

GNG1506 – Notions fondamentales du traitement de
l'information en génie
Projet de cours

Projet ELG

Conception d'un circuit électrique RLC

Rim Arhila
Daali Othmane

Date: 26/11/2021

1- L'identification et l'énoncé du problème

Lors de notre projet, nous portons attention aux circuits électriques avec une nature transitoire après un changement brut dans le temps, en d'autres termes, comment le courant et la tension varient par rapport au temps jusqu'à l'atteinte de l'état stable.

Dans un circuit RLC (avec condensateur initialement chargé) , une période d'ajustement dure jusqu'à l'établissement d'un état stable. La longueur de cette période dépend de la propriété d'emmagasinement du condensateur (la capacité C) et de l'inducteur (l'inductance L). L'emmagasinement de l'énergie peut osciller entre ces deux éléments durant la période de transition. Par contre, la résistance (R) dans le circuit dissipera la magnitude des oscillations.

Une perte d'énergie se traduit en dissipation de la charge du circuit. Un débit de dissipation est défini alors comme le temps t_d nécessaire pour que la charge dans le condensateur atteigne un pourcentage de sa valeur originale, $p_c = q/q_0$. Un problème de conception typique pourrait déterminer la bonne résistance R pour dissiper l'énergie à un débit spécifique, pour des valeurs données de L et C.

Alors, selon l'équation $g(L) = \exp(-R t_d / (2L)) - p_c$, nous cherchons à déterminer comment la valeur de L en Henrys (H) change en fonction de p_c pour des valeurs donnée de R en Ohms (Ω), C en Farads (F) et t_d en seconde (s).

Après avoir vérifié la validité des données entrées par l'utilisateur, notre logiciel cherche à produire un graphique de L en fonction de p_c , selon les valeurs de R, C et t_d entrées par l'utilisateurs afin de montrer la variation de l'inductance de la bobine par rapport au pourcentage de la charge originale à l'état initial de circuit . Une méthode de recherche de racine bisection est alors utilisée pour trouver la valeur de L pour une valeur donnée de p_c à partir de l'équation mentionnée ci-dessus.

2- La cueillette d'information et la description d'entrées/sorties

2.1 Sous section 1 : Grandeurs physiques

i = Le courant (en Ampère)

R = La valeur de la résistance (en Ohm)

L = Inductance (en Henry)

C = La capacitance (en Farad)

q = La charge (en Coulomb)

td = Le débit de dissipation (en Seconde)

pc = Pourcentage de la valeur de la charge par rapport à sa valeur original

VR = Tension au bord de la résistance (en Volt)

VL = Tension au bord de la bobine (en Volt)

VC = Tension au bord du condensateur (en Volt)

2.2 Sous section 2 : Equations importantes

$$VR = i * R, \quad VL = L * di/dt, \quad VC = q/c, \quad pc = q/q_0$$

D'après la 2ème loi de Kirchhoff :

$$VR + VL + VC = 0 \quad \Leftrightarrow \quad i * R + L * di/dt + q/c = 0$$

Puisque $i = dq/dt$, l'équation devient :

$$L * (d^2q)/(dt)^2 + R * dq/dt + q/c = 0$$

La fonction d'intérêt de la solution obtenue de cette équation est :

$$q(t) = q(0) * \exp(-Rt/(2L))$$

Vu que $pc = q/q_0$, On obtient :

$$pc = \exp(-Rt/(2L))$$

D'où : $g(L) = \exp(-Rt/(2L)) - pc$

On s'intéresse alors dans notre programme à la solution de l'équation $g(L) = 0$ afin de trouver la valeur de L suivant les données entrées par l'utilisateur.

2.3 Sous section 3 : Conditions

Pour s'assurer que les valeurs de L sont valides dans la solution, une limite inférieure pour l'inducteur en utilisant les équations suivantes. Si cette limite inférieure est supérieure à la valeur de L à la valeur minimale de pc alors les valeurs de C, R et td sont invalide.

$$1/(L_{\min} * C) - (R / (2L_{\min}))^2 = 0 \Leftrightarrow L_{\min} = C * (R^2) / 4$$

2.4 Entrées et sorties :

L'entrée du logiciel:

- 1) Valeurs de R (ohms) et C (farads).
- 2) Une valeur minimale et une valeur maximale pour le pourcentage de la charge originale pc à atteindre dans le temps de dissipation.
- 3) Le temps de dissipation td (seconde).
- 4) Le choix d'entrer de nouvelles valeurs ou utiliser des valeurs déjà sauvegardées.

La sortie du logiciel :

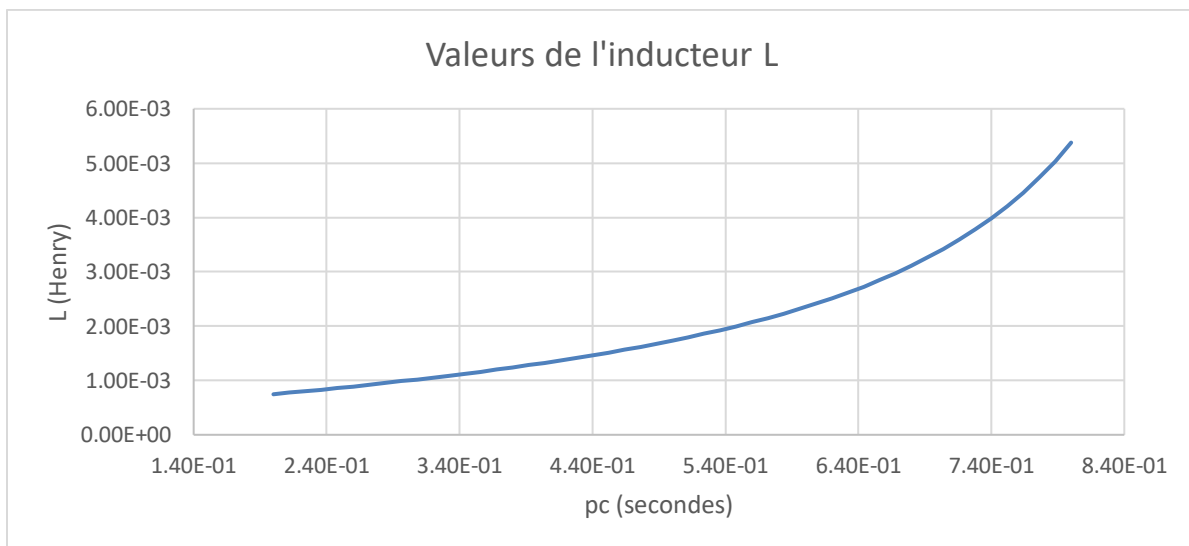
- 1) Les valeurs d'entrée fournies par l'utilisateur.
- 2) Le graphique de L en fonction de pc.
- 3) La sauvegarde des données dans le fichier, si l'utilisateur le désire.

3 Les cas tests et la conception

3.1 Cas tests

Premier cas test : (Grande résistance et petite capacité)

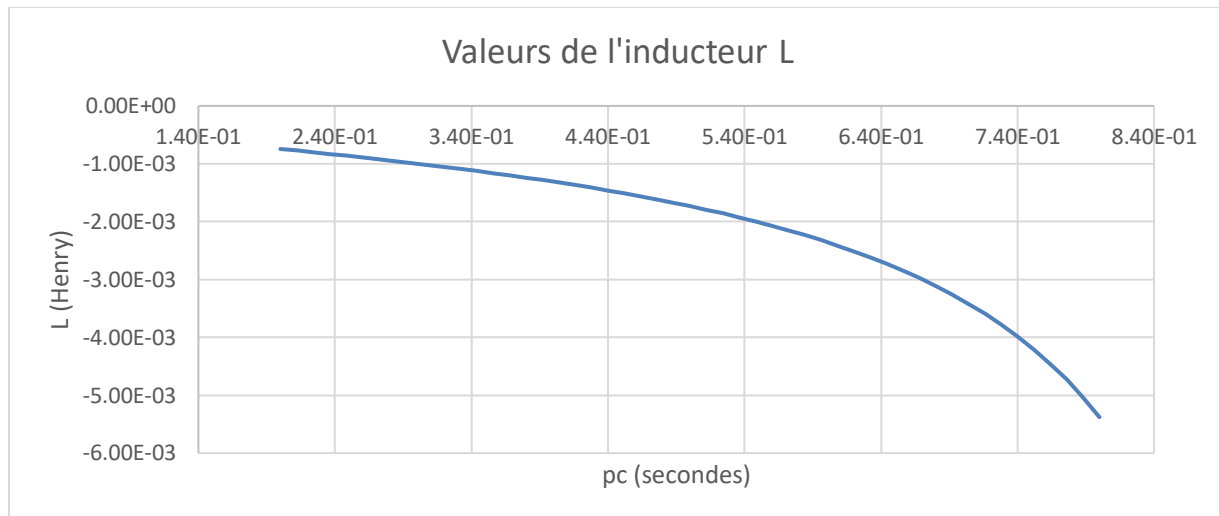
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
Résistance R (ohms)	2400	Valeur min de L (Henry)	7,20E-04
Condensateur C (Farads)	5,00E-10		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,012
min pc	0,20		
max pc	0,80		



-Tout est fonctionnel dans ce cas.

Deuxième cas test : (Valeur négative de la résistance)

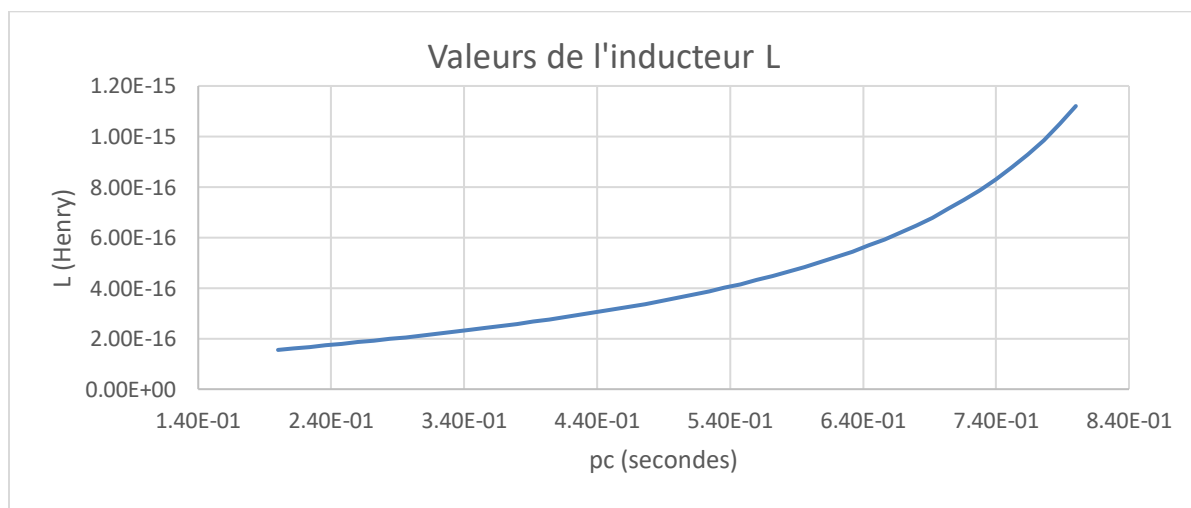
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
Résistance R (ohms)	-2400	Valeur min de L (Henry)	7,20E-04
Condensateur C (Farads)	5,00E-10		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,012
min pc	0,20		
max pc	0,80		



-Ce cas est rejeté par le programme, aucune valeur négative ne peut être entrée par l'utilisateur.

Troisième cas test : (Résistance très petite, et capacité très grande)

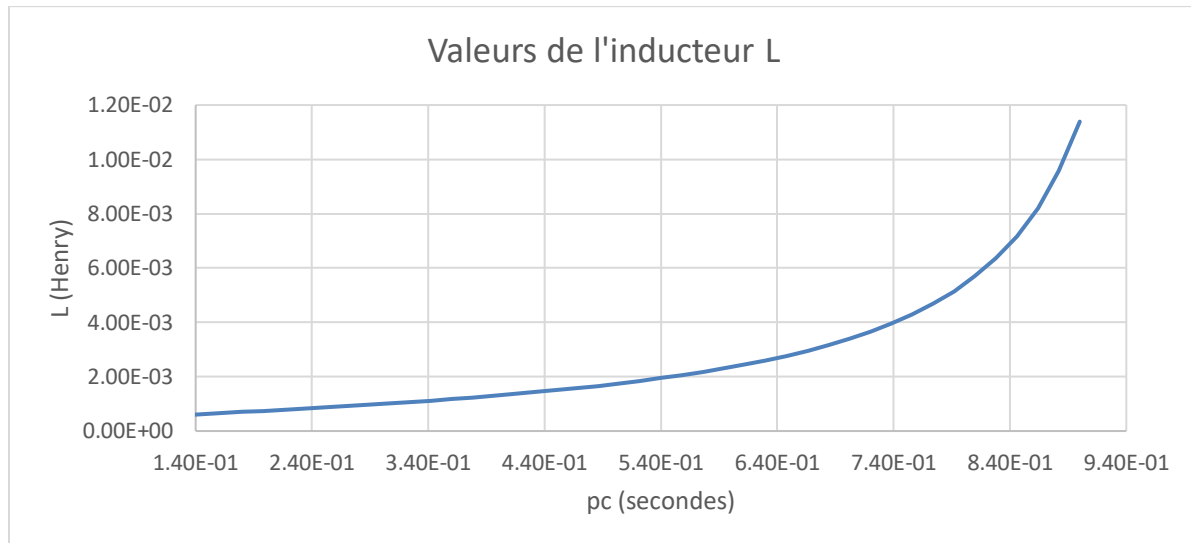
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
Résistance R (ohms)	5E-10	Valeur min de L (Henry)	1,50E-16
Condensateur C (Farads)	2,40E+03		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,012
min pc	0,20		
max pc	0,80		



-Tout est fonctionnel dans ce cas.

Quatrième cas test : ($p_{\min} = 0$)

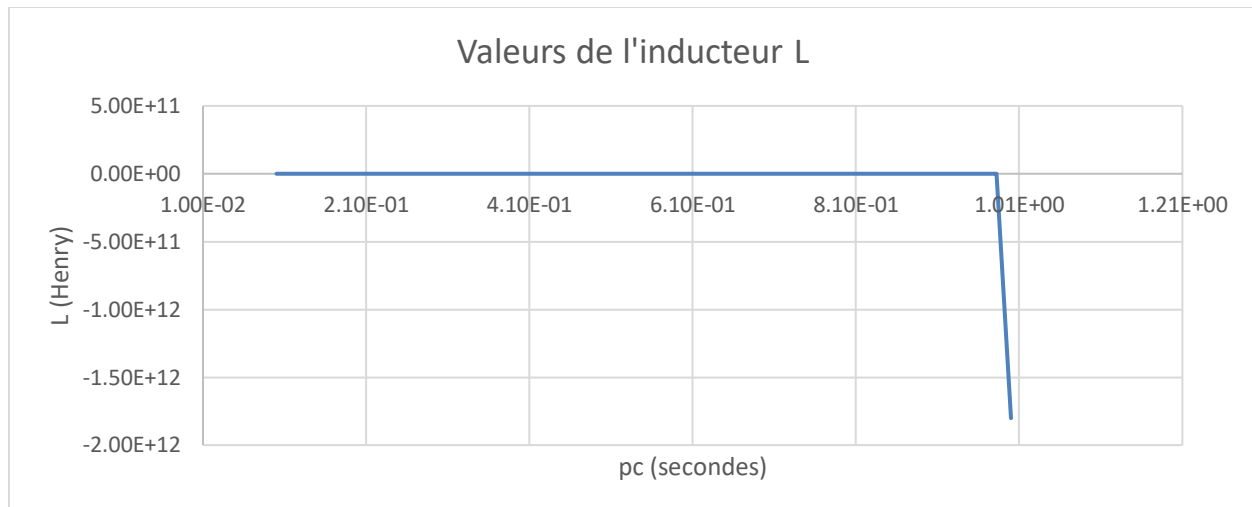
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
Résistance R (ohms)	2400	Valeur min de L (Henry)	7,20E-04
Condensateur C (Farads)	5,00E-10		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,016
min pc	0,00		
max pc	0,80		



-Ce cas est rejeté par l'utilisateur, la valeur de p_{\min} ne peut pas être inférieure ou égale à 0.

Cinquième cas : ($p_{\max} = 1$)

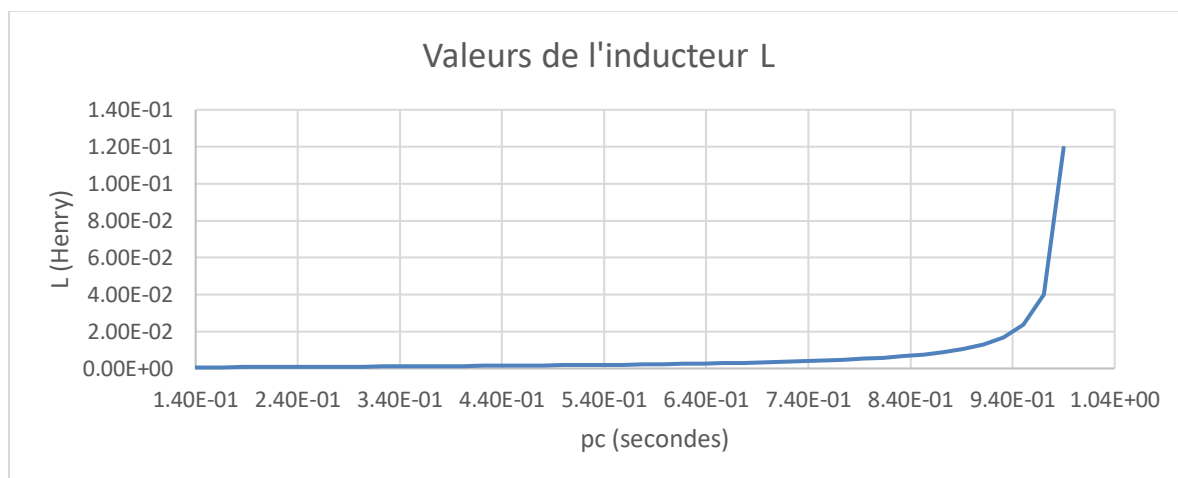
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
Résistance R (ohms)	2400	Valeur min de L (Henry)	7,20E-04
Condensateur C (Farads)	5,00E-10		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,018
min pc	0,10		
max pc	1,00		



-Ce cas est rejeté par l'utilisateur, la valeur de pc_{max} ne peut pas être supérieure ou égale à 1.

Sixième cas : (Valeur extrême de pc_{min} et pc_{max})

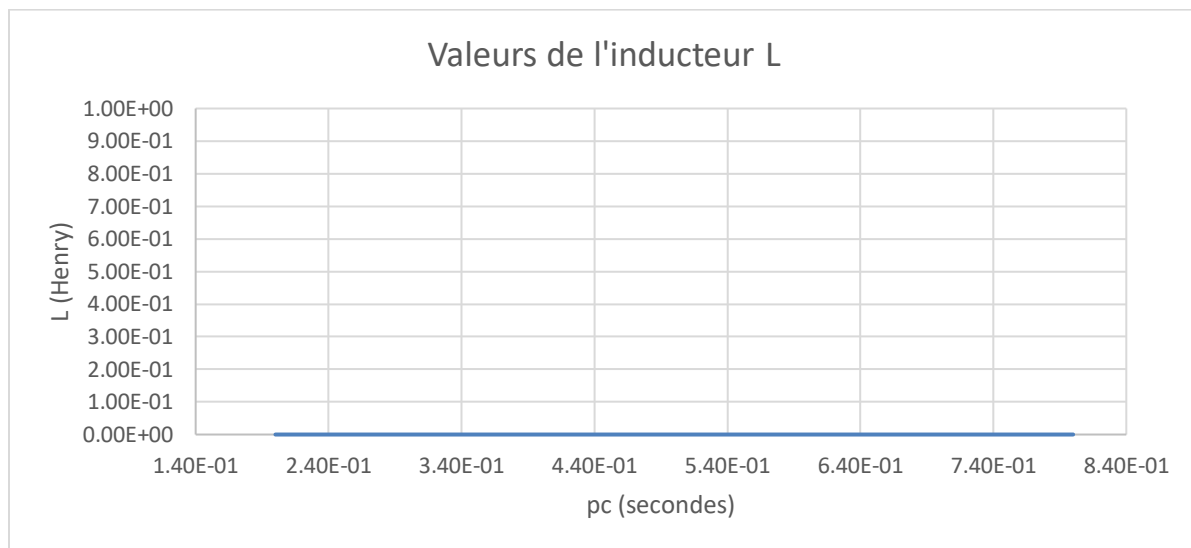
Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
		Valeur min de L	
Résistance R (ohms)	2400	(Henry)	$7,20 \times 10^{-4}$
Condensateur C (Farads)	$5,00 \times 10^{-10}$		
td (secondes)	$1,00 \times 10^{-6}$	Incrément de pc	0,0196
min pc	0,01		
max pc	0,99		



-Ce cas est rejeté par le programme, la valeur de l'inductance prend une valeur inférieure à celle de l'inductance minimale.

Septième cas : (Valeur nulle)

Entrée de l'utilisateur		Valeurs calculés	
		Valeur min de L	
Résistance R (ohms)	0,00E+00	(Henry)	0,00E+00
Condensateur C (Farads)	5,00E-10		
td (secondes)	1,00E-06	Incrément de pc	0,012
min pc	0,20		
max pc	0,80		



-Ce cas est rejeté par le programme, aucune valeur nulle ne peut être acceptée. (Dans le cas d'une résistance nulle, le circuit correspond à un circuit LC sans dissipation d'énergie, ce qui ne correspond pas au problème à résoudre).

3.2 Conception

3.2.1 Introduction :

Le but de ce logiciel est de tracer un graphique de l'inductance L en fonction de pc selon les différentes entrées de l'utilisateur. Un fichier bin est alors nécessaire pour le fonctionnement de ce logiciel où l'utilisateur a le choix de sauvegarder des données entrées.

Logique/Algorithme :

La fonction main fait appel à différentes fonctions chacune responsable d'une étape déterminée. Il est aussi possible à une de ces fonctions de faire appel à d'autres.

Des constantes symboliques sont définies pour ce programme :

VRAI 1

FAUX 0

N 60

TOLERANCE $10^{(-7)}$

FICHER_BIN "donnee.bin"

Le type structure STRUCT contient les variables : l_min, l_max, r, c, contenu, pccmin, pccmax, l_limite, td.

- Définit la variable index de type int.
- Définit le tableau valeur[4] de type STRUCT.
- Définit le tableau x[N] et y[N] de type int.
- Définit *efp pointeur au fichier d'entrée
- Une variable save de type Int est déclarée.
- Fait appel à la fonction EntreeDonnee pour recevoir le choix de l'utilisateur; choisir des données déjà sauvegardées ou offrir de nouvelles données, ainsi recevoir l'entrée de l'utilisateur dans le deuxième cas en les vérifiant.
Cette fonction intègre 3 fonctions responsables de la manipulation des fichiers, l'une pour vérifier l'existence du fichier et qui fait appel à la 2ème pour en créer s'il n'existe pas, et une dernière pour remplir le tableau valeur[].
- Fait appel à la fonction creeTbl pour remplir les tableaux x[] et y[] à partir des données dans la structure pour le tracage du graphe.
- Fait appel à la fonction affichevaleur pour afficher les valeurs entrées par l'utilisateur.
- Fait appel à la fonction pplot pour tracer le graphe.
- Fait appel à la fonction demandesauvegarde pour sauvegarder les valeurs dans les fichiers si l'utilisateur le désire et si save!=1 (save = 1 signifie que l'utilisateur a choisis des données déjà sauvegardés).

3.2.2 Fonctions pour l'interaction avec l'utilisateur :

int EntreeDonee(STRUCT valeur[], int *index, FILE *efp)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure pour stocker les valeurs entrées par l'utilisateur .

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

efp : pointeur au fichier d'entrée.

Valeur de retour:

Retourne 1 si le programme ne fait pas une demande de sauvegarder les valeurs à l'utilisateur.

Logique/Algorithme :

Cette fonction vérifie en premier lieu si un fichier est déjà existant. Si le fichier n'existe pas, un nouveau fichier est créé en faisant appel à creebin et donner de nouvelles entrées. Sinon la liste du contenu des éléments du tableau est affichée (avec un message tel que « disponible » pour les éléments vide). L'utilisateur est alors invité à choisir un ensemble de valeurs existantes ou d'offrir de nouvelles valeurs.

Les valeurs entrées sont vérifiées pour s'assurer de leur validité. S'ils ne le sont pas, les valeurs sont rejetées et l'utilisateur est invité à fournir de nouvelles valeurs. Ainsi les données d'entrée sont assignées à chaque membre de la variable de structure du premier élément vide du tableau.

- Une variable choix de type Int est déclarée et assignée à 0.
- Une variable save de type Int est déclarée et assignée à 0.
- Fait appelle à la fonction verifiefichier pour vérifier si le fichier existe.
- Si le fichier n'existe pas, fait appel à creebin (save=-1) .
- Fait appelle à la fonction tblfichier pour écrire les valeurs dans le tableau et assignée index au premier élément vide du tableau.
- Les éléments du fichier sont affichées à l'aide d'une boucle for(), appelant à la fonction printf pour afficher les valeurs si le contenu de l'élément du tableau est rempli ou affiche « disponible » s'il ne l'est pas.
Si le fichier n'est pas vide demande à l'utilisateur de choisir un ensemble de valeurs existantes ou d'offrir de nouvelles valeurs. Dans le premier cas la valeur de choix est assignée à 1 et index est assignée à l'élément choisit (la demande

est répétée jusqu'à l'obtention d'une valeur int entre 0 et 4) . Pour le deuxième cas choix est assignée à 0.

- Si index à pour valeur 0, la demande d'entrée des valeurs est faite automatiquement.
- Si index à pour valeur 5, et choix = 0, demande de choisir élément à remplacer .
- Si l'utilisateur choisit d'offrir de nouvelles valeurs (choix = 0).

Utilise une boucle post-test pour répéter l'ensemble des invitations si les valeurs ne sont pas valides (vérifiées en faisant appel à la fonction limiteFct).

Utilise une boucle post-test pour répéter chacune des invitations séparément si une mauvaise valeur est donnée :

- Demande à l'utilisateur la valeur de la résistance R en ohm et la stocke dans le membre r de l'élément index du tableau.
- Demande à l'utilisateur la valeur de la capacité C du condensateur en farad et la stocke dans le membre c de l'élément index du tableau.
- Demande à l'utilisateur une valeur minimale et une valeur maximale pour le pourcentage de la charge originale pc à atteindre durant le temps de dissipation et les stocks respectivement dans les membres pmin et pmax de l'élément index du tableau.
- Demande à l'utilisateur la valeur du temps de dissipation et la stocke dans le membre td de l'élément index du tableau.

La variable contenu de la structure de l'élément index du tableau est affecté à VRAI à la fin de toute les demandes.

- Si choix = 1, l'utilisateur est invité à choisir l'index de l'élément du tableau où les valeurs seront remplacer, cette demande est répétée jusqu'à l'obtention d'une valeur entre 0 et 4 puis l'ensemble des invitations indiquées dans l'étape précédente seront effectuées. save est assigné à 1 pour ne pas faire de demande de sauvegarde.
- Pour les deux étapes précédentes, la variable contenu de la structure de l'élément index du tableau est affecté à VRAI à la fin.

Retourne save.

void affichevaleur(STRUCT valeur[],*index)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

Logique/Algorithme :

Cette fonction affiche les valeurs données par l'utilisateur.

- Fait appel à la fonction printf pour afficher les éléments pmin, pmax, td, r, c de la structure de l'élément index du tableau.

void demandesauvegarde(STRUCT valeur[],FILE *efp)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

efp : Pointeur au fichier à ouvrir.

Logique/Algorithme :

La fonction demande à l'utilisateur s'il veut sauvegarder les données ajoutées.

- Déclare une variable flag de type char.
- Affiche une demande à l'utilisateur par la fonction printf, et affecte son entrée à flag
- Si la réponse est positive, fait appel à la fonction sauvefichier. Sinon la fonction prend fin.

3.2.3 Fonctions de calcul :

int limiteFct(STRUCT valeur[], int *index)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

Valeur de retour:

Retourne VRAI si les valeurs sont valides et FAUX s'ils ne le sont pas.

Logique/Algorithme :

Vérifie la validité des valeurs entrées en calculant une limite inférieure de l'inducteur.

- Calcule Lmin en utilisant l'équation $L_{min} = C(R^2)/4$ et l'affecte dans le membre l_limite de l'élément index du tableau.
- Calcule la valeur de L pour pmin et pmax en utilisant l'équation analytique $L = (-Rtd)/(2\ln(pc))$ et l'affecte respectivement aux membres l_min et l_max de l'élément index du tableau.
- Si l_min < l_limite affecte flag à FAUX sinon affecte flag à VRAI.

Retourne flag .

void creeTbl(STRUCT valeur[], int *index, double x[], double y[])

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

x : Référence au tableau des points d'abscisses où les valeurs de pc vont être stockés.

y : Référence au tableau des points d'ordonnées où les valeurs de L vont être stockés.

Logique/Algorithme :

Cette fonction affecte les valeurs de pc au tableau x et les valeurs de L au tableau y. Cela est fait par l'intermédiaire d'une boucle for d'indice ix variant de 1 jusqu'à N-2 (N=60).

- Déclare et affecte l'incrément inc tels que $inc = (pcmax - pcmin)/N$.
- Déclare et affecte pc à pcmin.
- Affecte x[0] et y[0] respectivement à pcmin et l_min.
- Affecte x[N-1] et y[N-1] respectivement à pcmax et l_max.
- Lors de chaque boucle :
 - Affecte la valeur de pc à x[ix].
 - Affecte la valeur de L à y[ix] en faisant appelle à la fonction trouveRacine.
 - Incrémente la valeur de Inc à pc.

double trouveRacine(STRUCT valeur[], int *index , double pc)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

pc : Variable contenant la valeur du pourcentage de la charge.

Valeur de retour:

Retourne la valeur de la racine Imoy.

Logique/Algorithme :

Utilise la méthode de bisection afin de trouver la racine de l'équation $g(L) = \exp(-Rtd/2L) - pc$.

- Définit l'intervalle avec le bord inférieur (à gauche) I_{min} et le bord supérieur (à droite) I_{max} dans lequel la fonction change de signe.
- Appel la fonction calculeFct pour évaluer la valeur de $f(I)$.
- Déclare et affecte la valeur $I_{moy} = (I_{min} + I_{max})/2$.
- Déclare et affecte flag à FAUX.
- Crée une boucle while qui a pour condition $flag == \text{Faux}$.
- Si $\text{calculeFct}(I_{min}) * \text{calculeFct}(I_{max}) < 0$, la racine est dans la moitié inférieure. Donc, pour choisir cette moitié, changer la limite en haut à $I_{max} = I_{moy}$, l'opération est relancée.
- Si $\text{calculeFct}(I_{min}) * \text{calculeFct}(I_{max}) > 0$, la racine est dans la moitié supérieure. Donc, pour choisir cette moitié, changer la limite en haut à $I_{min} = I_{moy}$, l'opération est relancée.
- Si $|\text{calculeFct}(I_{min}) * \text{calculeFct}(I_{max})| < \text{TOLERANCE}$ (constante symbolique proche de zéro), la racine est I_{moy} . Flag est affecté à VRAI.
- Retourne Imoy.

double calculeFct(STRUCT valeur[], int *index, int l, double pc)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

l : Variable contenant la valeur de l'inductance.

pc : Variable contenant la valeur du pourcentage de la charge.

Valeur de retour:

Retourne la valeur de gl calculée.

Logique/Algorithme :

Cette fonction réalise une chaîne de calcul pour trouver le résultat de l'équation $g(L) = \exp(-R_{td}/2L) - pc$.

- Déclare gl au type double.
- Affecte gl à $((-tbl[index].r * tbl[index].td)/2l)$.
- Affecte gl à $\exp(gl)$.
- Affecte gl à $gl - pc$.
- Retourne la valeur de gl.

3.2.4 Fonctions pour la création des graphes :

```
void pplot(STRUCT valeur[], int *index, double x[], double y[])
```

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

x : Référence au tableau des points d'abscisses où les valeurs de pc vont être stockés.

y : Référence au tableau des points d'ordonnées où les valeurs de L vont être stockés.

Logique/Algorithme :

Cette fonction est responsable du traçage de l'intégralité du graphique.

- Déclare minFx et maxFx .
- Fait appel à plsdev("wingcc") et plinit() pour initialiser le graphe.
- Fait appel à plswidth() pour définir la largeur de la plume.
- Fait appel à plenv0() pour tracer les axes on prenant pcmin et pcmax pour l'étendue de l'axe des x, et minFx et maxFx pour l'axe des y.
- Fait appel à plcol0() pour définir les couleurs.
- Fait appel à pllab() pour configurer les étiquettes.
- Fait appel à plline pour tracer le graphe.
- Fait appel à plend() pour mettre fin au traçage du graphe.

3.2.5 Fonctions pour manipuler les fichiers

int verifieFch(FILE *efp, int *choix)

Paramètres :

efp : Pointeur au fichier à ouvrir.

choix : Pointeur à la variable choix déterminant le choix de l'utilisateur.

Logique/Algorithme :

Cette fonction est responsable de vérifier si un fichier existe ou pas.

- Affecte efp à la fonction fopen pour la lecture, qui a pour paramètre le nom du fichier.
- Si efp = NULL, la fonction affiche un message déclarant à l'utilisateur une erreur dans l'ouverture du fichier et créer un fichier bin si il n'existe pas, save est alors affecter à -1.
- Si le fichier existe, n'affecte aucune valeur à choix.
- Fait appel à la fonction fclose pour fermer le fichier pour la lecture.

void tblfichier(STRUCT valeur[], FILE *efp, int *index)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

efp : Pointeur au fichier à ouvrir.

index : Pointeur à la variable contenant l'index de l'élément du tableau utilisé pour tracer le graphique.

Logique/Algorithme :

Cette fonction est responsable de lire le contenu du fichier et l'affecter au tableau de structure.

- Fait appel à la fonction fopen pour lecture.
- Fait appel à la fonction fread pour écrire le contenu du fichier dans le tableau.
- Par l'intermédiaire d'une boucle for() variant l'indice ix de 0 à 4, vérifie l'élément contenu de la structure de l'élément ix du tableau. Lors de la première occurrence de contenu = 0, assigne ix à la variable index.
- Si le tableau est rempli, affecte index = 5
- Fait appel à la fonction fclose pour fermer le fichier pour la lecture.

void sauvefichier(STRUCT valeur[],FILE *efp)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

efp : Pointeur au fichier à ouvrir.

Logique/Algorithme :

Cette fonction permet d'écrire le contenu du tableau dans le fichier.

- Fait appel à la fonction fopen pour l'écriture.
- Fait appel à la fonction fwrite, qui aura pour premier paramètre valeur[], référant au tableau contenant les valeurs entrées et sauvegardées (qui existaient avant le lancement du programme).
- Fait appel à fclose pour fermer le fichier à l'écriture.

void creebin(STRUCT valeur[],FILE *efp)

Paramètres :

valeur : Référence au tableau de structure contenant l'ensemble des valeurs.

efp : Pointeur au fichier à ouvrir.

Logique/Algorithme :

Cette fonction permet de créer un fichier binaire vide dans le cas où celui-ci n'existe pas.

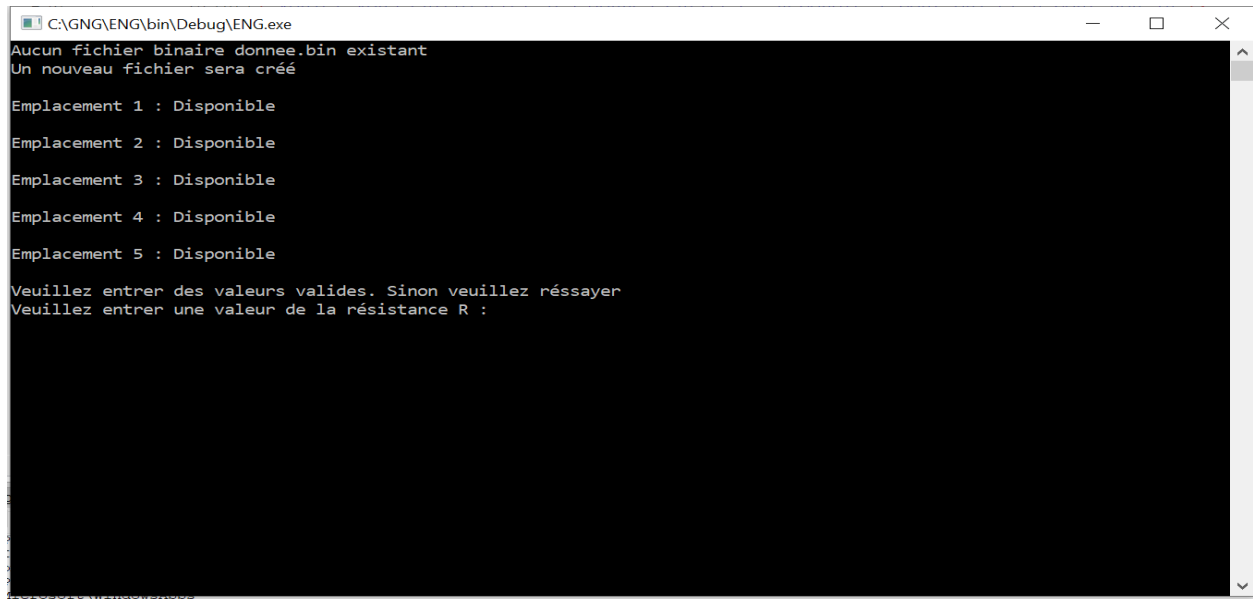
- Déclare ix, et fait appel à une boucle for pour assigner la variable contenu de la structure à 0 pour tous les éléments du tableau valeur[].
- Fait appel à la fonction fopen pour l'écriture.
- Fait appel à la fonction fwrite, qui aura pour premier paramètre valeur[], référant au tableau contenant des valeurs vide.
- Fait appel à fclose pour fermer le fichier à l'écriture.

4 Implémentation

Voyez le programme dans le fichier EngProjet.c

5 Tests et vérification

Fichier non existant :

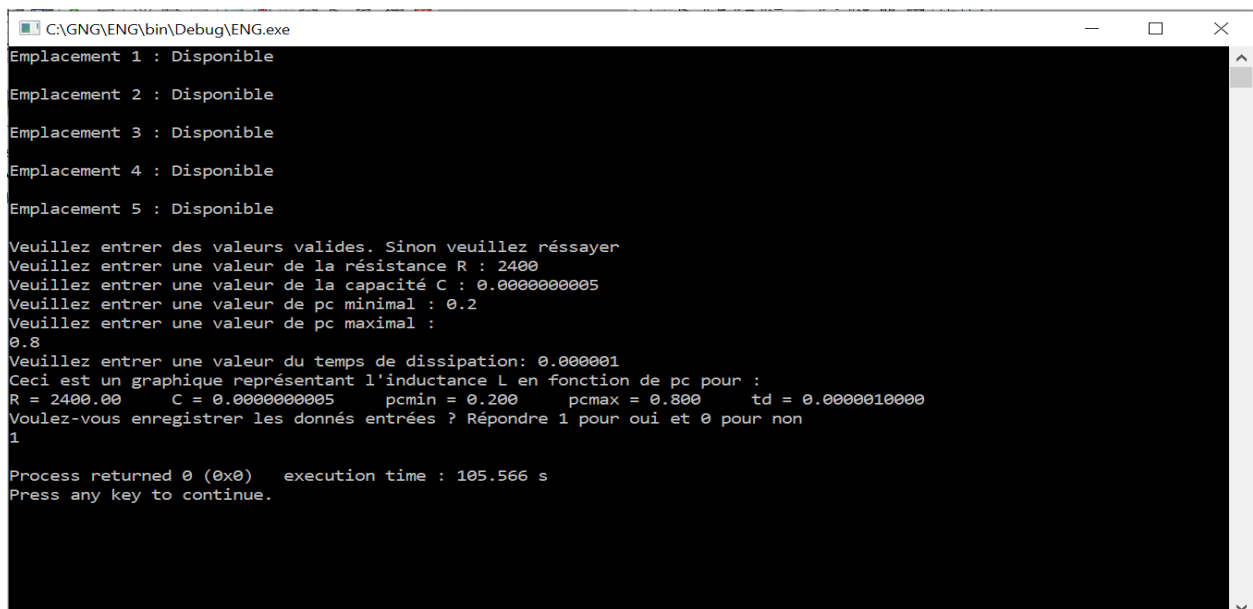


```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Aucun fichier binaire donnee.bin existant
Un nouveau fichier sera créé

Emplacement 1 : Disponible
Emplacement 2 : Disponible
Emplacement 3 : Disponible
Emplacement 4 : Disponible
Emplacement 5 : Disponible

Veuillez entrer des valeurs valides. Sinon veuillez réessayer
Veuillez entrer une valeur de la résistance R :
```

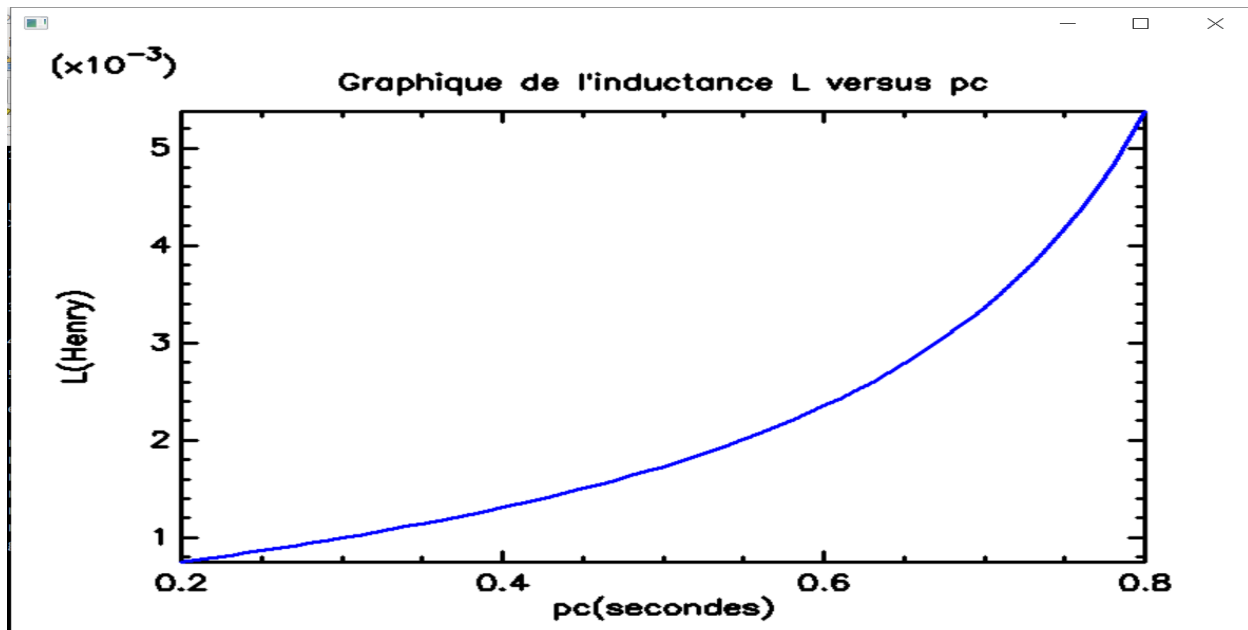
Premier cas test : (Grande résistance et petite capacité)



```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Emplacement 1 : Disponible
Emplacement 2 : Disponible
Emplacement 3 : Disponible
Emplacement 4 : Disponible
Emplacement 5 : Disponible

Veuillez entrer des valeurs valides. Sinon veuillez réessayer
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : 2400
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : 0.000000005
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : 0.2
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 0.8
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: 0.000001
Ceci est un graphique représentant l'inductance L en fonction de pc pour :
R = 2400.00    C = 0.000000005    pcmin = 0.200    pcmax = 0.800    td = 0.000001000
Voulez-vous enregistrer les données entrées ? Répondre 1 pour oui et 0 pour non
1

Process returned 0 (0x0)   execution time : 105.566 s
Press any key to continue.
```



Deuxième cas test (Valeur négative de la résistance)

Et Quatrième cas test (pcmin = 0)

Et Cinquième cas test (pc max = 1)

Et Sixième cas test (Valeur extrême de pcmin et pc max)

```

C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Emplacement 1 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2400.000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000005
La valeur minimal de pc : 0.200000
La valeur maximal de pc : 0.800000
La valeur du temps de dissipation : 0.0000010000

Emplacement 2 : Disponible
Emplacement 3 : Disponible
Emplacement 4 : Disponible
Emplacement 5 : Disponible

Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
0
Veuillez entrer des valeurs valides. Sinon veuillez réessayer
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : -2400
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : -0.213
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : -3221
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : 2400
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : -0.123
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : -2000
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : 0.0000000005
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : 0
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : -0.123
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : 0.01
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 1.3
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 2
  
```

```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 2
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 2000
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 0.99
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: -23
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: -123123
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: -0.02134
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: 0.000001
Veuillez entrer des valeurs valides, Sinon veuillez réessayer
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : 2400
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : 0.0000000005
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : 0.2
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 0.8
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: 0.000005
Ceci est un graphique représentant l'inductance L en fonction de pc pour :
R = 2400.00      C = 0.0000000005      pcmin = 0.200      pcmax = 0.800      td = 0.0000050000
Voulez-vous enregistrer les données entrées ? Répondre 1 pour oui et 0 pour non
0

Process returned 0 (0x0)   execution time : 178.008 s
Press any key to continue.
```

Troisième cas test (Résistance très petite, et capacité très grande) Et choix de valeurs déjà sauvegardées

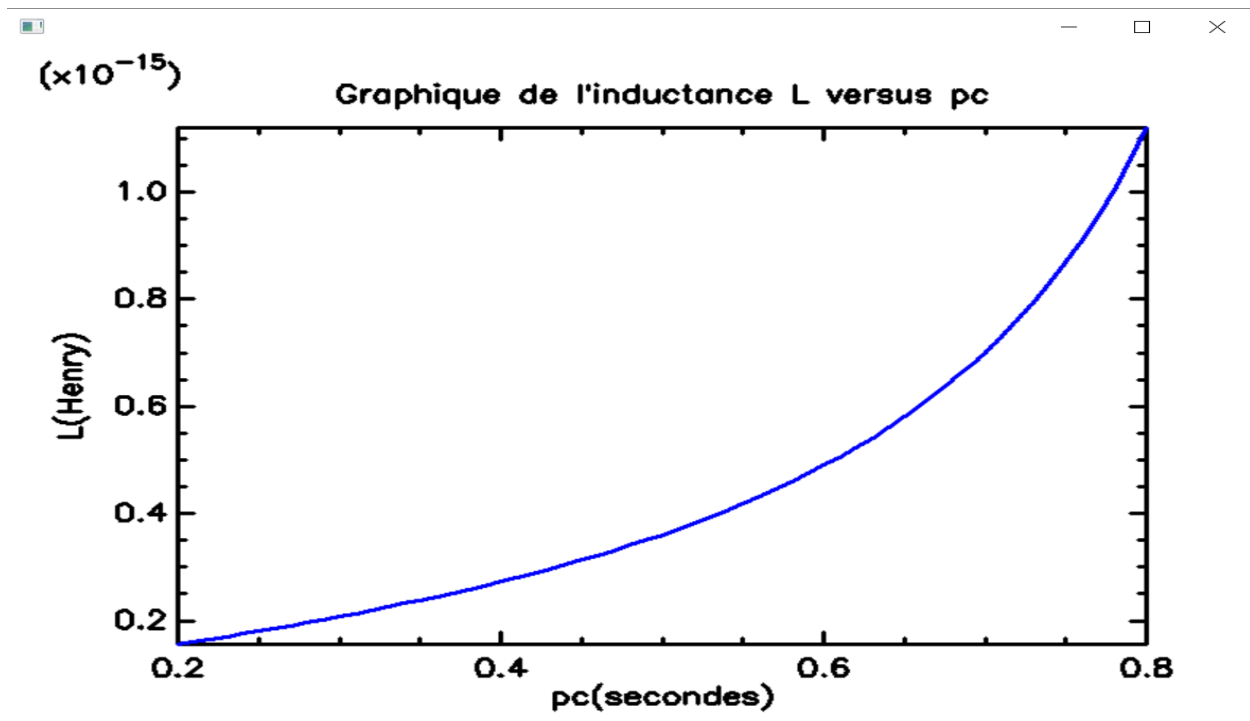
```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000010000

Emplacement 2 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2400.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000005
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000050000

Emplacement 3 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 0.0000000005
La valeur de la capacité C : 2400.0000000000
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000010000

Emplacement 4 : Disponible
Emplacement 5 : Disponible

Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
1
Choisissez l'élément contenant les valeurs désirées 4
Choisissez l'élément contenant les valeurs désirées 5
Choisissez l'élément contenant les valeurs désirées 3
Ceci est un graphique représentant l'inductance L en fonction de pc pour :
R = 0.0000000005      C = 2400.0000000000      pcmin = 0.200      pcmax = 0.800      td = 0.0000010000
```

Fichier plein :

```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Emplacement 1 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2400.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000005
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000010000

Emplacement 2 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2400.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000005
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000050000

Emplacement 3 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 0.0000000005
La valeur de la capacité C : 2400.0000000000
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.0000010000

Emplacement 4 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 3000.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000070
La valeur minimal de pc : 0.300
La valeur maximal de pc : 0.700
La valeur du temps de dissipation : 0.0000800000

Emplacement 5 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2.0000000000
```

```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe

Emplacement 5 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2.000000000
La valeur de la capacité C : 0.000000000
La valeur minimal de pc : 0.800
La valeur maximal de pc : 0.900
La valeur du temps de dissipation : 0.000050000

Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
0
Dans quel élément voulez-vous remplacer les valeurs 2
Veuillez entrer des valeurs valides. Sinon veuillez réessayer
Veuillez entrer une valeur de la résistance R : 3000
Veuillez entrer une valeur de la capacité C : 0.000000009
Veuillez entrer une valeur de pc minimal : 0.4
Veuillez entrer une valeur de pc maximal : 0.9
Veuillez entrer une valeur du temps de dissipation: 0.00001
Ceci est un graphique représentant l'inductance L en fonction de pc pour :
R = 3000.000000000    C = 0.000000009    pcmin = 0.400    pcmax = 0.900    td = 0.000010000
Voulez-vous enregistrer les données entrées ? Répondre 1 pour oui et 0 pour non
1

Process returned 0 (0x0)   execution time : 45.360 s
Press any key to continue.
```

Après remplacement :

```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe

Emplacement 1 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2400.000000000
La valeur de la capacité C : 0.000000005
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.000010000

Emplacement 2 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 3000.000000000
La valeur de la capacité C : 0.000000009
La valeur minimal de pc : 0.400
La valeur maximal de pc : 0.900
La valeur du temps de dissipation : 0.000010000

Emplacement 3 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 0.000000005
La valeur de la capacité C : 2400.000000000
La valeur minimal de pc : 0.200
La valeur maximal de pc : 0.800
La valeur du temps de dissipation : 0.000010000

Emplacement 4 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 3000.000000000
La valeur de la capacité C : 0.000000070
La valeur minimal de pc : 0.300
La valeur maximal de pc : 0.700
La valeur du temps de dissipation : 0.000030000

Emplacement 5 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2.000000000
```

```
C:\GNG\ENG\bin\Debug\ENG.exe
Emplacement 4 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 3000.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000070
La valeur minimal de pc : 0.300
La valeur maximal de pc : 0.700
La valeur du temps de dissipation : 0.0000800000

Emplacement 5 : Les valeurs sauvegardés
La valeur de la résistance R : 2.0000000000
La valeur de la capacité C : 0.0000000000
La valeur minimal de pc : 0.800
La valeur maximal de pc : 0.900
La valeur du temps de dissipation : 0.0000500000

Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
213
Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
213
Voulez-vous entrer des nouvelles valeurs (0) ou choisir des valeurs sauvegardées(1) ? Répondre par 0 ou 1
1
Choisissez l'élément contenant les valeurs désirées
```