UCLouvain
École polytechnique de Louvain

LINFO1140 - Bases électroniques de l'informatique

Travail 4 - Circuits RC

Auteur :
Nicolas Jeanmenne

Noma :
4874-19-00

2021-2022

1 Introduction

Le but de ce 4e travail est de réaliser un circuit avec au minimum 4 résistances, une source de tension et de courant, une capacité et un interrupteur qui se ferme ou s'ouvre en $t = 0$ et enfin de simuler le circuit avec le logiciel *LTspice* afin de démontrer l'exactitude des calculs.

À l'attention du correcteur / correctrice

N'hésitez pas à zoomer sur les schémas du circuit et autres images afin d'y voir plus clair.

2 Schéma initial du circuit

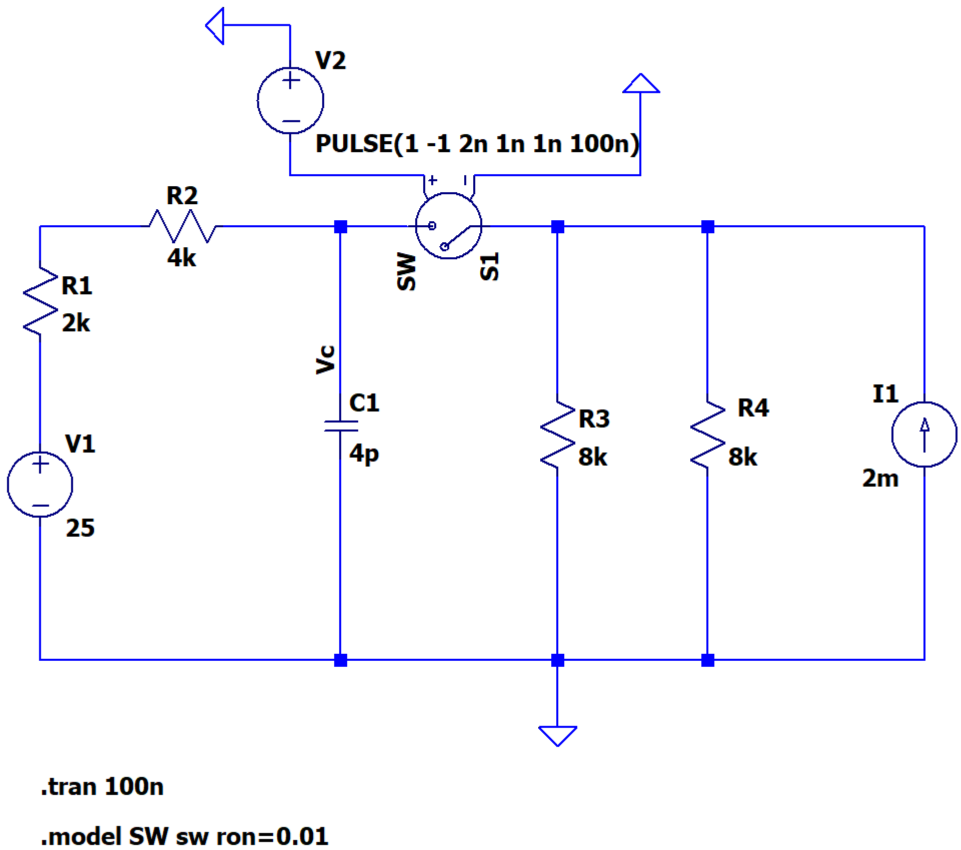

Figure 1 – Schéma du circuit

3 Calcul de la condition initiale : $V_C(t \leq 0)$

Comme l'interrupteur est ouvert en $t \leq 0$ et que la capacité se comporte comme un circuit ouvert, j'obtiens le morceau suivant :

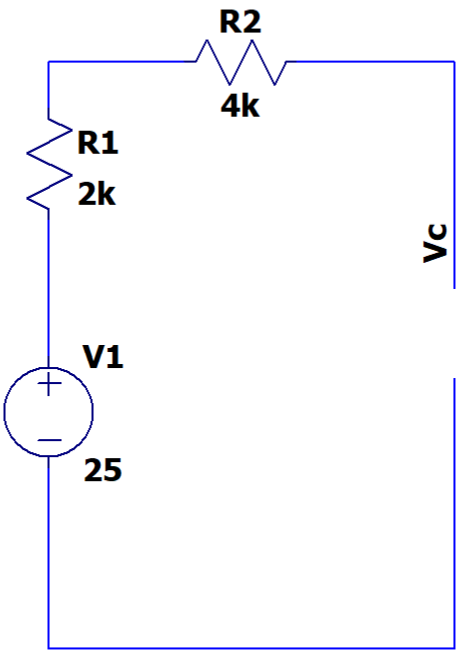

FIGURE 2 – Circuit en condition initiale

Dès lors, n'ayant pas de courant, on peut directement déterminer que la tension aux bornes de la capacité vaut 25 volts

$$\boxed{V_C(t \leq 0) \ = \ 25 \ V}$$

4 Calcul de la condition finale : $V_C(t = \infty)$

En condition finale, l'interrupteur est fermé et nous avons donc le circuit suivant :

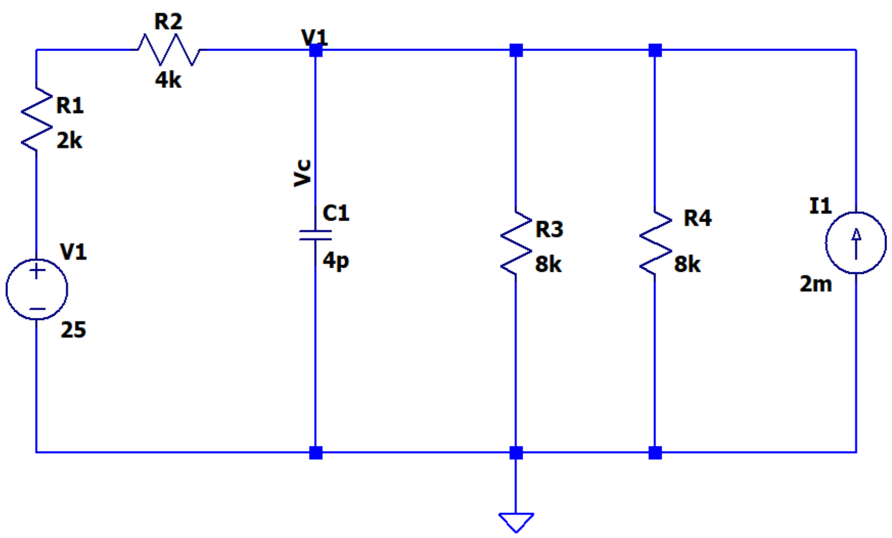

FIGURE 3 – Circuit en condition finale

Grâce à la loi des noeuds, nous pouvons poser l'équation suivante pour trouver V_1 :

$$\frac{25 - V_1}{6k} + 2m = \frac{V_1}{8k} + \frac{V_1}{8k}$$

$$\frac{25 - V_1}{6000} + \frac{1}{500} = 2 \cdot \frac{V_1}{8000}$$

$$74 - 2 \cdot V_1 = 3 \cdot V_1$$

$$V_1 = \frac{74}{5} \, (14,8) \; V$$

Or on sait que $V_1 = V_C$ donc :

$$\boxed{V_C(t = \infty) = 14,8 \; V}$$

5 Calcul de la constante de temps τ

La constante τ peut se calculer via la formule suivant :

$$\tau = R_{Eq} \cdot C$$

Pour trouver la résistance équivalente, on reprend le circuit de la **figure ??** où on annule les sources (comme lorsque qu'on cherche la R_{eq} pour un équivalent de Thévenin ou Norton). De plus on sait que la capacité se comporte comme un circuit ouvert ce que nous donne le schéma suivant :

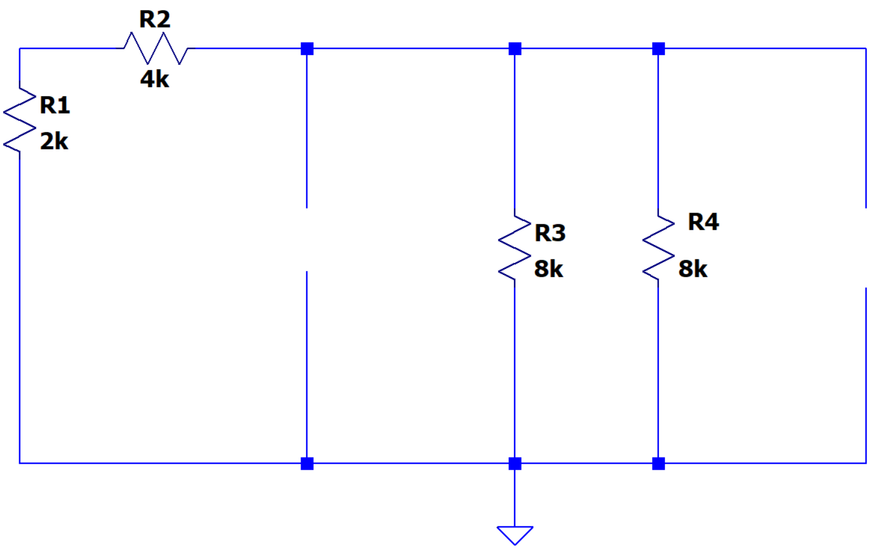

FIGURE 4 – Sources annulées

On a donc $((R_1 + R_2) \ // \ R_3) \ // \ R_4$ (dans les calculs je note Ans le resultat obtenu au calcul précédent) :

$$R_1 \ + \ R_2 \ = 6 \ k\Omega$$

$$Ans \ // \ R_3 = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8}$$

$$Ans \ // \ R_3 \ = \ \frac{24}{7} \ k\Omega$$

$$Ans \ // \ R_4 \ = \frac{\frac{24}{7} \cdot 8}{\frac{24}{7} + 8}$$

$$Ans \ // \ R_4 \ = \frac{\frac{24}{7} \cdot 8}{\frac{24}{7} + 8}$$

$$\boxed{R_{eq} \ = \ 2,4 \ k\Omega}$$

On peut donc maintenant calculer τ :

$$\tau \ = \ R_{eq} \cdot C$$

$$\tau \ = \ 2,4 \ k\Omega \cdot 4\rho F$$

$$\boxed{\tau \ = \ 9,6nS}$$

6 Tension aux bornes de la capacité $V_C(t)$ pour $t > 0$

On peut calculer la tension suivant la formule suivante :

$$\begin{aligned} V_C(t) \ &= \ V_\infty + (V_0 - V_\infty) \cdot^{\frac{-t}{\tau}} \\ V_C(t) \ &= \ 14,8 + (25 - 14,8) \cdot^{\frac{-t}{9,6nS}} \end{aligned}$$

$$\boxed{V_C(t) \ = \ 14,8 \ V + 10,2 \ V \cdot^{\frac{-t}{9,6nS}}}$$

7 Courant de la capacité $I_C(t)$ pour $t > 0$

On peut calculer le courant de la capacité suivant la formule suivante :

$$I_C(t) \;=\; C \cdot \frac{dV_C}{dt}$$

En résolvant la dérivée, on obtient :

$$\begin{aligned} I_C(t) \;&=\; C \cdot 1,133G \cdot^{\frac{-t}{9,6nS}} \\ I_C(t) \;&=\; 4 \cdot 1,133G \cdot^{\frac{-t}{9,6nS}} \end{aligned}$$

$$\boxed{I_C(t) \;=\; 4,533 \cdot^{\frac{-t}{9,6nS}} \;\; A}$$

8 Simulation du circuit

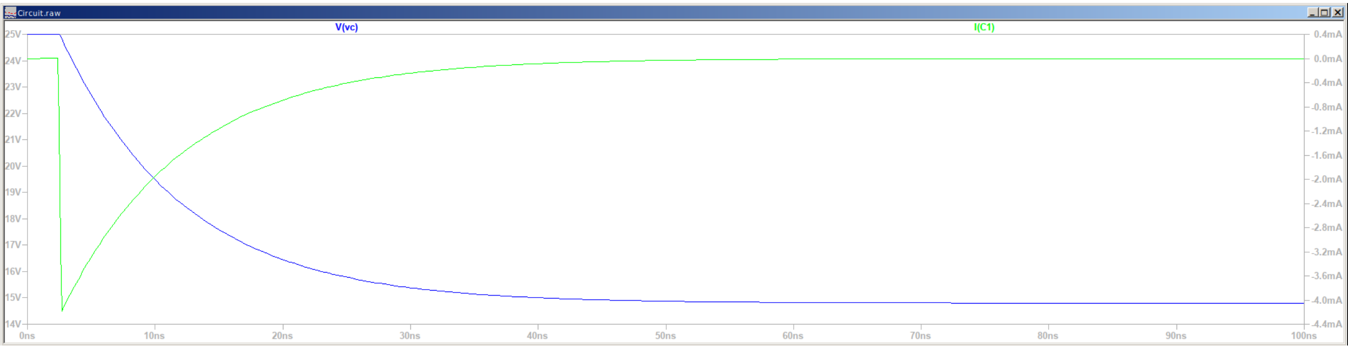

Figure 5 – Simulation du circuit, avec la tension en bleu et le courant en vert

9 Conclusion

Pour conclure ce travail, on peut également voir grâce à la simulation que j'ai 25 volts à la situation initiale et 14,8 volts pour la situation finale, ce qui confirme mes calculs. Le délai de 2 nanosecondes dans mon graphique s'explique par le fait que j'ai explicitement mis un délai dans ma commande PULSE sur *LTspice*.