[1]EXERCICE : CHARGE ET DECHARGE DU CONDENSATEUR

On considère le montage suivant dans lequel depuis un temps très long, l'interrupteur K_1 est ouvert et l'interrupteur K_2 est fermé.

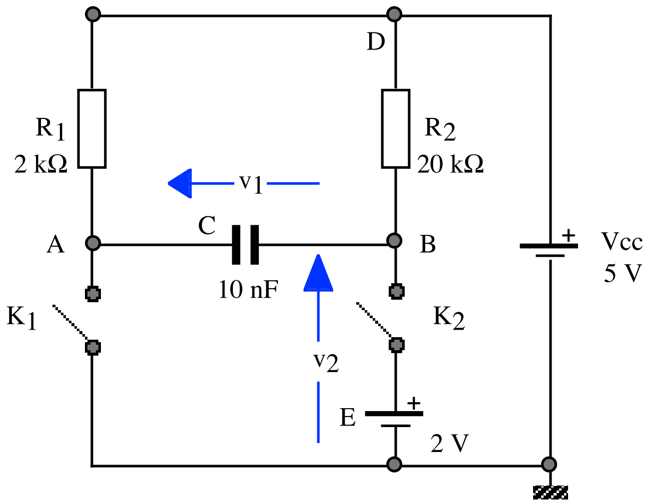


Figure 1

1. Donner dans ces conditions le schéma du montage et en déduire la valeur des tensions v_{1o} et v_{2o} du schéma de la figure 1.

A l'instant t = 0, on ferme K_1 et simultanément on ouvre K_2.

2. Donner le schéma du montage. Quelles sont les valeurs des tensions v_{1i} et v_{2i} aussitôt cette opération ?

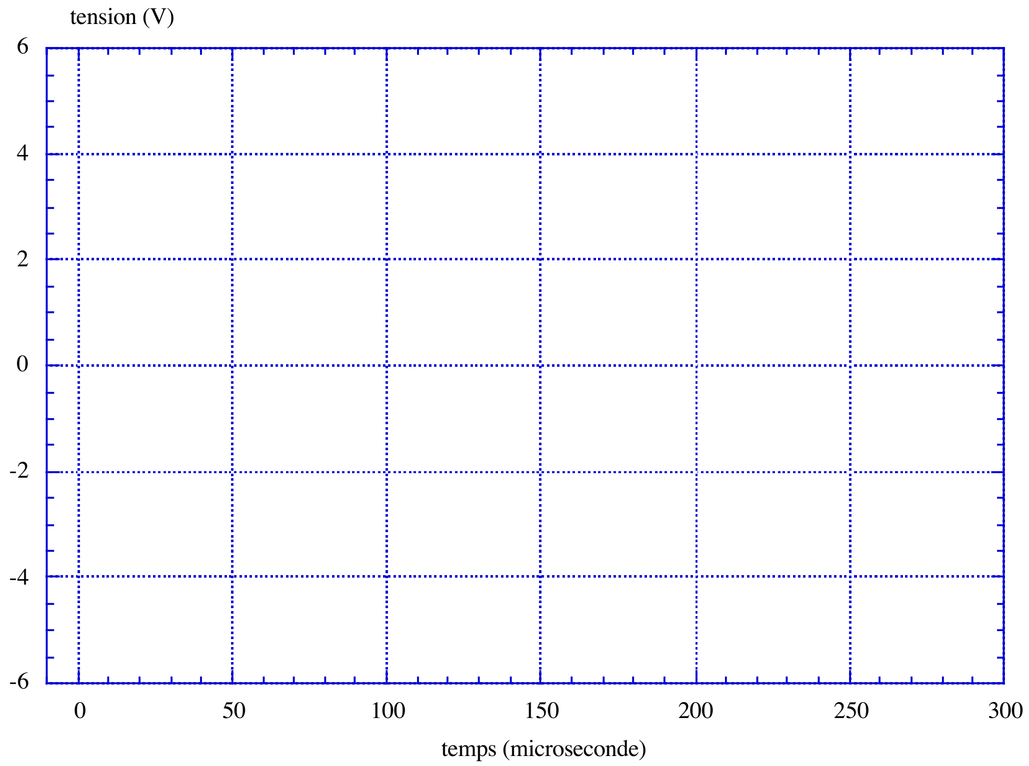
3. Comment évoluent ensuite ces tensions ?
   a) Déterminer les valeurs limites qui peuvent êtres atteintes et la constante de temps τ_1 de l'évolution.
   b) Donner l'expression de la tension v_1 (t) et en déduire celle de v_2 (t).

   c) Tracer soigneusement leur courbe représentative sur le graphe.

4. Déterminer l'instant t_1 au bout duquel la tension v_1 (t) atteint zéro volt.

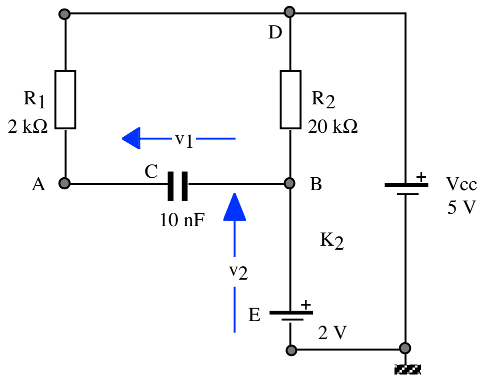
Sans attendre que l'évolution de v_1 (t) soit terminée, à l'instant t_1 où la tension v_1 (t) atteint zéro volt, le dispositif ouvre K_1 et simultanément ferme K_2.

5. Le temps t_1 est la nouvelle origine du temps.
   Examiner comment les tensions v_1 (t) et v_2 (t) évoluent. Donner le schéma, les équations et tracer les courbes représentatives à la suite des graphes précédents.


tension (V)
6
4
2
0
-2
-4
-6
0
50
100
150
200
250
300
temps (microseconde)

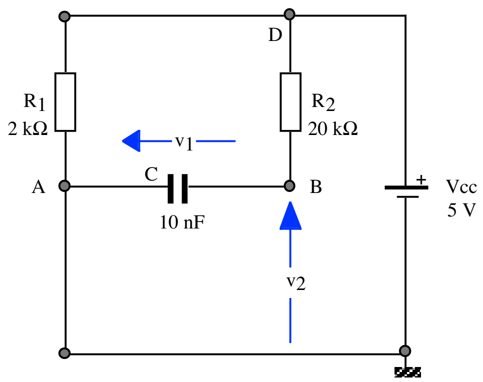
CORRECTION

Q1 : Schéma du montage :



Le condensateur C est chargé sous une tension v_{1o} de 3V alors que v_{2o} = 2 V.

Q2 : Schéma du montage :

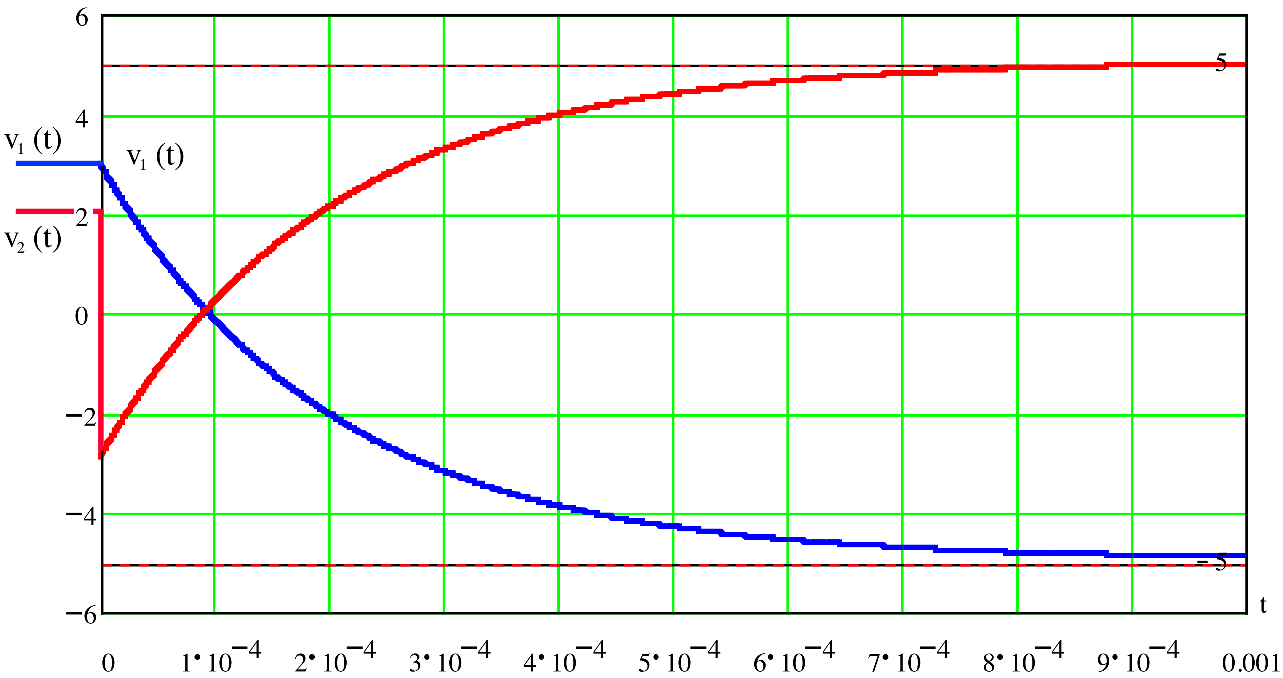


Lors de l'événement, fermeture de K_1 et ouverture de K_2, le condensateur garde ses charges, autrement dit sa tension ne peut pas évoluer instantanément. Dans ces conditions : v_{1i} = 3 V et v_{2i} = - v_{1i} = - 3 V.

Q3a : On remarquera que la résistance R_1 qui vient en parallèle avec V_{CC} ne participe pas à l'évolution des tensions v_1 et v_2.
Lorsque C sera complètement chargé pour t infini, son courant sera nul alors $v_{1infini}$ = - V_{CC} = -5V. La constante de temps d'évolution de la tension est telle que : $\tau_1 = R_2.C$ = 200 µS.

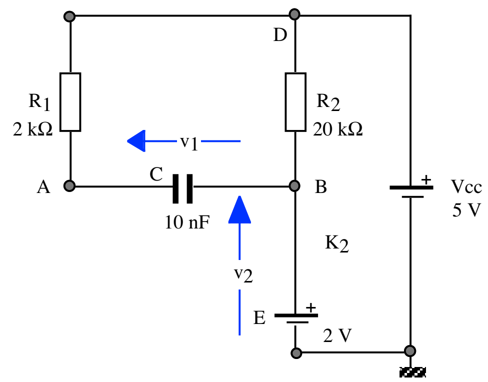
Q3b : $v_1(t) = -5 + 8\exp(-\frac{t}{\tau_1})$ $\qquad$ $v_2(t) = -v_1(t)$

Q3c : On notera qu'à l'instant t = 0, la tension v_2 (0) passe de la valeur 2V à – 3 V.



Q4 : La tension v1 (t) passe à zéro volt pour t_1 = 94 µs.

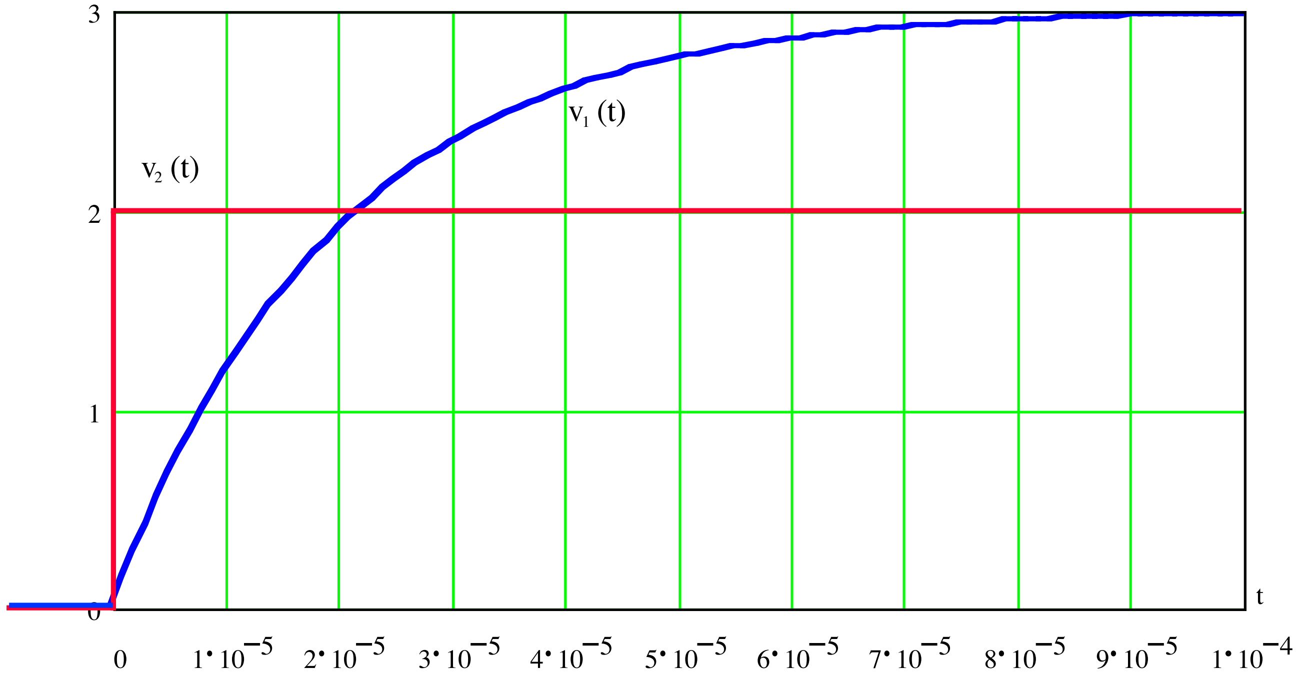
Q5 :



La tension v_2 passe instantanément à 2V.
A l'instant t = 0 le condensateur garde ses charges aussi v_{1ini} = 0 V.

- La constante de temps est telle que : $\tau_2 = R_1.C$ = 20 µs.
- La tension $v_{1infinie}$ s'établit à 3 V.

$$v_1(t) = 3(1 - \exp(-\frac{t}{\tau_2}))$$


3
2
1
0
$v_1(t)$
$v_2(t)$
t
0
$1 \cdot 10^{-5}$
$2 \cdot 10^{-5}$
$3 \cdot 10^{-5}$
$4 \cdot 10^{-5}$
$5 \cdot 10^{-5}$
$6 \cdot 10^{-5}$
$7 \cdot 10^{-5}$
$8 \cdot 10^{-5}$
$9 \cdot 10^{-5}$
$1 \cdot 10^{-4}$

PRINCIPE D'UNE BASE DE TEMPS D'OSCILLOSCOPE

On considère le montage de la figure 1a qui utilise un amplificateur de tension parfait (résistance d'entrée infinie et de sortie nulle) de gain en tension A. L'amplificateur est alimenté par une tension V_{CC} de 15 V. Comme indiqué en figure 1b, lorsque la tension d'entrée v_e est supérieure à v_{emax}, la tension de sortie devient constante et égale à V_{CC}.

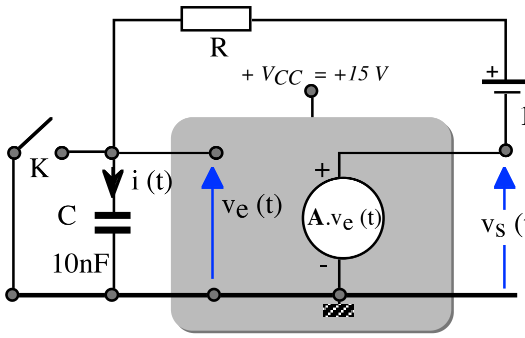


Figure 1a

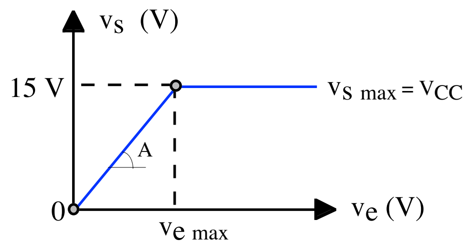


Figure 1b

L'interrupteur K est normalement fermé.

1. A l'instant t = 0, on ouvre K.

    a. Déterminer l'expression du courant i (t). Montrer que le gain A de l'amplificateur doit être égal à 1 afin que i (t) soit indépendant du temps (on le nomme alors I). Donner l'expression de I.
    b. Quelle sera alors l'expression de v_e (t) et v_s (t) ?

2. Sachant que E = 10 V et C = 10 nF, calculer la valeur à donner à R de telle manière que v_s varie de $\Delta V = 1$ V pour $\Delta t = 10$ µs.

3. Déterminer l'instant t_1 au bout duquel v_s (t) atteint $V_{CC} = 15$ V.

4. A partir de t_1 (nouvelle origine du temps), la tension v_s demeure constante. Cependant, la tension ve (t) continue à évoluer. Rechercher la nouvelle expression de v_e (t).

5. Tracer le graphe de l'évolution des tensions v_e (t) et v_s (t).

6. On suppose maintenant que K est ouvert durant $t_1 = 0,1$ ms, puis fermé durant $t_2 = 0,1$ ms et ainsi de suite. Donner l'allure de la tension de sortie v_s (t) du montage.

CORRECTION

Q1a : expression du courant i (t) : $i(t) = \dfrac{Av_e + E - v_e}{R} = \dfrac{v_e(A-1)+E}{R}$

Pour A = 1 on obtient : I = E/R constant.

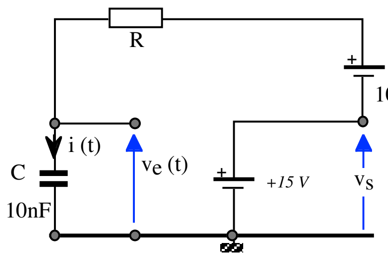
Q1b : Loi fondamentale du condensateur : $I = C\dfrac{dv_e(t)}{dt}$ soit : $v_e(t) = v_s(t) = \dfrac{I}{C}t + Cte$

Compte tenu des conditions initiales la constante d'intégration est ici nulle.

Q2 : Solution : R = 10 kΩ.

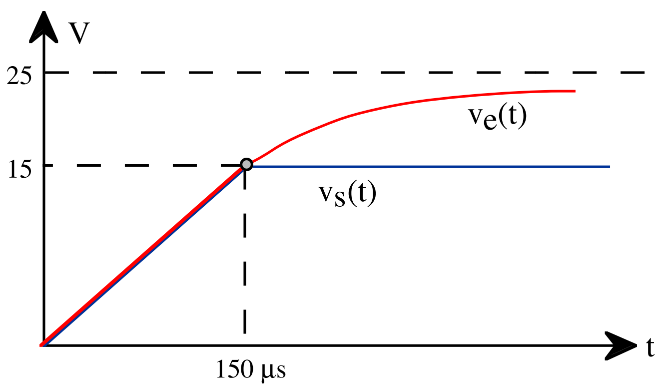
Q3 : t_1 = 150 µs.

Q4 : Schéma du montage :



v_{eini} = 15 V $v_{einfini}$ = 25 V τ = RC = 100 µs. $v_e(t) = 25 - 10\exp(-\dfrac{t}{\tau})$

Q5 :



Q6 : Tension de sortie « en dents-de-scie » constituant une « base de temps ».