Partie 03_TP de simulation sur PC

TP 2: Détermination de la fonction de transfert d'un système et tracé des réponses temporelles et fréquentielles

I. *Objectif de TP*

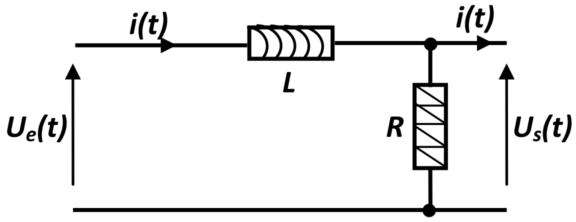
Ce TP vise à rendre l'étudiant capable de déterminer la fonction de transfert ***FT(S)*** des différents circuits électriques, ainsi de lui rendre capable de tracer en utilisant le logiciel MatLab, tous réponse temporelles (Indicielle et impulsionelle) et les réponses fréquentielles (Diagrammes de Bode, Nyquist et Nicoles...).

II. *Définition*

La fonction de transfert est un modèle de comportement entrée/sortie qui s'obtient à partir de l'équation différentielle linéaire à coefficients constants. Plutôt que de chercher à obtenir ***y(t)*** en fonction de ***u(t)***, on cherche à obtenir $\boldsymbol{Y(p)} = \boldsymbol{L}[\boldsymbol{y(t)}]$ en fonction de $\boldsymbol{U(p)} = \boldsymbol{L}[\boldsymbol{u(t)}]$. Comme il s'agit de déterminer un modèle qui soit indépendant des conditions initiales, ces dernières sont considérées nulles et l'on applique tout simplement la transformée de Laplace à l'équation différentielle (3.1), ce qui conduit à l'expression suivante:

$$\boldsymbol{FT(p)} = \frac{\boldsymbol{Y(p)}}{\boldsymbol{U(p)}} = \frac{\boldsymbol{N(p)}}{\boldsymbol{D(p)}} = \frac{\boldsymbol{b_m\, p^m + b_{m-1}\, p^{m-1} + \dots + b_1\, p + b_0}}{\boldsymbol{a_n\, p^n + a_{n-1}\, p^{n-1} + \dots + a_1\, p + a_0}}$$

Exemple: Dans cet exemple en considère que l'entrée $U(t) = U_e(t)$ et la sortie $Y(p) = U_s(p)$.



☞ **Comment obtenir la fonction de transfert à partir d'un circuit électrique ?**

On applique la loi de Kirchhoff sur le circuit, on obtient:

$$U_e(t) = R\, i(t) + L\, \frac{di(t)}{dt} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$U_s(t) = R\, i(t) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$\Rightarrow\ U_e(t) = L\, \frac{di(t)}{dt} + U_s(t)$$

Par l'application de la transformée de Laplace sur les équation (1) et (2), on obtient:

$$U_e(P) = R\, I(p) + L\, P\, I(P)$$

$$\Rightarrow\ U_e(P) = I(P)[R + L\, P] \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$U_s(P) = R\,I(P)$$

$$\Rightarrow\ I(P) = \frac{1}{R}\,U_e(P)\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\ (4)$$

On remplace l'expression (4) dans la relation (3):

$$U_e(P) = \frac{1}{R}\,U_e(P)\,[R + L\,P]$$

$$\Rightarrow U_e(P) = \frac{R + L\,P}{R}\,U_s(P)$$

$$\Rightarrow FT(P) = \frac{U_s(P)}{U_e(P)} = \frac{1}{\frac{R + L\,P}{R}} \qquad \Rightarrow \qquad FT(P) = \frac{R}{R + L\,P}$$

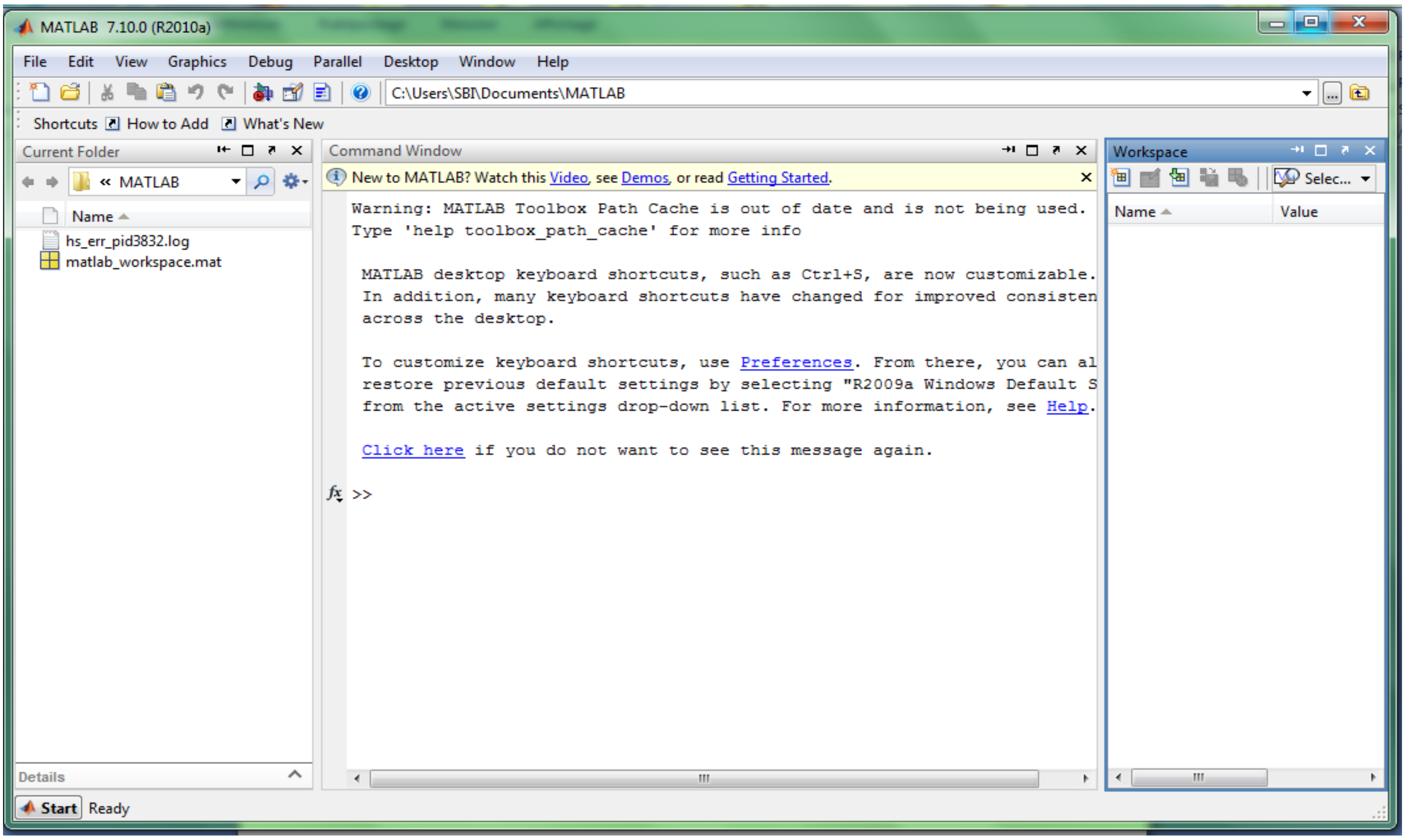
$$FT(P) = \frac{1}{1 + \frac{L}{R}\,P}$$

La fonction de transfert obtenue est de la forme $FT(P) = \frac{K}{1+\tau\,P}$. Donc, c' est un système du 1[er] ordre

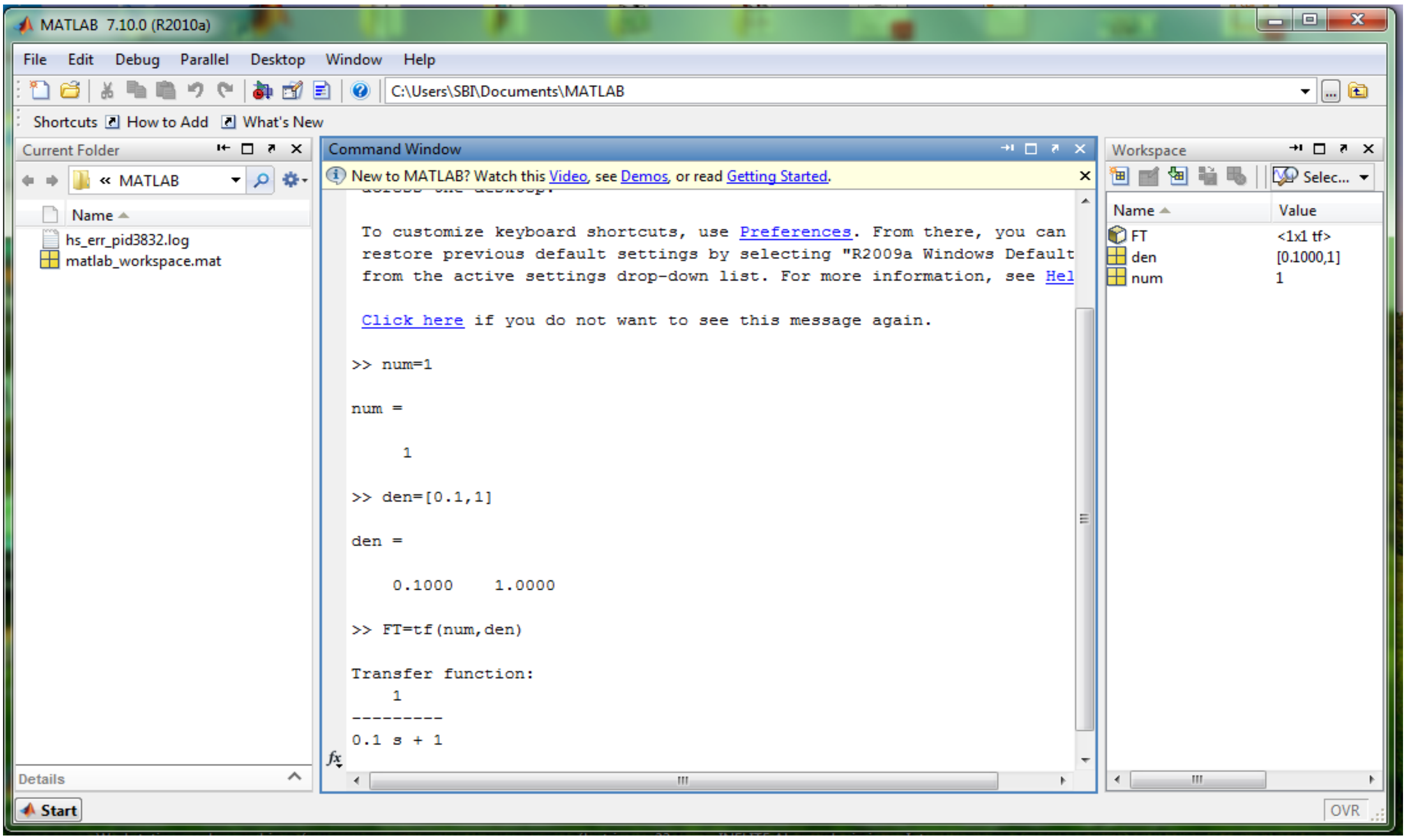
Si R=100 Ω et L=10 H la fonction de transfert devient $FT(P) = \frac{1}{1+0.1\,P}$

☞ **<u>comment programmer une fonction de transfert à l'aide du logiciel de script MATLAB ?</u>**

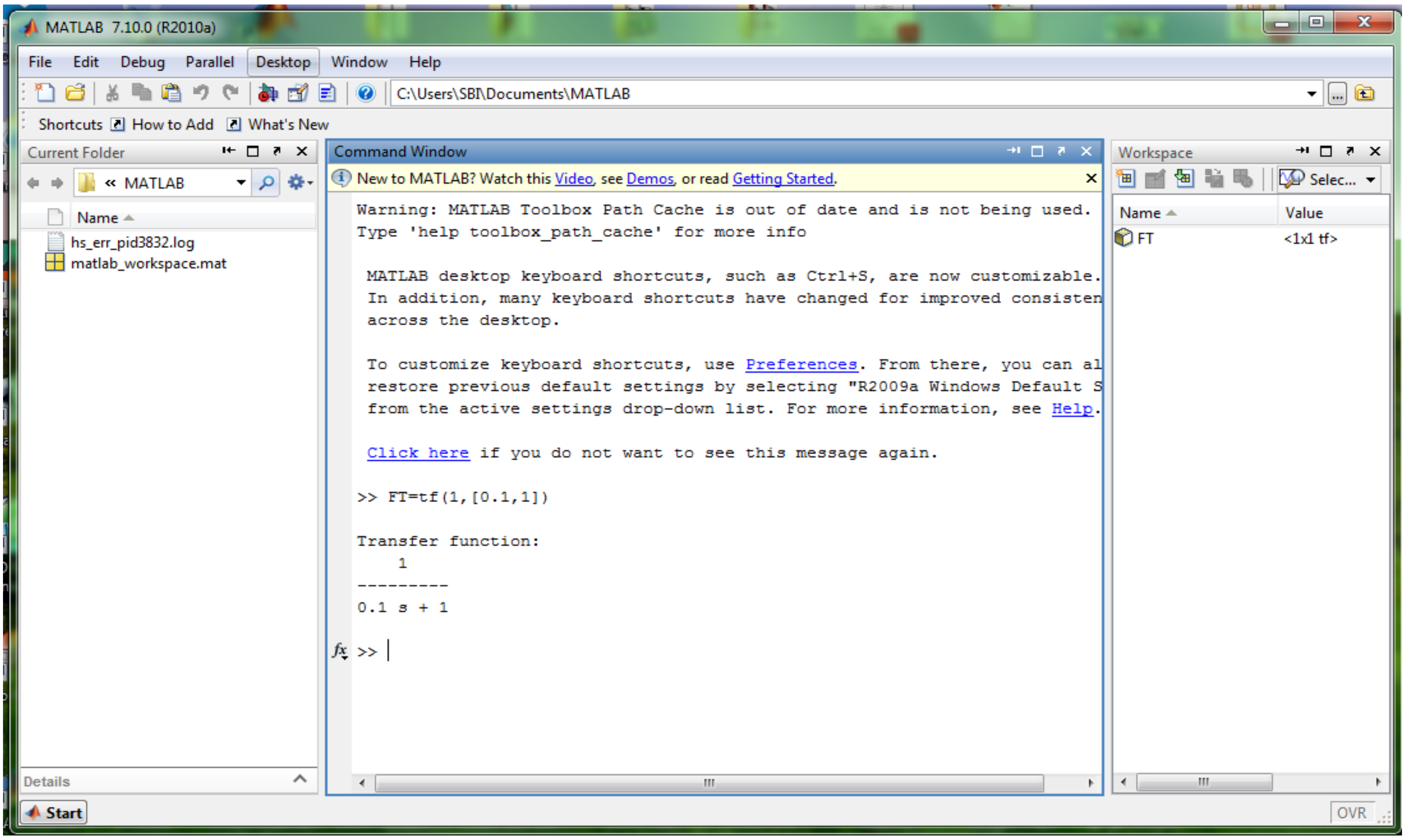
1. ouvrir l'invité principale du logiciel MATLAB



2. Définir le numérateur et le dénominateur de la fonction de transfert



On peut écrire la fonction de transfert directement sans définir séparément le numérateur et le dénominateur:

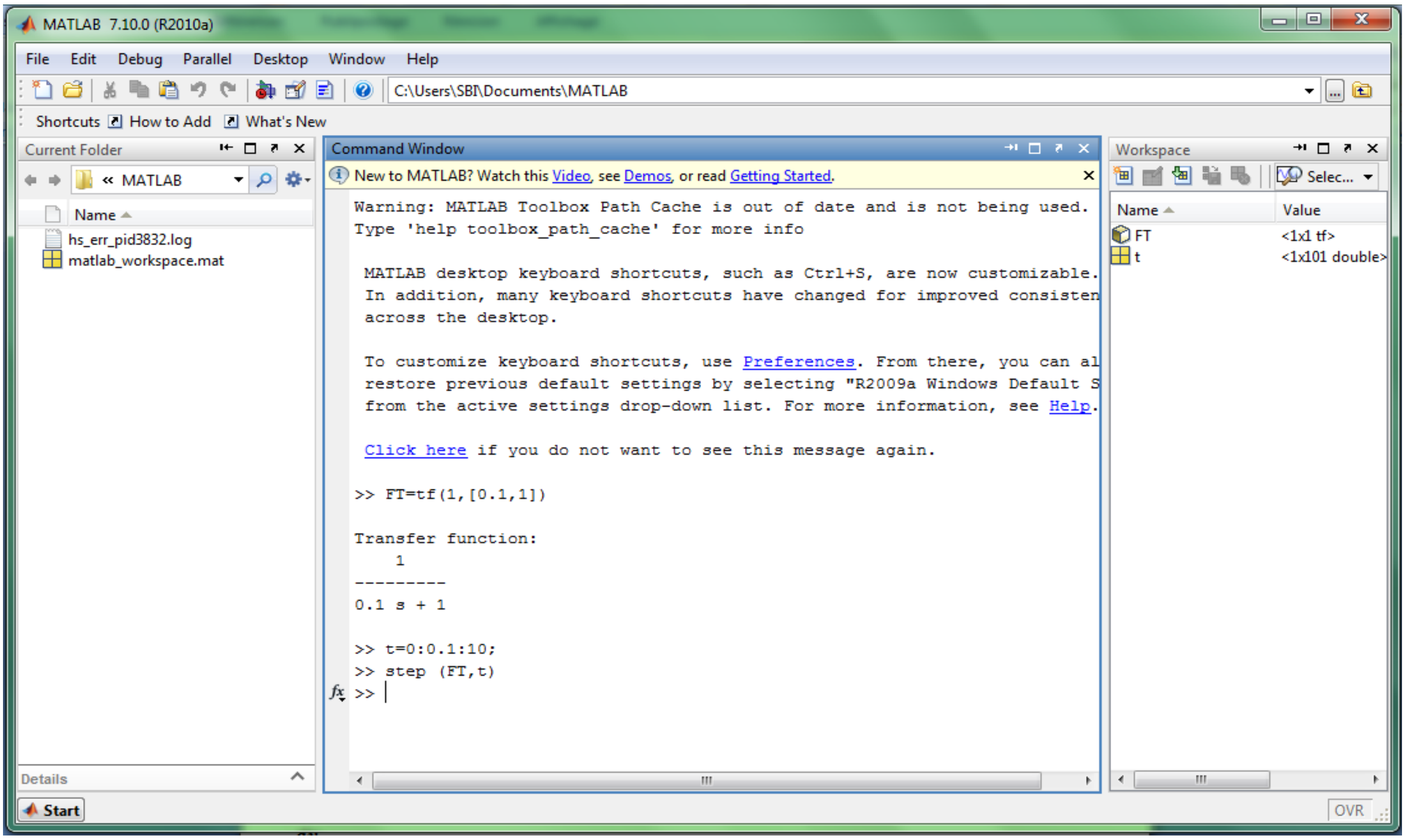


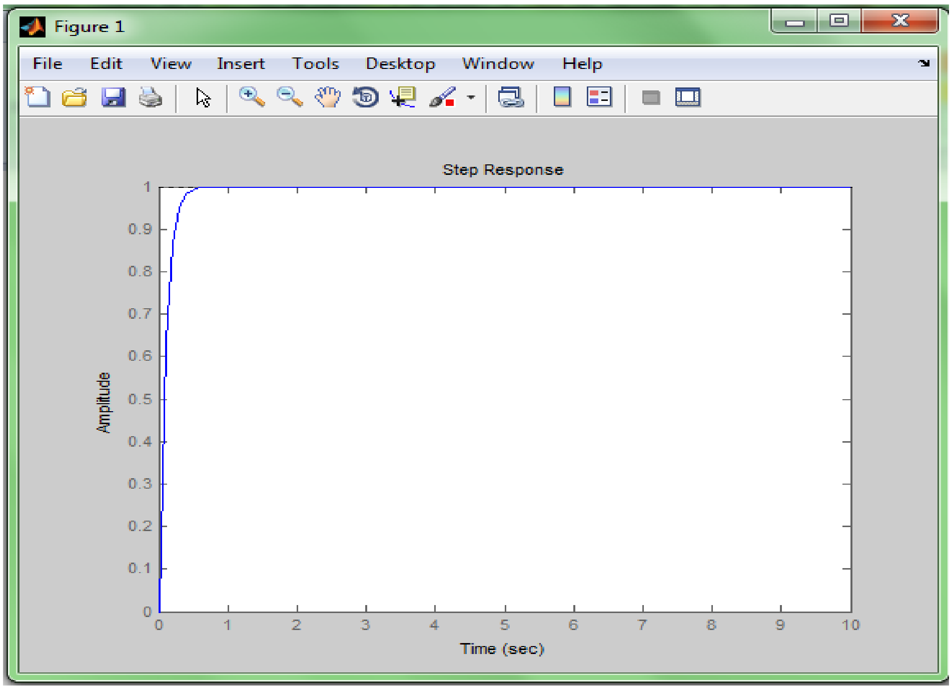
Remarque: L'opérateur de Laplace "***p***" est symbolisé par "***s***" dans MATLAB.

☞ **Tracé de la réponse indicielle du système**

Pour tracer la réponse indicielle d'un tel système il faut d'abord déterminer l'axe du temps. Par exemple, dans notre cas, nous allons choisir un intervalle $t = [0s, 10s]$ avec un pas de calcule égale à 0.1s.

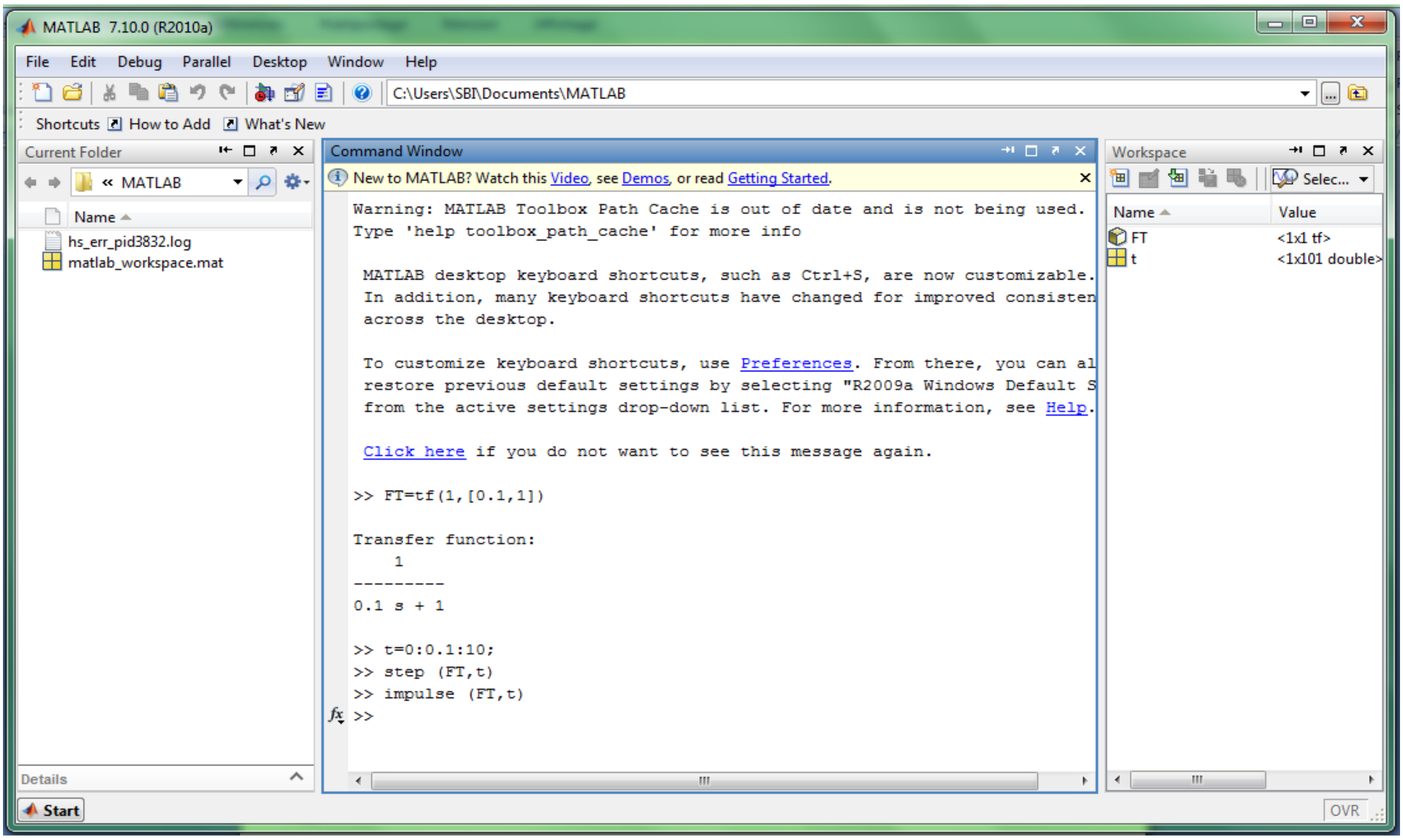
Remarque: Le rôle du point virgule " **;** " à la fin de chaque instruction est pour éviter l'affichage du résultat.

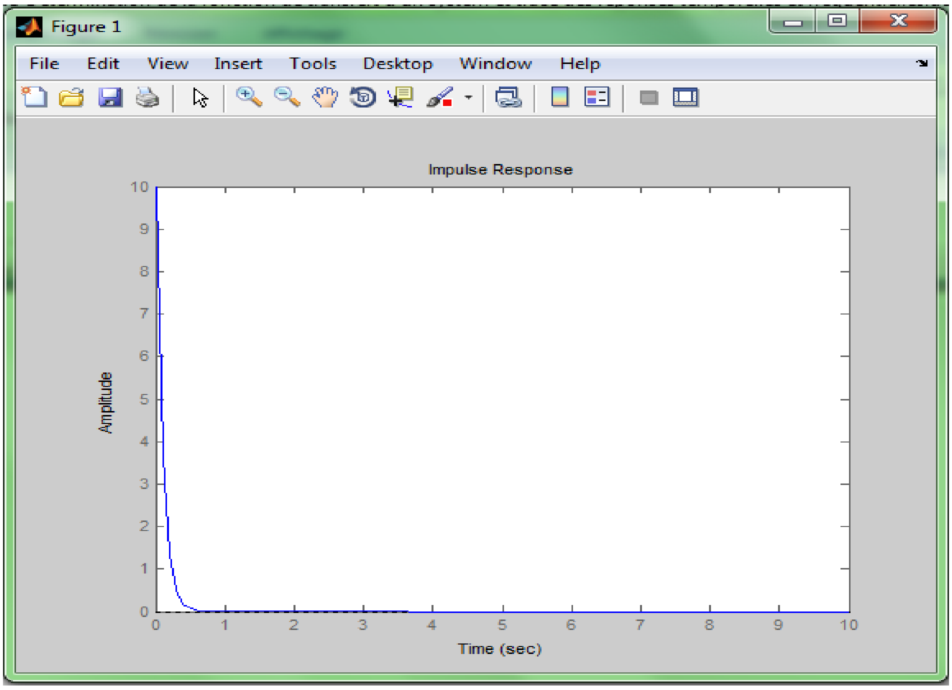




☞ **Tracé de la réponse impulsionelle du système**

Pour tracer la réponse impulsionnele du système, en utilise la commande "impulse" comme suite:

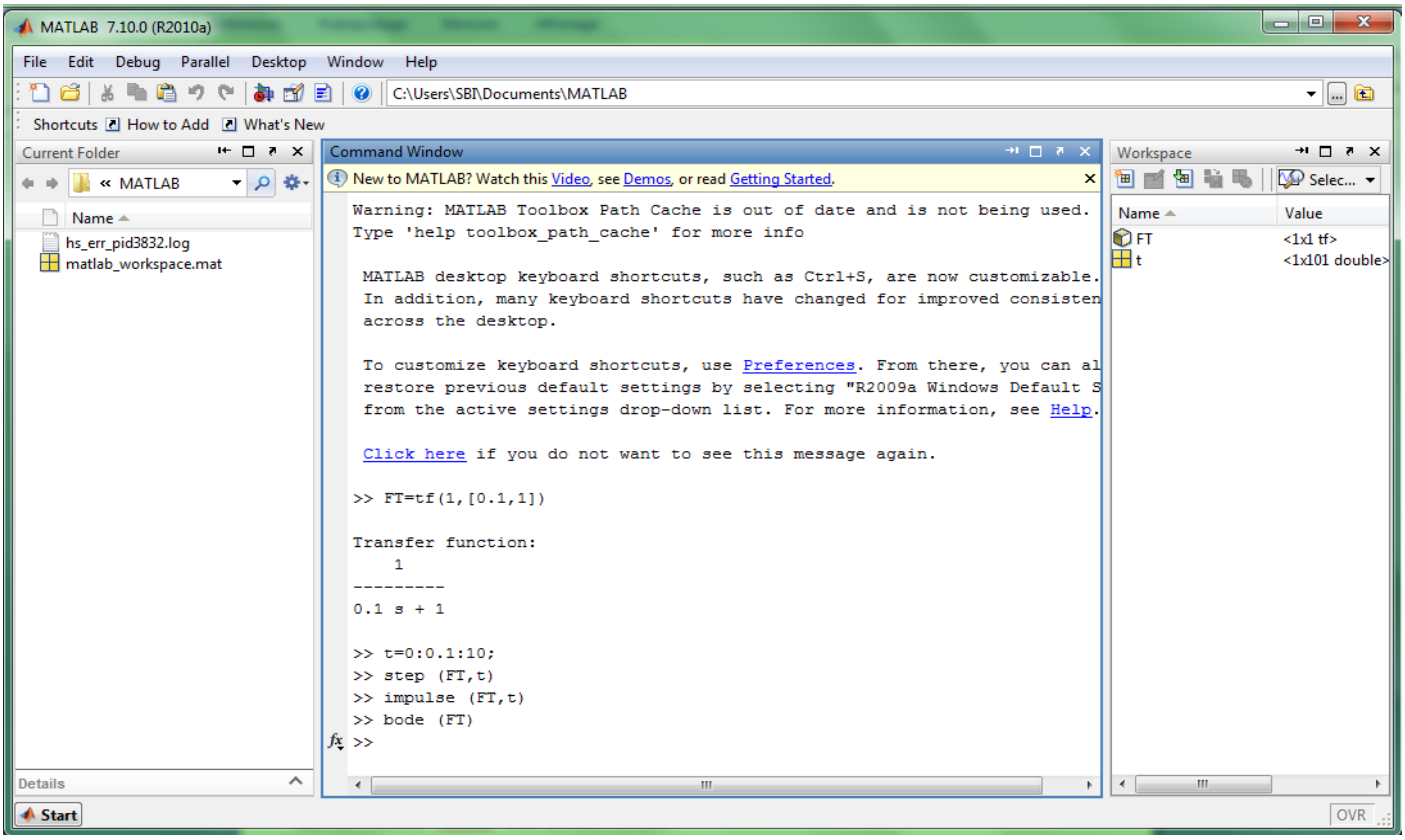


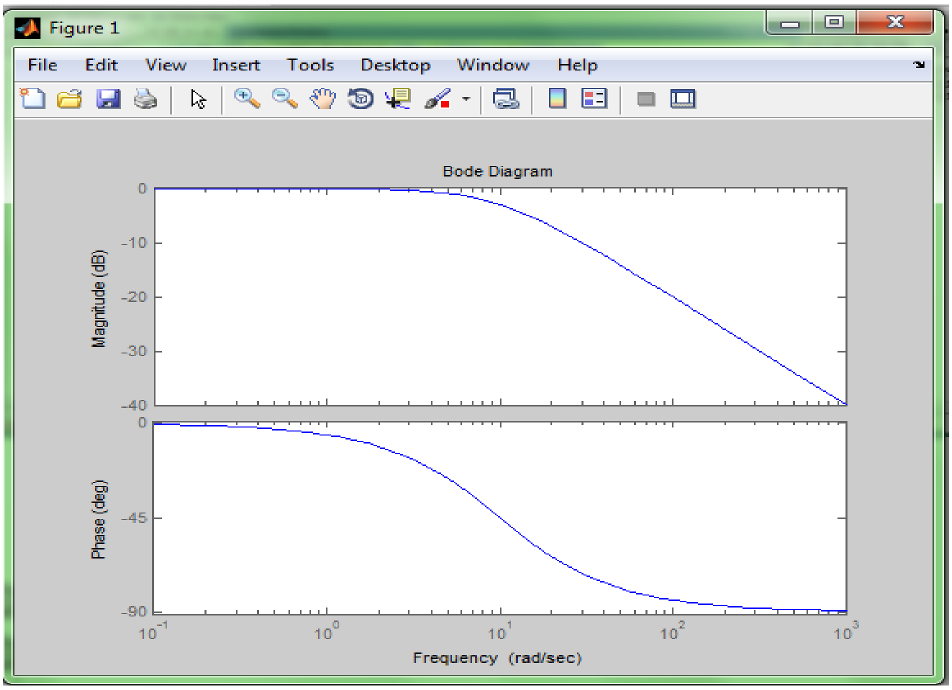


☞ <u>Tracé des diagrammes fréquentielles</u>

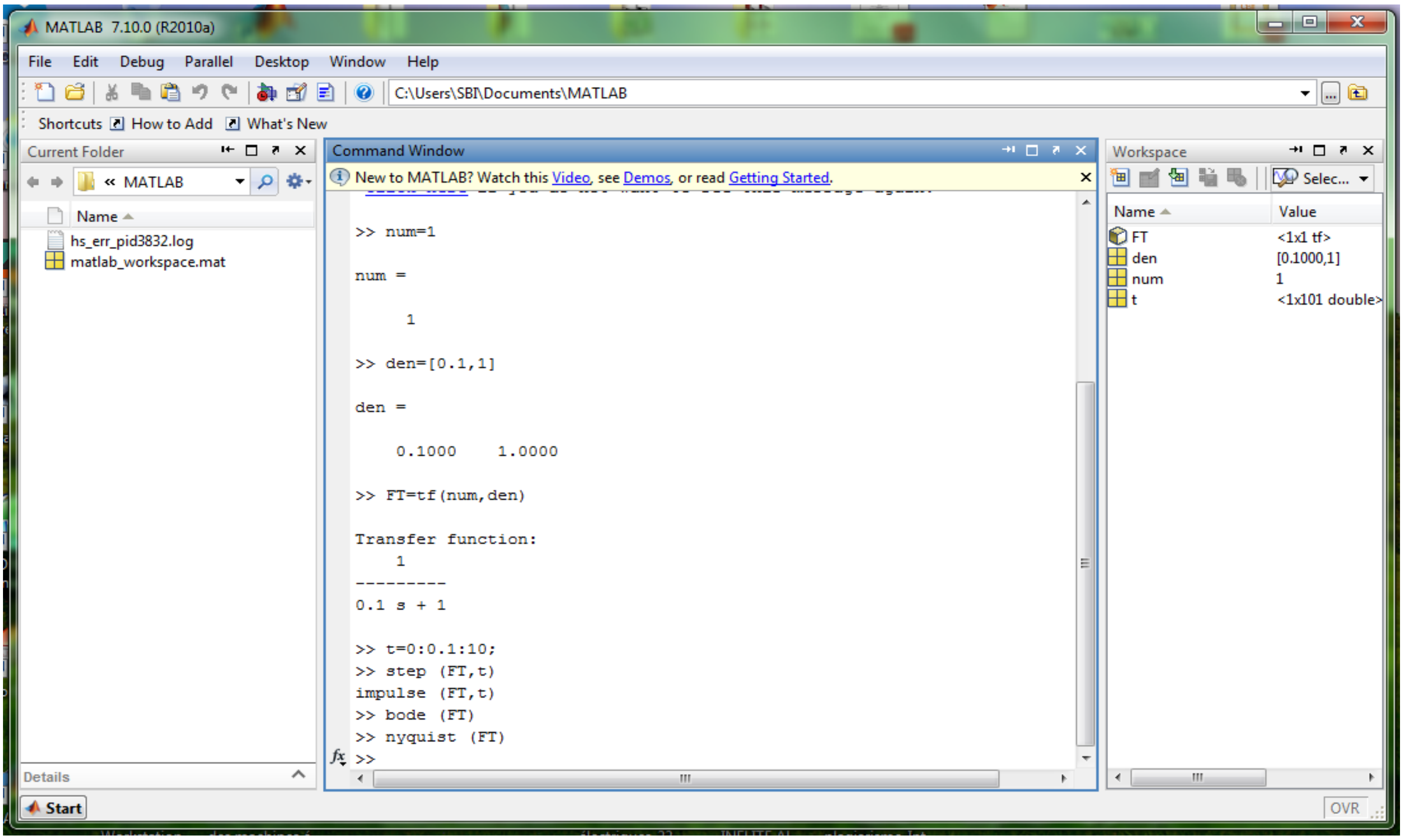
Pour tracer les diagramme fréquentielles du système tels que le diagramme de Bode, Nyquist et Nichols, en utilise les instruction **bode**, **nyquist** et **nichols**, respectivement.

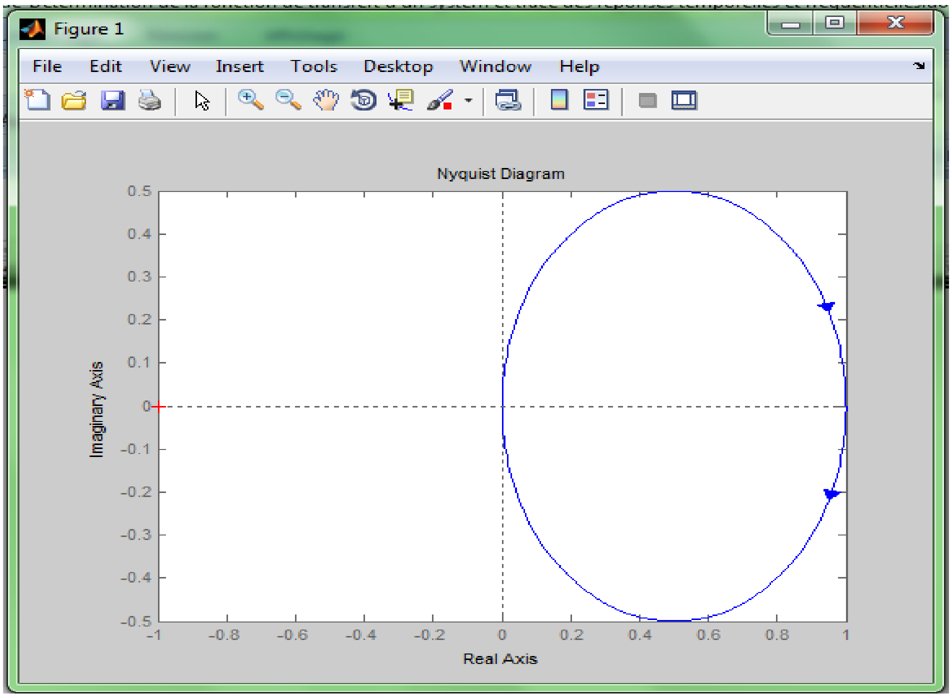
a. Diagramme de Bode



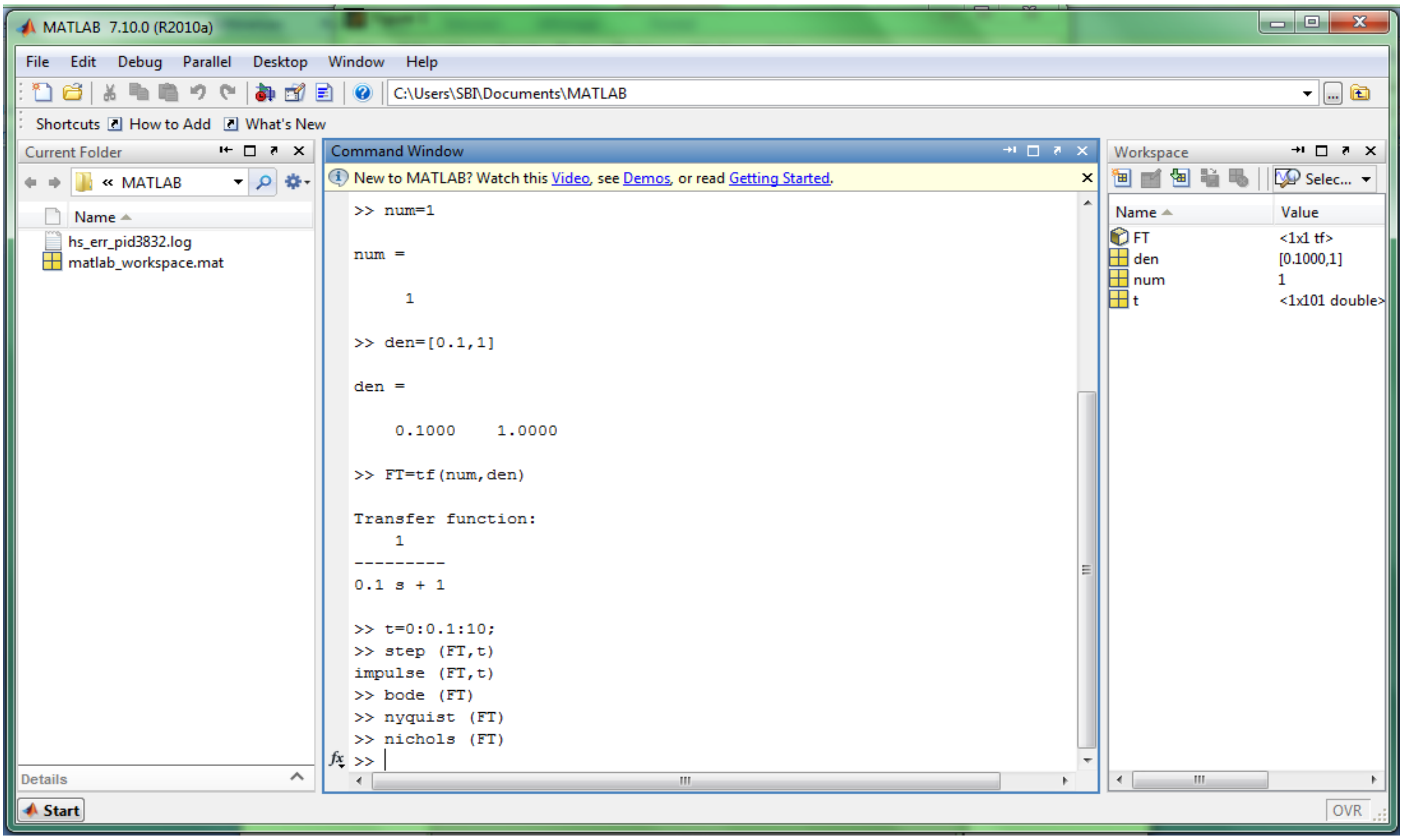


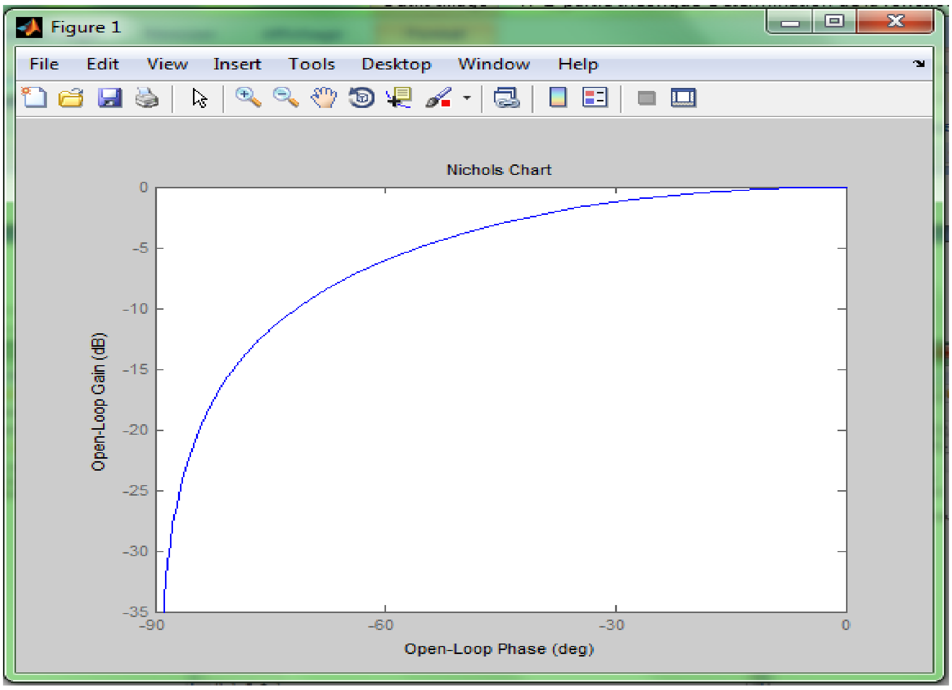
b. *Diagramme de Nyquist*



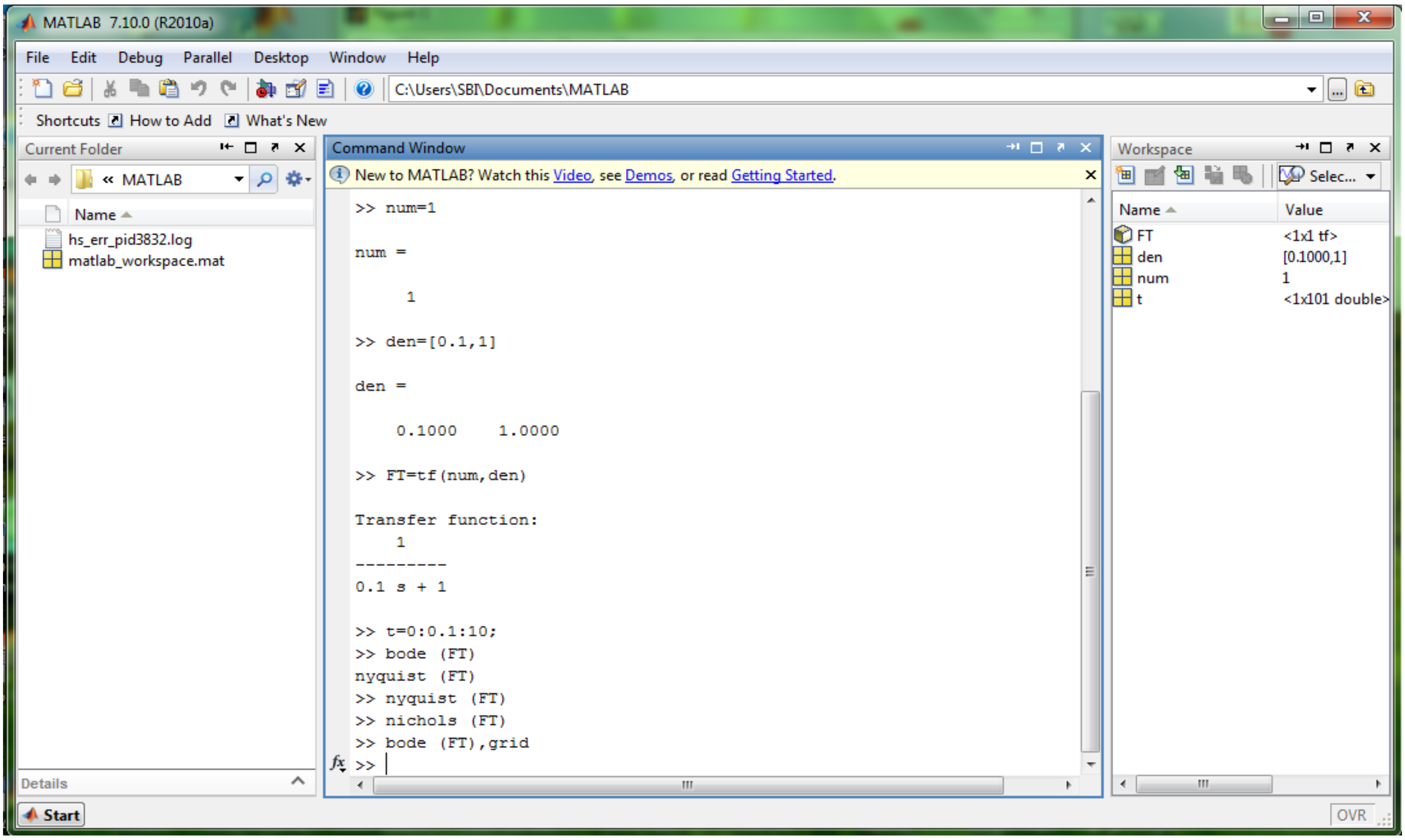


c. *Diagramme de Nichols*

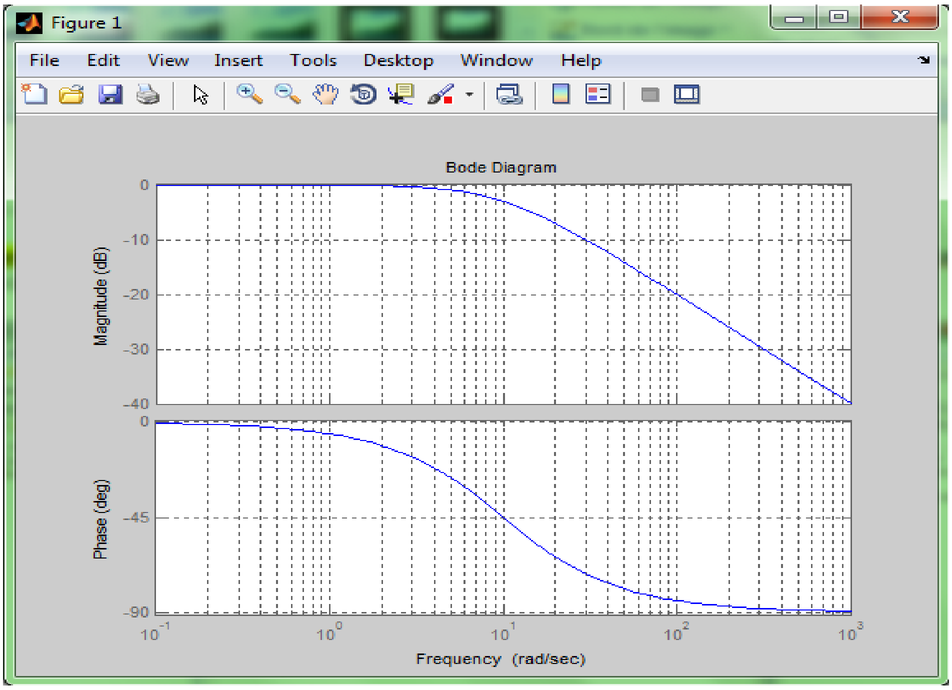




Remarque: Pour assurer le quadrillage des diagramme il suffit d'ajouter virgule " **,** " et la commande "***grid***" après la commande du tracé comme le montre le capture ci-dessous.



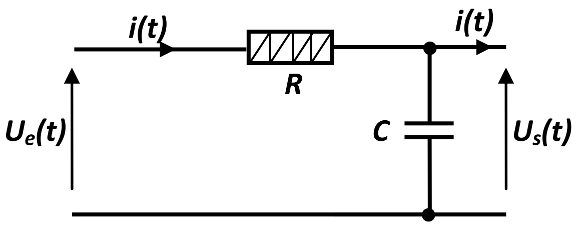
Le diagramme de Bode sera tracé comme suite:



Travail demandé: A faire sur le compte-rendu et à déposer en version papier dés qu'on revenir à l'enseignement en présence.

R=1000 Ω

C=6 μF



1. Déterminer la fonction de transfert du circuit ***RC*** représenté ci-dessus

2. En utilisant le logiciel MATLAB, tracer :

a) La réponse indicielle et la réponse impulsionelle du système;

b) Les diagrammes de Bode, Nyquist et Nichols avec quadrillage des figures.