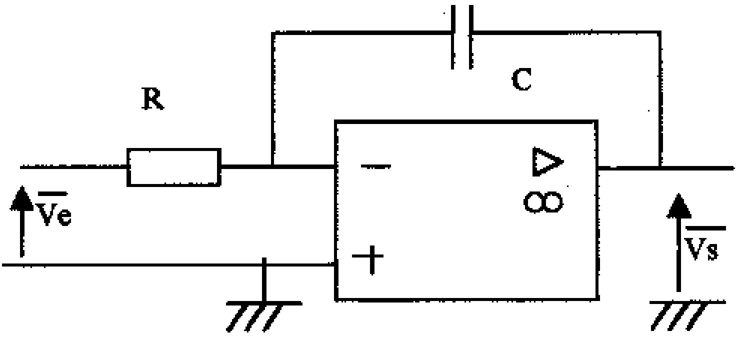


Figure 1

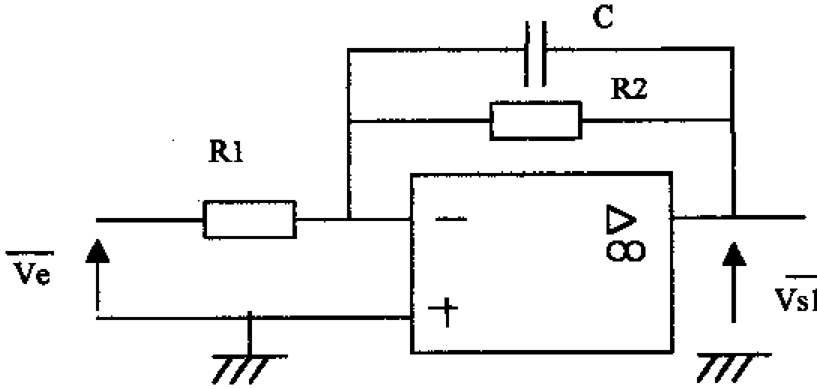


Figure 3

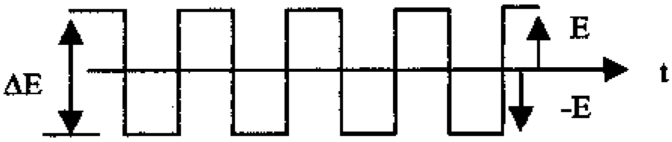


Figure 2

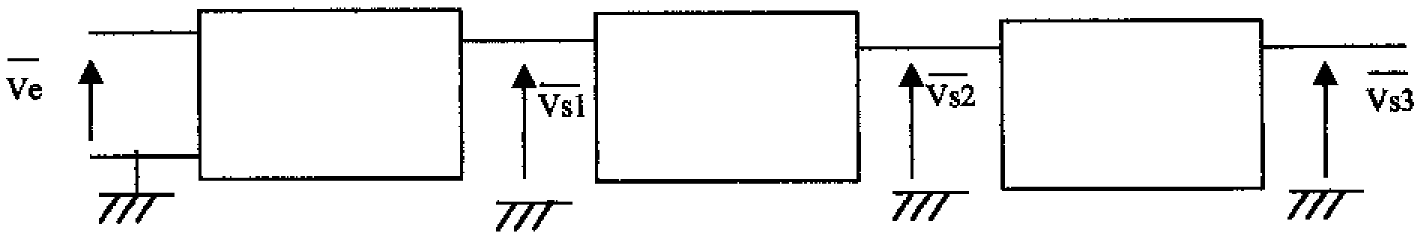


Figure 4

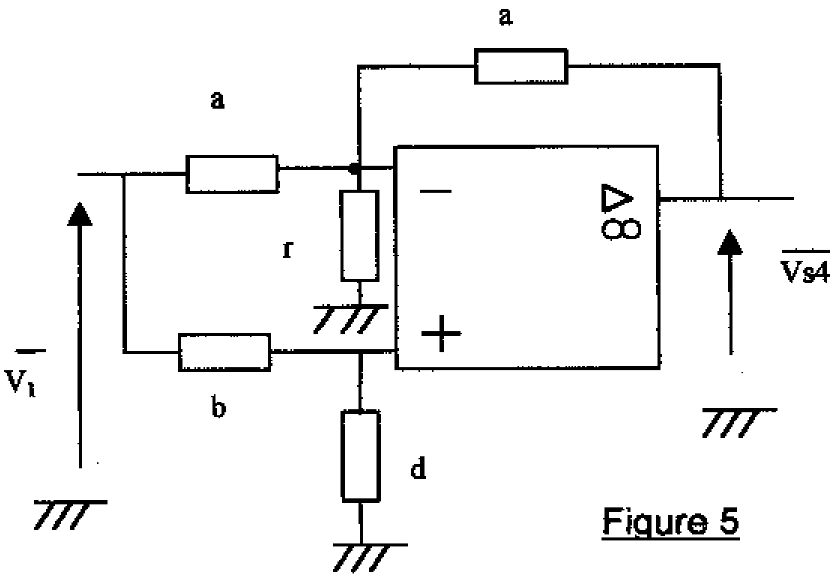
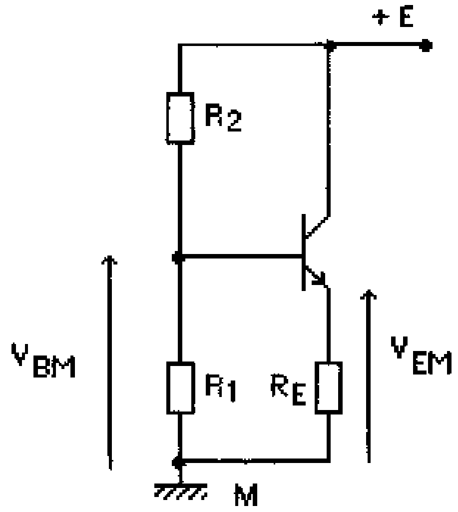


Figure 5

Problème 2

Dans les montages étudiés, le transistor est représenté par son modèle en grand signal soit: lorsque le transistor est conducteur : $V_{BE} = E_0$ et $I_C = \beta\, I_B$ avec $\beta >> 1$; pour $V_{BE} < E_0$, le transistor est bloqué.
La tension d'alimentation +E est constante, positive.
Pour les applications numériques on prendra : E = 10 volts; $\beta = 200$; $E_0 = 0{,}6$ volt

1-Soit le schéma ci-contre dans lequel
R_E est une résistance constante ; R_1 et R_2 sont réglables.
Numériquement : $R_E = 1$ kΩ



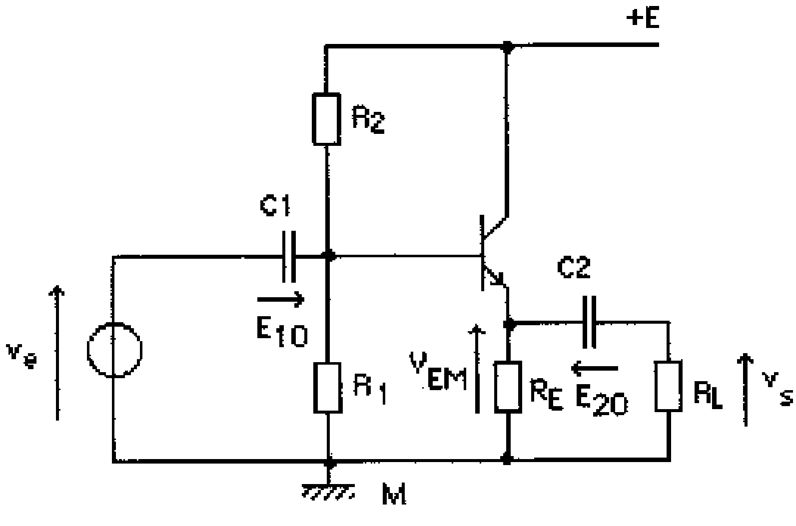
a- Représenter la droite de charge dans le plan (V_{CE}, I_C) sur le graphique annexé.

b- Exprimer littéralement V_{EM} en fonction de V_{BM} lorsque le transistor est conducteur. Que vaut V_{EM} quand le transistor est bloqué ?

c- Représenter graphiquement V_{EM} en fonction de V_{BM} pour $0 \le V_{BM} \le E$ sur le graphique annexé.

d- Pour avoir $V_{EM} = E/2 = 5$ volts, quelle valeur faut-il donner à R_2 sachant que $R_1 = 100$ kΩ ?

2- On complète le montage précédent pour l'utiliser avec un signal v_e alternatif. La résistance R_E est de 1 kΩ ; R_1 et R_2 permettent d'avoir au repos ($v_e = 0$) : $V_{EM0} = E/2$. **Les tensions aux bornes des condensateurs sont supposées constantes même en présence de signal.**
La résistance R_L est de 250 Ω .



a- Exprimer en fonction de E et E_0 les tensions E_{10} et E_{20} aux bornes des condensateurs.

b- Exprimer le courant collecteur I_c en fonction de V_{EM} et de E_{20}, R_E, R_L.

c- Le transistor étant conducteur, quelle valeur minimum peut prendre la tension V_{EM} quand v_e varie ?

d- Déterminer et représenter dans le plan (V_{CE}, I_C) de la question 1-a la droite de charge dynamique obtenue quand v_e varie.

e- Exprimer littéralement v_s en fonction de v_e lorsque le transistor est conducteur.
Représenter v_s en fonction de v_e lorsque le transistor est conducteur et $V_{BM} < E$ sur le graphique annexé; on exprimera les limites de ce graphe en fonction de E, E_{10}, E_{20}, R_L et R_E.

f- Pour augmenter l'amplitude des signaux utilisables, on choisit un autre point de repos en modifiant R_2 tout en conservant E, R_E, R_L constantes: déterminer graphiquement ce point dans le plan (V_{CE}, I_C) pour que le signal v_s ait l'excursion symétrique maximale la plus grande possible (on admettra que la tension de saturation du transistor, V_{CESAT} est négligeable).
Que vaut alors V_{EM0} (au repos) ?

Nom : ______________________________

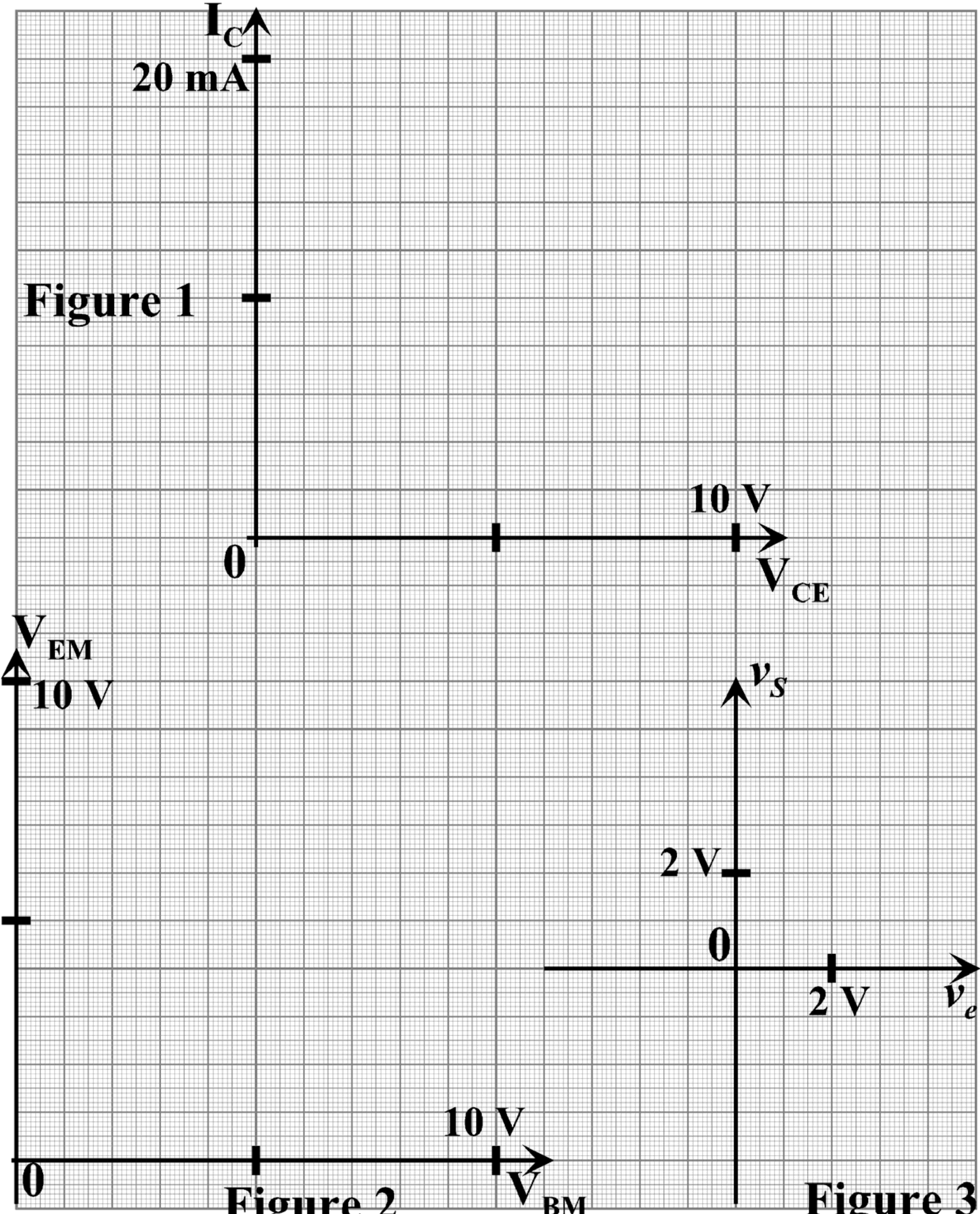


Figure 1

Figure 2

Figure 3