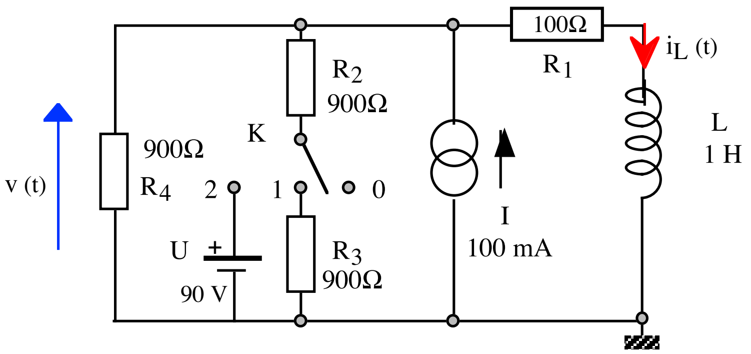
[1]CHARGE ET DECHARGE D'UNE SELF-INDUCTANCE

On considère le montage de la figure ci-dessous où L est une self-inductance parfaite, de résistance nulle.



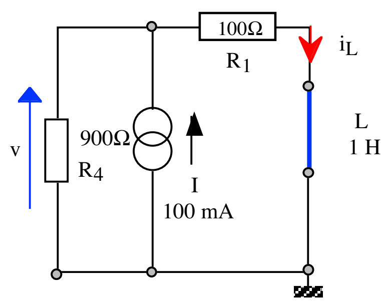
1. L'interrupteur K étant en position 0 depuis un temps très long, quelles sont les valeurs initiales du courant i_L dans la self-inductance et de la tension v ?

2. On place alors K en position1. Déterminer les expressions du courant i_L (t) et de la tension v (t). Tracer les graphes.

3. Après un temps suffisamment long, qui sera pris comme nouvelle origine du temps, on place K en position 2. Mêmes questions que la précédente.

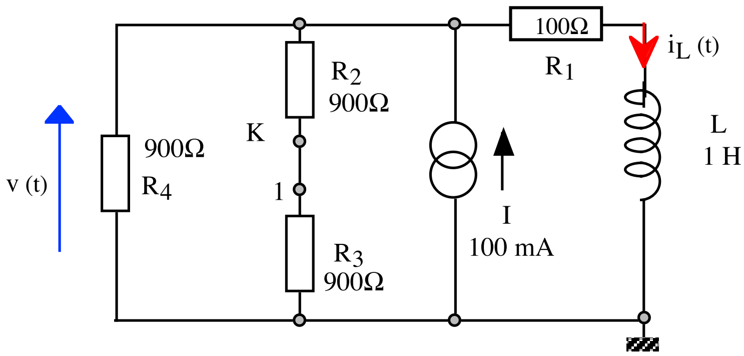
CORRECTION

Q1 : la self-inductance est alors un court-circuit :



Diviseur de courant : $i_L = I\dfrac{R_4}{R_1 + R_4} = 90mA$ $\qquad v = R_4(I - I_L) = 9V$

Q2 : schéma du montage.



Le courant initial dans la self-inductance est de 90 mA : I_{Lini} = 90 mA.
Lorsque le temps devient infini, la self-inductance devient un court-circuit.
Si on nomme $R_{eq} = R_4//(R_2+R_3)$ = 600 Ω, le courant i_L (∞) s'exprime par division du courant :

$$i_L(\infty) = I\frac{R_{eq}}{R_{eq}+R_1} = 85{,}7mA$$

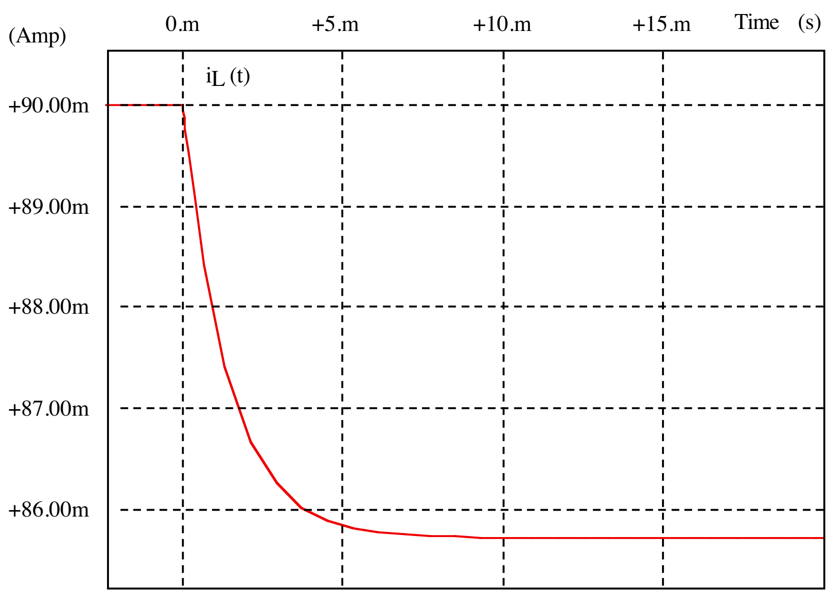
La résistance du générateur de Norton vu par la self-inductance L est : $R_n = R_1+R_{eq}$ = 700 Ω. On en déduit la constante de temps : $\tau_1 = \frac{L}{R_n} = 1{,}43mS$. On utilise alors alors la formule habituelle :

$$i_L = i_L(\infty) - (i_L(\infty) - i_L(ini))\exp t(-\frac{t}{\tau})$$

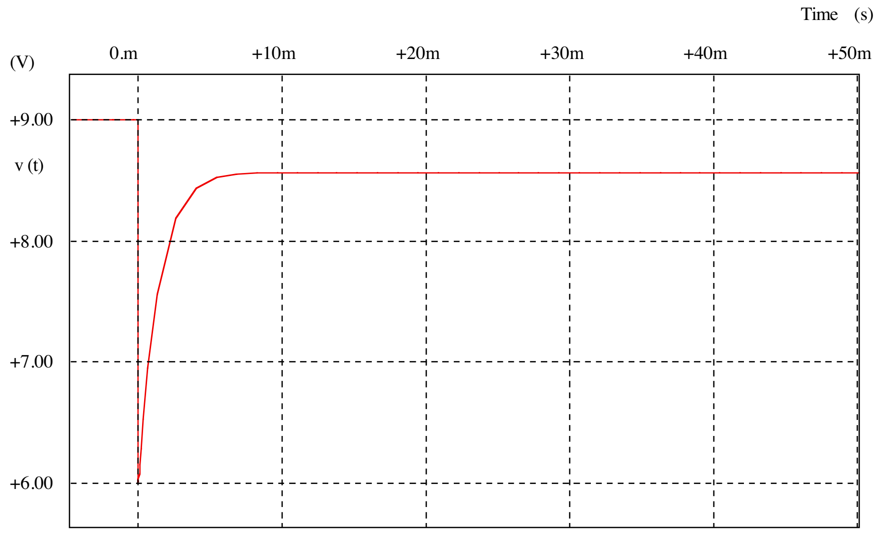
Soit :

$$\boxed{i_L(mA) = 85{,}7 - (85{,}7 - 90)\exp(-\frac{t}{\tau 1}) = 85{,}7 + 4{,}3\exp(-\frac{t}{\tau 1})}$$

La tension v (t) s'exprime selon : $\boxed{v(t) = R_{eq}[I - i_L(t)] = 8{,}57 - 2{,}57\exp(-\frac{t}{\tau_1})}$

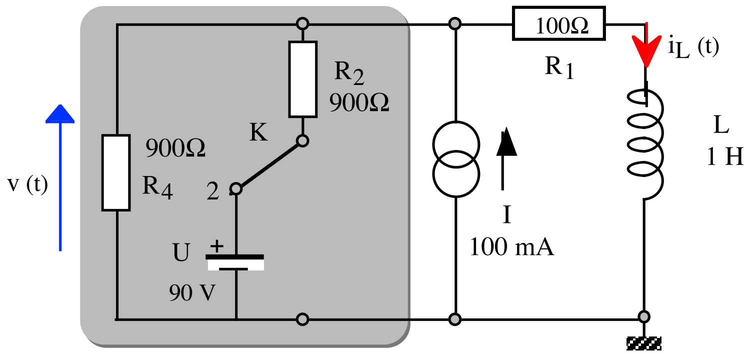


Graphe du courant i_L (t)

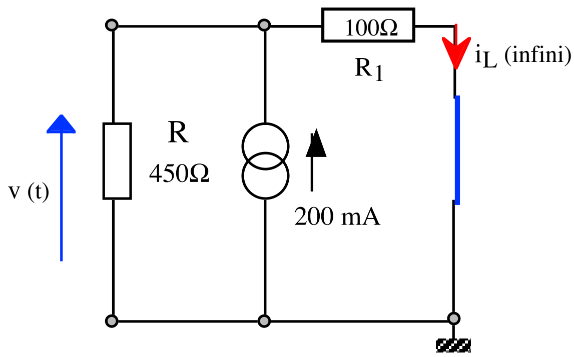


Graphe de la tension v (t)

Q3 : Le schéma du montage est le suivant avec au départ (t = 0), un courant i_L (ini) de 85,7 mA dans la self-inductance.

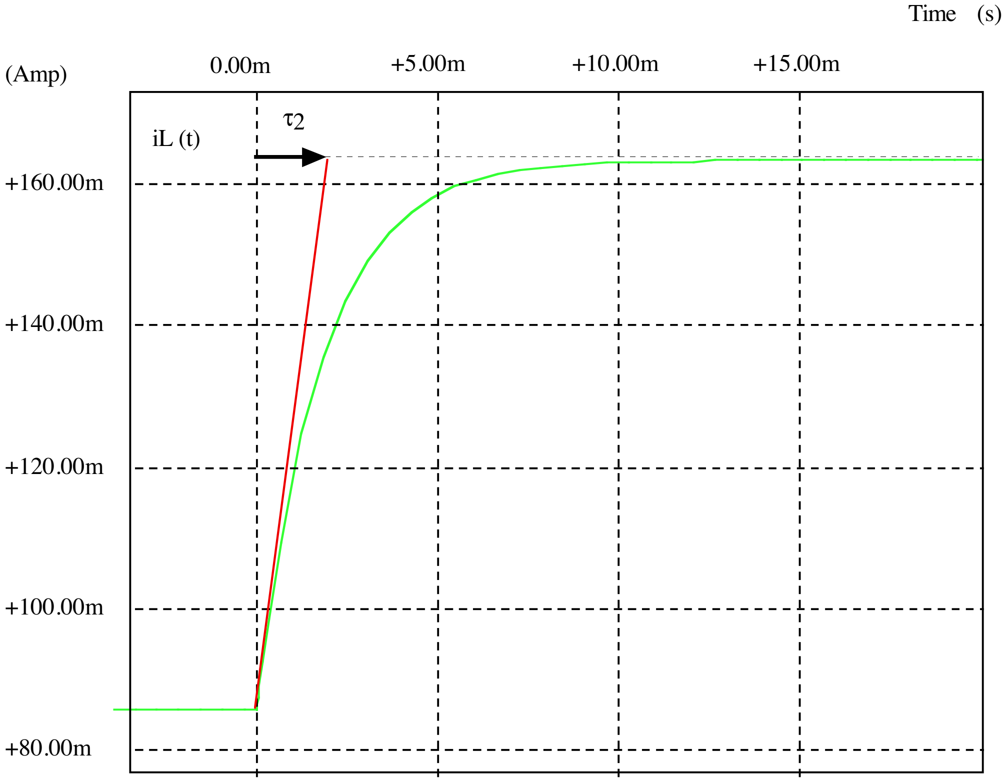


Lorsque le temps devient infini, la self-inductance devient à nouveau un court-circuit. L'analyse du nouveau schéma permet de rechercher i_L (∞). En utilisant le théorème de Norton pour l'ensemble indiqué sur le schéma précédent, on obtient :



$i_L(\infty) = I\dfrac{R}{R+R_1} = 163{,}6mA$ Constante de temps : $\tau_2 = \dfrac{L}{R+R_1} = 1{,}82ms$

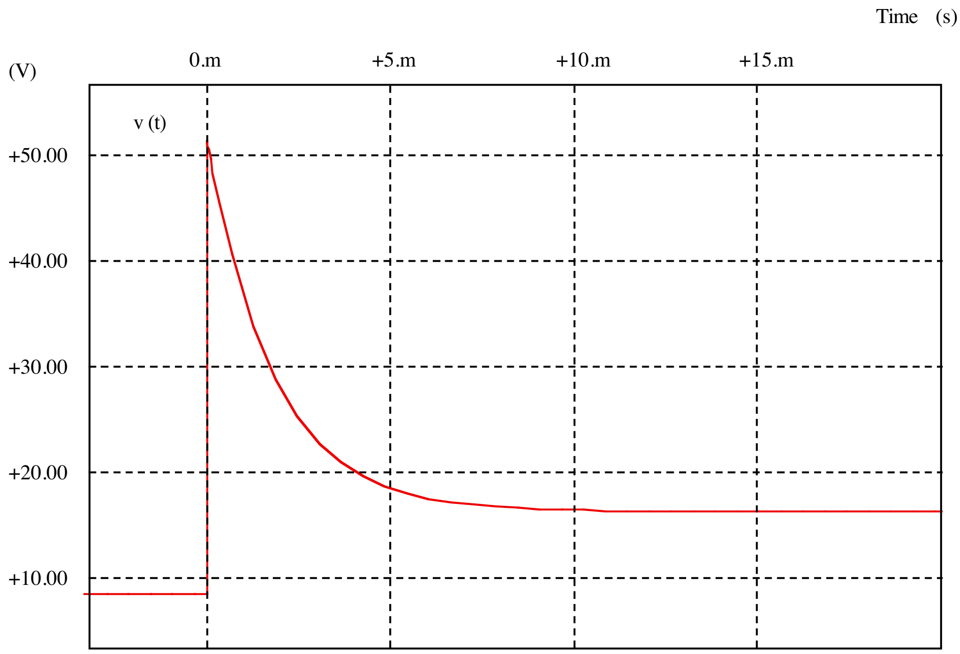
$$\boxed{i_L(mA) = 163{,}6 - (163{,}6 - 85{,}7)\exp t(-\frac{t}{\tau_2})}$$



Graphe de i_L (t)

Comme dans la question 2 :

$$\boxed{v(t) = R\left[200.10^{-3} - i_L(t)\right] = 16{,}38 + 35\exp(-\frac{t}{\tau_2})}$$

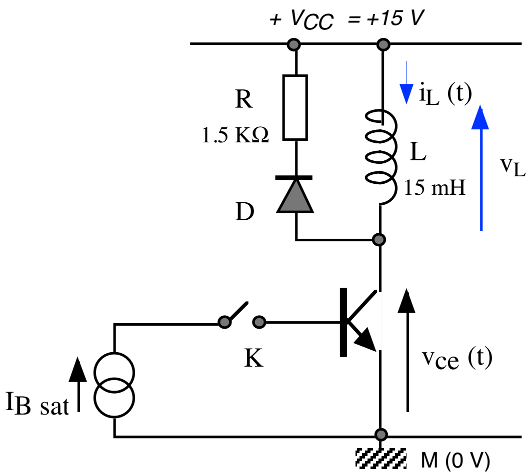


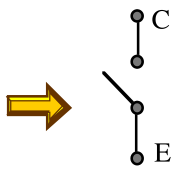
Graphe de v (t)

[2]COMMANDE D'UN RELAIS PAR TRANSISTOR

On considère le montage suivant qui utilise :

- Une diode D supposée idéale (tension de seuil et résistance série nulles)
- Une self L de 15 mH qui représente le circuit de commande d'un relais électromagnétique.
- Un transistor NPN travaillant en mode bloqué (I_B nul) ou saturé (courant de base $I_{B\ sat} >> I_C/\beta$) par l'intermédiaire d'un interrupteur de commande K. Le fonctionnement du transistor en bloqué saturé conduit à le simuler en première approximation comme un interrupteur placé entre collecteur et émetteur.





Simulation du Transistor

1) La self-inductance étant déchargée, à l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K. Le transistor est alors saturé et se comporte comme un court-circuit entre C et E.

   a. Justifier l'état dans lequel se trouve la diode D.
   b. Déterminer l'expression du courant i_L (t) qui circule dans la self. Calculer le temps t_1 au bout duquel i_L (t_1) = 100mA.
   c. Dessiner les graphes du courant i_L (t), v_L (t) et de la tension v_{ce} (t) du transistor.

2) A l'instant t_1, nouvelle origine du temps, on ouvre l'interrupteur K, le transistor se bloque.

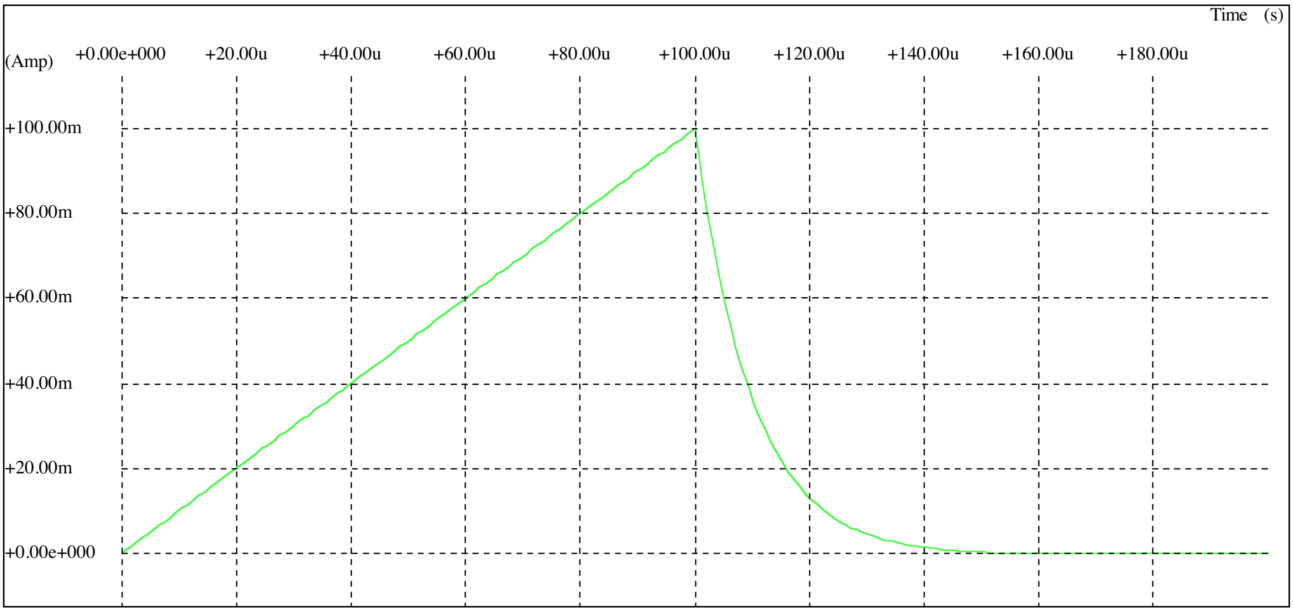
   a. Quel est le rôle de la diode D (faire un schéma et justifier) ?
   b. Déterminer l'expression du courant i_L (t) ainsi que celle de v_L (t) et v_{ce} (t).
   c. Dessiner les graphes.

3) On a choisi un transistor dont la tension de claquage V_{BCE} est de 50V. Que se passe-t-il ? Est-il nécessaire de choisir un transistor ayant une tension de claquage plus importante ou bien a-t-on possibilité de modifier le montage ?

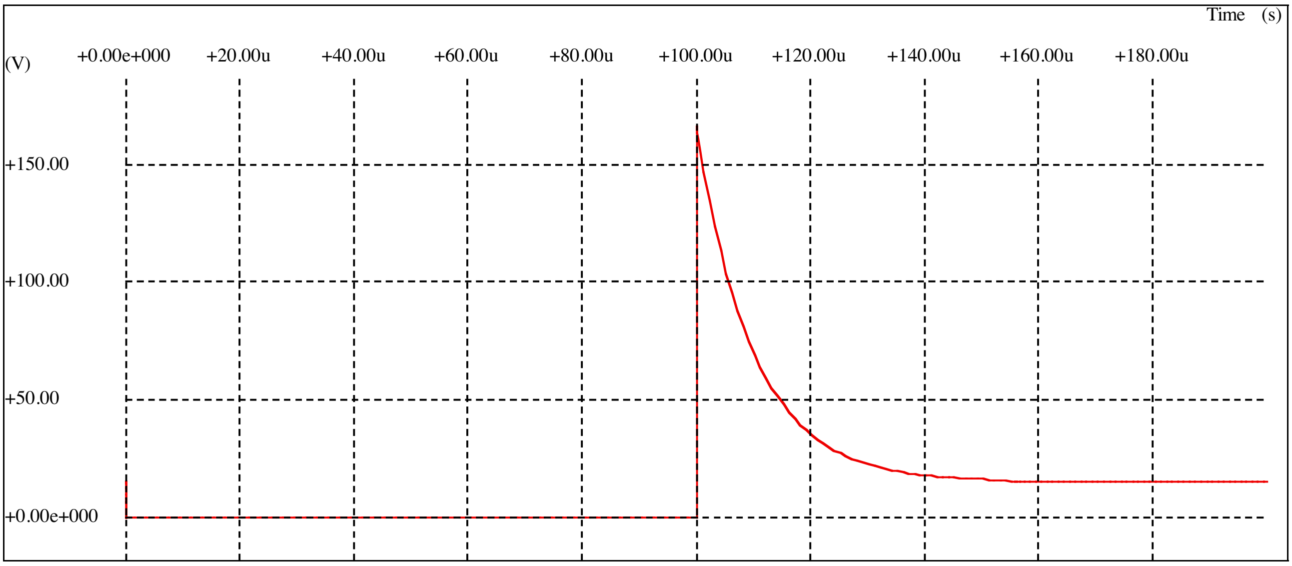
---

[2] http://rouxphi3.perso.cegetel.net

Résultats de la simulation du montage



Graphe du courant i_L (t)



Graphe de la tension v_{ce} (t)