UCLouvain

École polytechnique de Louvain

LINFO1140 - Bases électroniques de l'informatique

Travail 5 - Circuits RL

Auteur :
Nicolas Jeanmenne

Noma :
4874-19-00

2021-2022

1 Introduction

Le but de ce 5^e travail est de réaliser un circuit avec au minimum 5 résistances, une source de tension et de courant, une inductance 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

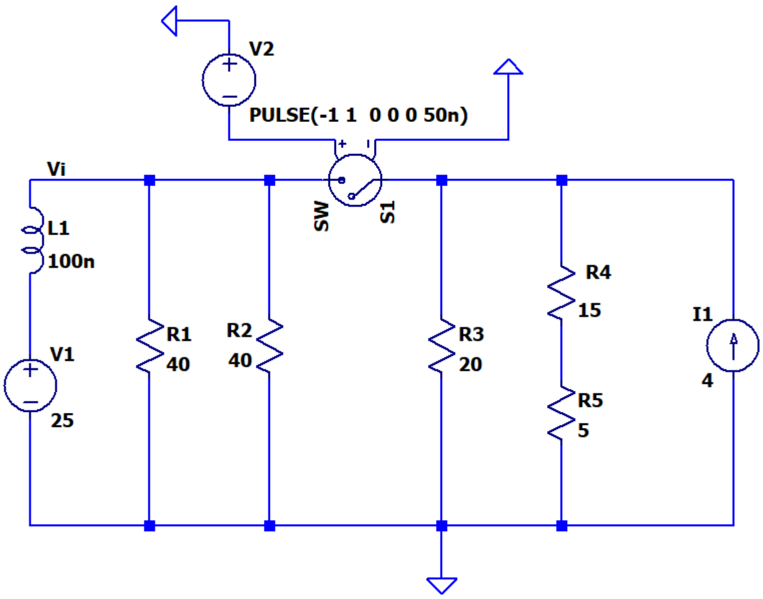

FIGURE 1 – Schéma du circuit

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

L'interrupteur étant ouvert en $t \leq 0$ et l'inductance se comportant comme un court-circuit, j'obtiens le morceau suivant :

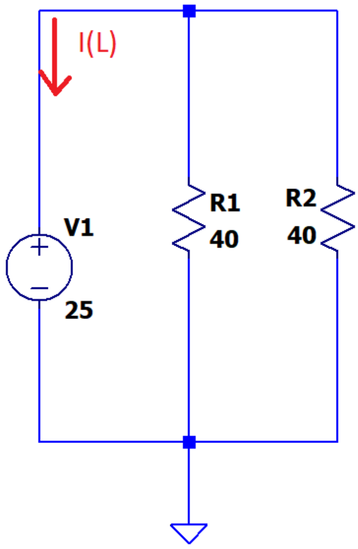

FIGURE 2 – Circuit en condition initiale

On peut mettre R_1 et R_2 en // ce qui nous donne une résistance équivalente de 20 Ω. Avec ceci, on peut calculer le courant grâce à la formule suivante :

$$\begin{aligned} I_L(t) &= -\frac{V}{R} \\ I_L(t) &= -\frac{25}{20} \end{aligned}$$

$$\boxed{I_L(t \leq 0) \ = -\ 1,25\ A}$$

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

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

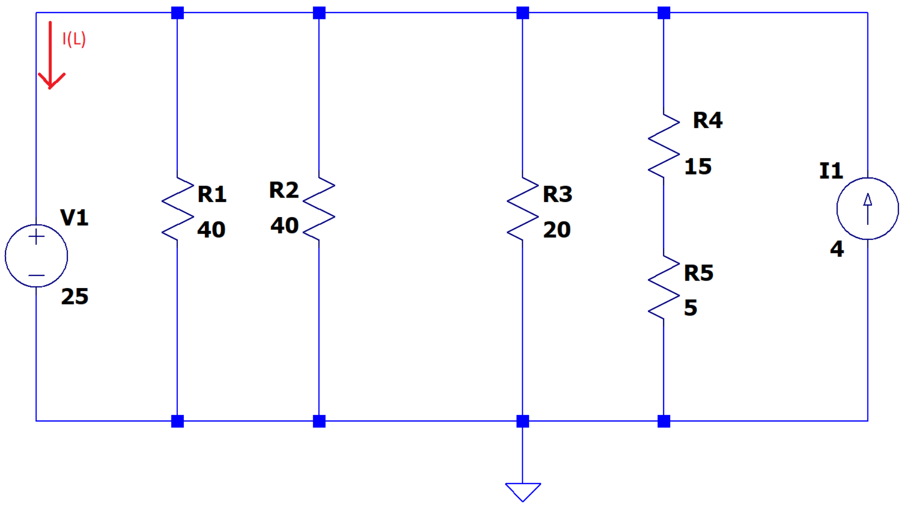

FIGURE 3 – Circuit en condition finale

On peut simplifier le circuit comme tel :

$$\begin{aligned}
R_{eq} &= (R_1//R_2)//R_3//(R_4+R_5) \\
R_{eq} &= (40//40)//20//(15+5) \\
R_{eq} &= \frac{20}{3}\ \Omega
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
4 &= I_L + \frac{25}{\frac{20}{3}} \\
4 - 3.75 &= I_L \\
0.25 &= I_L
\end{aligned}$$

On obtient donc :

$$\boxed{I_L(t=\infty) \ = \ 0.25\ A}$$

5 Calcul de la constante de temps τ

La constante τ peut se calculer via la formule suivant :

$$\tau \ = \ \frac{L}{R}$$

On peut donc calculer τ :

$$\begin{aligned}
\tau &= \frac{100n}{\frac{20}{3}} \\
\tau &= 15\ nS
\end{aligned}$$

$$\boxed{\tau \ = \ 15\ nS}$$

6 Courant de l'inductance $I_L(t)$ pour $t > 0$

On peut calculer la tension suivant la formule suivante :

$$\begin{aligned}
I_L(t) &= A + B \cdot^{\frac{-t}{\tau}} \\
I_L(t) &= I_\infty + (I_0 - I_\infty) \cdot^{\frac{-t}{\tau}} \\
I_L(t) &= 0.25 + (-1.25 - 0.25) \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}} \\
I_L(t) &= 0.25 - 1.5 \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}}
\end{aligned}$$

$$\boxed{I_L(t) \;= 0.25 - 1.5 \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}} \;\; A}$$

7 Tension aux bornes de l'inductance $V_L(t)$ pour $t > 0$

On peut calculer le courant de l'inductance suivant la formule suivante :

$$V_L(t) \;=\; L \cdot \frac{dI_L}{dt}$$

En résolvant la dérivée, on obtient (G signifie giga) :

$$\begin{aligned}
V_L(t) &= L \cdot \frac{1}{10} G \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}} \\
V_L(t) &= 100n \cdot \frac{1}{10} G \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}}
\end{aligned}$$

$$\boxed{V_L(t) \;=\; 10 \cdot^{\frac{-t}{15\ nS}} \;\; V}$$

8 Simulation du circuit

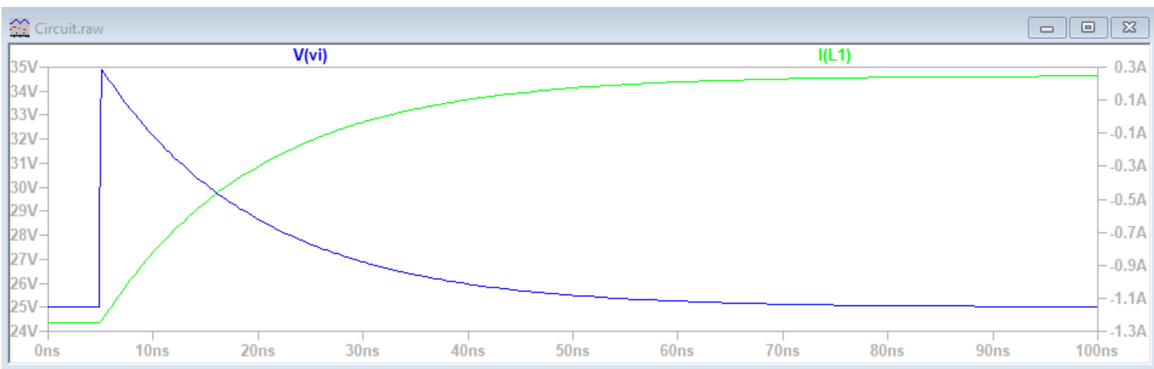

FIGURE 4 – Simulation du circuit, avec la tension en bleu et le courant en vert

9 Conclusion

En conclusion, on remarque qu'en condition initiale j'ai bien -1.25 A et 0.25 A en condition finale ce qui confirme mes calculs. (voir **Figure 5** ci dessous) Le délai de 4 nanosecondes dans mon graphique s'explique par le fait que j'ai mis un délai dans ma commande PULSE sur *LTspice*.

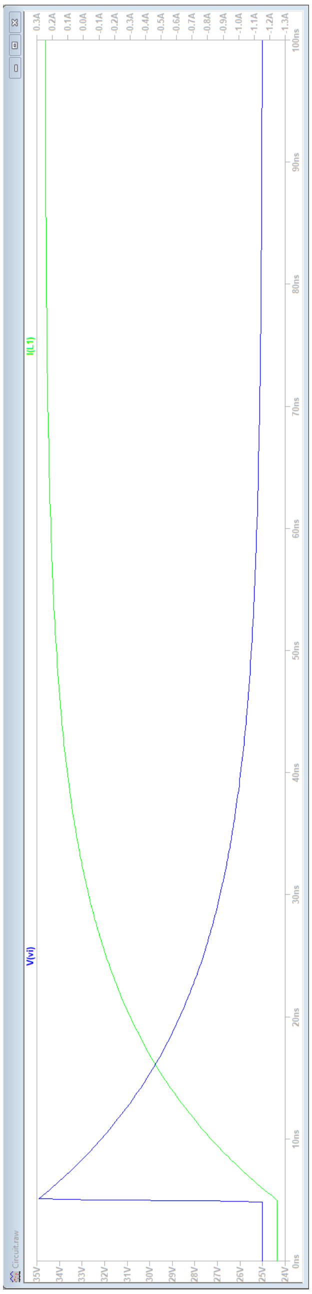

FIGURE 5 – Résultats de la simulation zoomée