

## Préparation

### 1) Filtre du premier ordre purement récursif

a) Pour que le filtre soit stable, il faut que les pôles de la fonction de transfert soient à l'intérieur du disque d'unité 1.

### b) cas 1: $0 < a < 1$

$$\text{On a } H(0) = \frac{1}{1-a} \text{ et } H\left(\frac{f}{2}\right) = \frac{1}{1+a}$$

On peut en déduire que  $H(0) > H\left(\frac{f}{2}\right)$

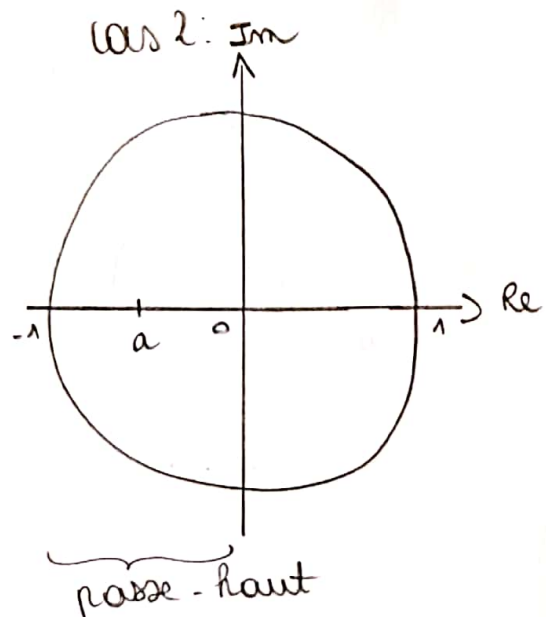
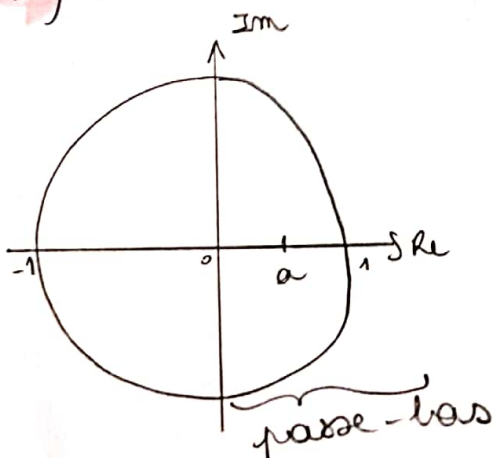
$\Rightarrow$  C'est un filtre passe bas.

### cas 2: $-1 < a < 0$

Cette fois-ci  $H(0) < H\left(\frac{f}{2}\right)$

$\Rightarrow$  C'est donc un filtre passe-haut.

### c) cas 1:



## 2) Filtre du premier ordre

D'après le cours, quand le pôle de la fonction vaut  $a$  et que  $|a| < 1$  alors le filtre sera stable.

## 3) Filtre du second ordre

Les pôles de la fonction de transfert doivent être à l'intérieur du disque unité

## 1) Filtre du premier ordre purement récurrent

Commentaires sur la conception du programme.

- Calcul des réponses indicielles et impulsionnelles par le code de l'équation par récurrence (Boucle for)
- On instancie un vecteur nommé imp (pour la réponse impulsionnelle) avec la fonction "zeros" de Matlab.

### Passes bas : commentaires : cas 1

- ⇒ On place  $a$  entre 0 et 1. On choisit 0.5
- On voit bien sur la figure du module de  $H$  que les basses fréquences peuvent passer.
- De plus le pôle est bien compris entre 0 et 1 sur l'axe réel.

### Passes-haut : commentaires : cas 2

- ⇒ On place  $a$  entre -1 et 0. On choisit -0.5.
- On voit bien sur la figure du module de  $|H|$  que seules les hautes fréquences peuvent passer.
- De plus  $\lim_{f \rightarrow 0} (|H|) = 0$
- Enfin, le pôle est bien compris entre -1 et 0 sur l'axe réel.

### Filtre instable : cas 3

- Le pôle de fonction de transfert est à l'extérieur du disque unité. Le type de ce filtre est passe bas. Les deux réponses imp et ind tendent vers l'infini.

Graphiques disponibles dans le rapport pour les 3 cas.



## 2) Filtre du premier ordre

3

Commentaires On prend  $a = 0,5$

D'après la théorie :



Pour vérifier cela, on choisit 3 valeurs de  $b$  tel que :  
0,4 puis 1,7 puis 2,7.

**cas 1:**  $b = 0,4$

Le type du filtre est un passe bas comme annoncé dans le sujet car le pôle est compris entre 0 et 1.

**cas 2:**  $b = 1,7$

Le type du filtre est passe-haut comme annoncé dans la théorie, il n'est pas stable.

**cas 3:**  $b = 2,7$

Le type du filtre est passe-bas comme annoncé dans la théorie, il n'est pas stable.

## 3. Filtre du second ordre.

Passe bas, modifications de "x"

On choisit  $f_0 = 0$  et  $x = 0,9$  (proche de 1). le filtre sera donc un passe bas.

**cas 1**

Puis on choisit  $f_0 = 0$  et  $x = 0,1$

**cas 2**

On remarque qu'en rapprochant la valeur de  $x$  vers 1, la bande passante est plus étroite et les deux réponses <sup>temporelles</sup> sont plus lentes.

Passe haut

On choisit **cas 3** : on prend  $f_0 = \frac{f_c}{2} = 5$

On voit bien que le filtre est de type passe-haut. De plus on voit des oscillations sur les 2 réponses.

## Valeurs de $f_0$ intermédiaires et modifications de $\alpha$ 4

cas 4 :  $f_0 = 2$  et  $\alpha = 0,1$

cas 5 :  $f_0 = 4$  et  $\alpha = 0,9$

on peut en deduire que la valeur de  $f_0$  modifie le type de filtre et  $\alpha$  modifie la largeur de la bande passante du filtre

$f_0 = 0,2$ ,  $\alpha$  variable

cas 6 :  $f_0 = 0,2$  et  $\alpha = 0,1$

cas 7 :  $f_0 = 0,2$  et  $\alpha = 0,9$

Plus  $\alpha$  augmente, plus les réponses temporelles sont lentes et oscillent.

Largeur de bande pour " $\alpha$ " proche de 1.

Plus  $\alpha$  augmente, plus la largeur de bande diminue

## 4) Application : détection de 0 et 1 en modulation FSK

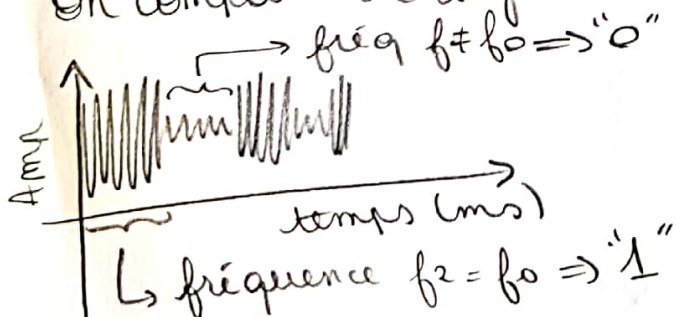
Signal transmis initialement avec signal.mot

on arrive bien à observer le signal du fichier signal.mot  
où  $f_1 = 40\text{kHz}$  et  $f_2 = 20\text{kHz}$  sont les composantes du signal.

Effet du filtre :

lorsque  $f_0 = 20\text{kHz}$  et  $\alpha = 0,9$  (cas 2), on voit que les composantes de  $f_2$  sont à 1 les autres à 0.

On "compare" le signal à  $f_0$ .



On fait respectivement la même chose pour  $f_0 = 40\text{kHz}$   
les zones de "1" et de "0" sont inversées.

Dans les deux cas, le signal est filtré en  $f_0$

avec signal2.mat.

5

On applique la même méthodologies (cas 3) et on voit bien des résultats similaires avec le filtre en prenant la valeur de  $f_0 = f_1$  puis  $f_0 - f_2 = 35 \text{ kHz}$   
 $= 40 \text{ kHz}$

Réponse du filtre en fonction de " $x$ "

On pose cas 1 =  $f_0 = 20 \text{ kHz}$  et  $x = 0,1$  pour signal mat  
et cas 2 =  $f_0 = 20 \text{ kHz}$  et  $x = 0,9$  —————

Lorsque  $x$  est faible, on ne décède pas correctement le filtre et on observe un mauvais filtrage

Lorsque  $x$  est proche de 1, on observe correctement le signal.

```

%%%%%%%%%%%%%% TP4 TDS - - Analyse de filtres %%%%%%%%%%%%%%%
% DOUZET Camille
% BARKOUDEH Julian
% EI2I 3 Groupe A
% 02/06/2021
% PARTIE 1
close all;
clear all;

% ----- Variables utiles -----
N=100;
Te=1;Fe=1/Te;
time=(0:N-1)*Te;
f=(0:N/2)*Fe/N;
a= input ('a='); %Demande de la valeur de a

% ----- Definition fonction de transfert-----
num=[1];
den=[1-a];
z = exp(2*pi*i*f*Te);
H = 1./(1-a*z.^-1);
module= abs(H);
argument = angle(H);

% ----- Definition Réponse Impulsionnelle et Indicielle -----
imp= zeros(1,N);
imp(1)=1;
ind=ones(1,N);

yimp(1)=imp(1);
for k=2:N,
    yimp(k)=imp(k)+ a*yimp(k-1);
end

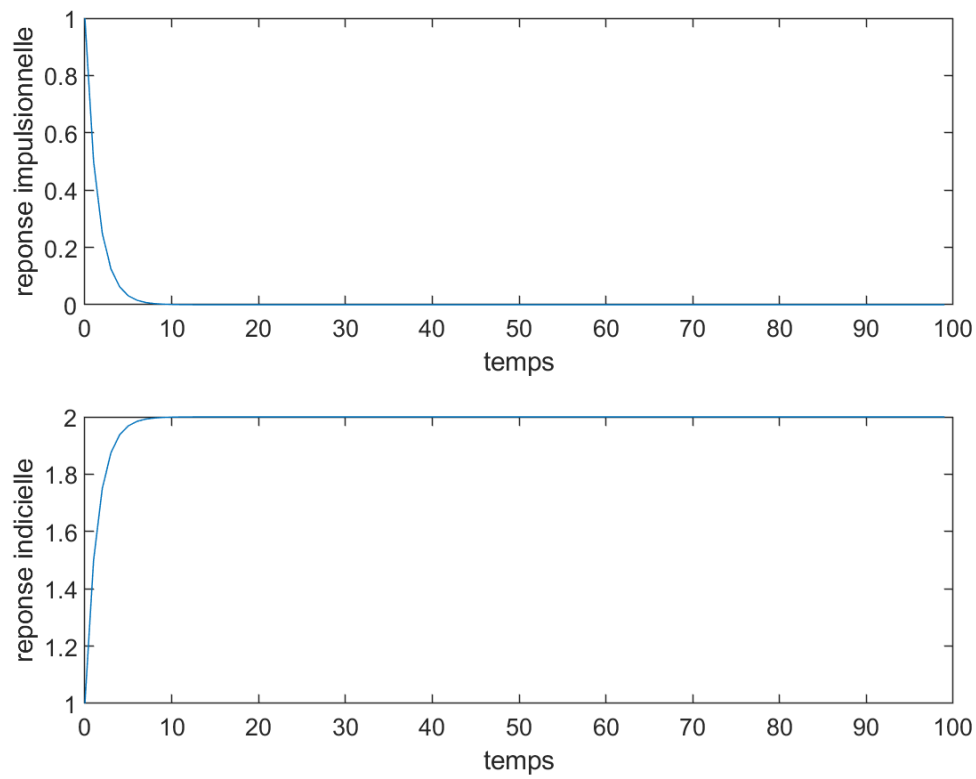
% ----- Figure reponse impulsionnelle -----
figure()
subplot(211)
plot(time,yimp);
xlabel('temps');
ylabel('reponse impulsionnelle');

yind(1)=ind(1);
for k=2:N,
    yind(k)=ind(k)+ a*yind(k-1);
end

% ----- Figure reponse indicielle -----
subplot(212)
plot(time,yind);
xlabel('temps');
ylabel('reponse indicielle');

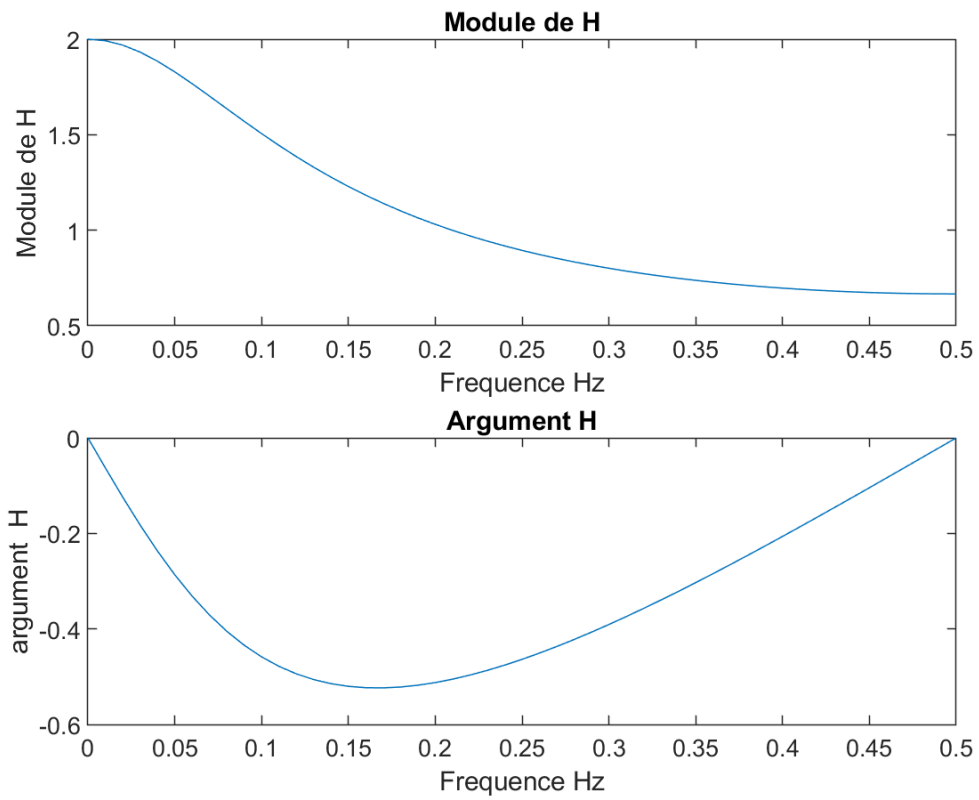
```





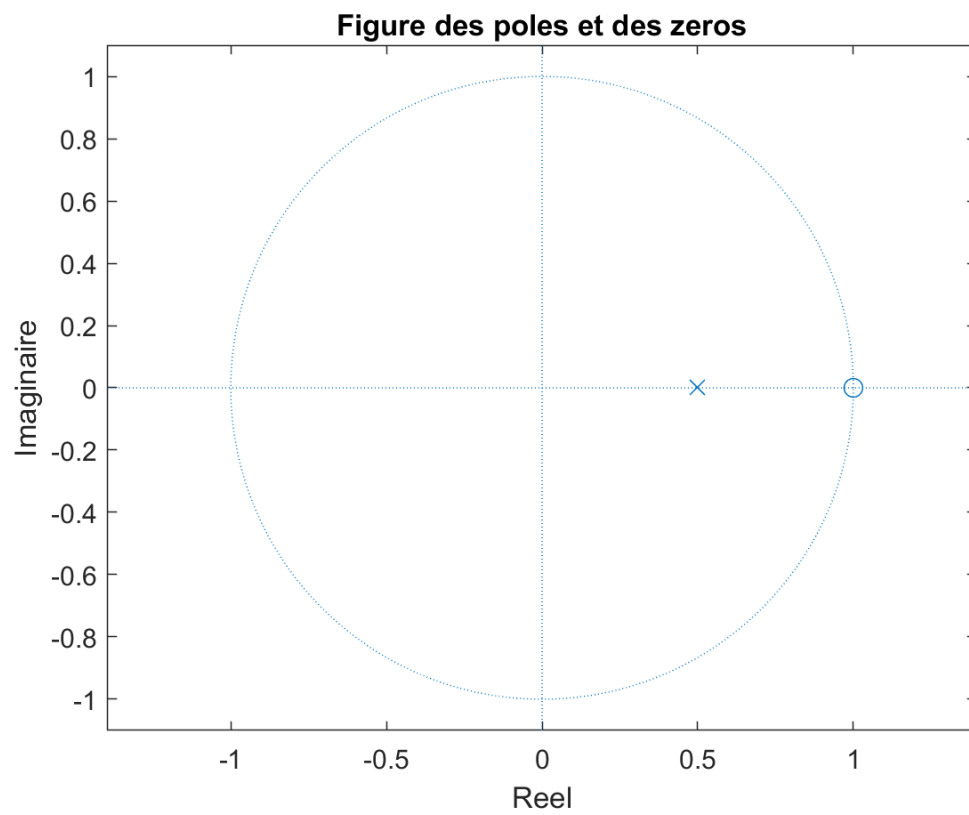
```
% ----- Figure Module et Argument -----
figure()
%Module
subplot(211);
plot(f,module)
title('Module de H');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('Module de H');

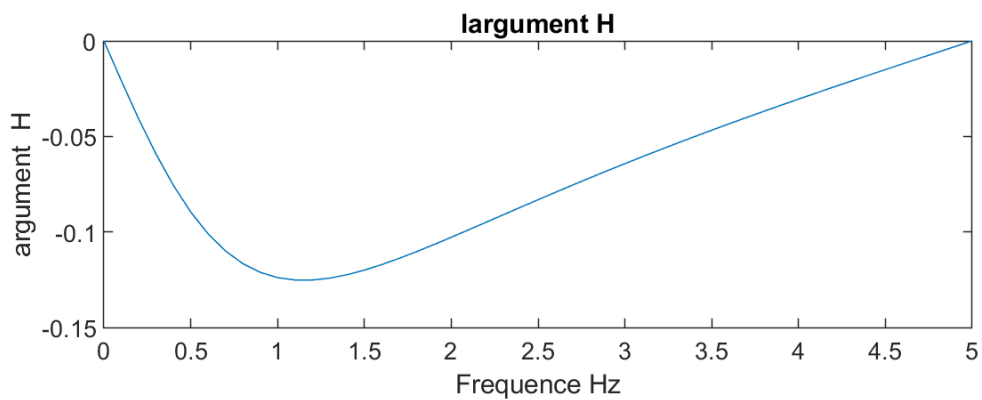
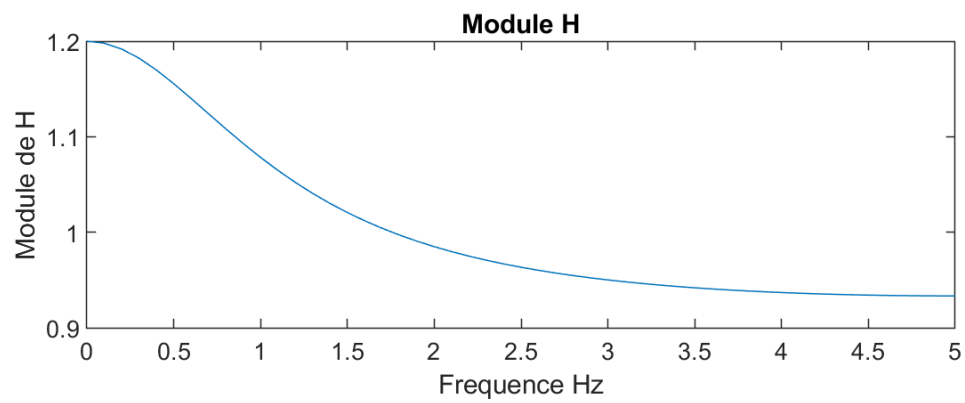
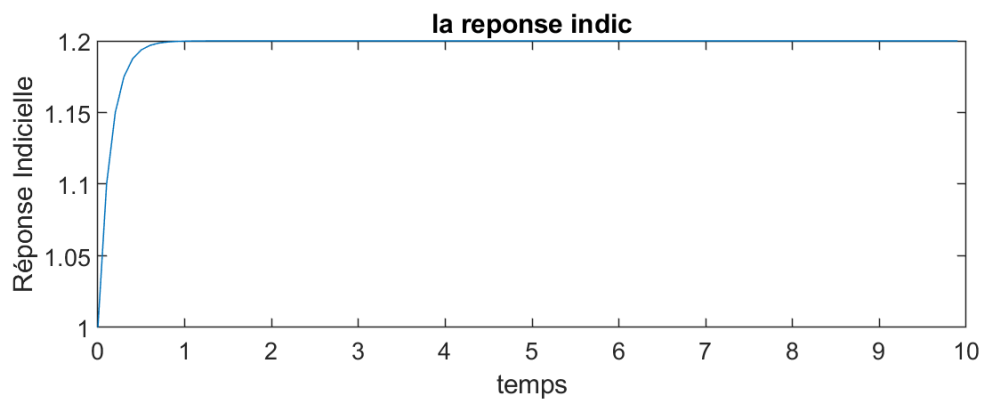
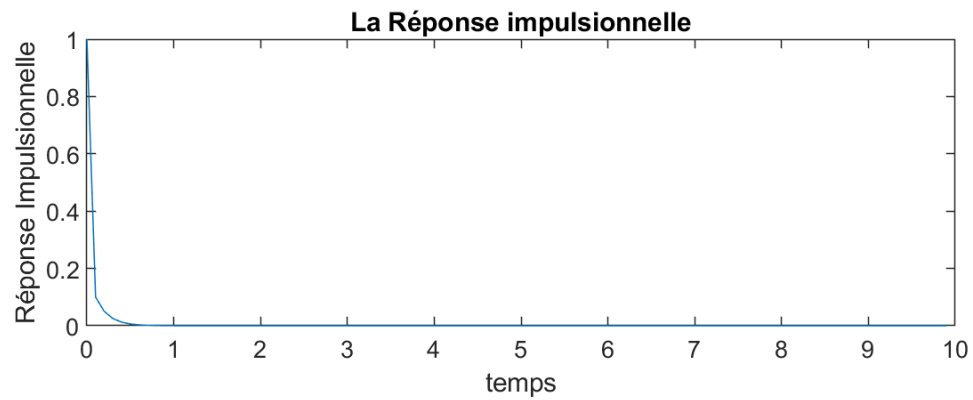
%Argument
subplot(212);
plot(f,argument)
title('Argument H');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('argument H');
```

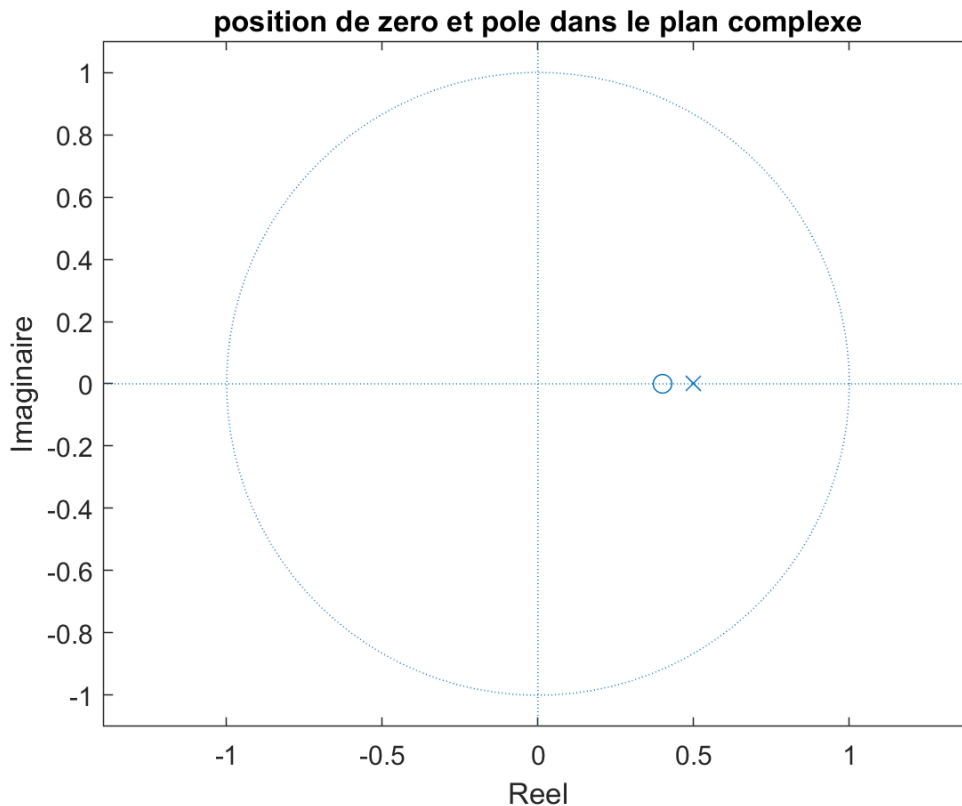


```
% ----- Figure pole et zeros -----
figure()
zplane(num,den)
title('Figure des poles et des zeros');
xlabel ('Reel');
ylabel ('Imaginaire');
```









```
% DOUZET Camille
%BARCOUDEH Julian
%EI2I 3 Groupe A
% 02/06/2021
% PARTIE 2

close all;
clear all;
% ----- Variables utiles -----
N=100;
Te=1/10; Fe=1/Te;
time=(0:N-1)*Te;
f=(0:N/2)*Fe/N;

% ----- Definition fonction de transfert-----
a= input ('a=');% demander la valeur de a
b = input('b=');% demander la valeur de a
num=[1 -b];
den=[1 -a];
z = exp(2*pi*1i*f*Te);
H = (1-b*z.^-1)./(1-a*z.^-1);

% ----- Definition Réponses Impulsionnelle et Indicielle-----
imp= zeros(1,N);
imp(1)=1;
ind=ones(1,N);
%Filtrage sur les réponses Impulsionnelle et Indicielle
rep_imp= filter(num,den,imp);
```

```

rep_ind= filter(num,den,ind);

% ----- Figure Réponse Impulsionnelle-----
figure()
subplot(2,1,1)
plot(time,rep_imp);
title('La Réponse impulsionnelle')
xlabel('temps');
ylabel('Réponse Impulsionnelle');

% ----- Figure Réponse Indicielle-----
subplot(212)
plot(time,rep_ind);
title('la reponse indic')
xlabel('temps');
ylabel('Réponse Indicielle');

% ----- Définition des Module et Argument -----
figure()
module= abs(H);
argument = angle(H);

%----- Figure du Module -----
subplot(211);
plot(f,module);
title('Module H');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('Module de H');

%----- Figure de l'Argument -----
subplot(212);
plot(f,argument);
title('l'argument H');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('argument H');

%----- Figure des Poles et Zeros -----
figure()
zplane(num,den)
title('position de zero et pole dans le plan complexe');
xlabel ('Reel');
ylabel ('Imaginaire');

```



```

%%%%%%%%%%%%%% TP4 TDS - - Analyse de filtres %%%%%%%%%%%%%%%
% DOUZET Camille
% BARKOUDEH Julian
%EI2I 3 Groupe A
% 02/06/2021
% PARTIE 3

close all;
clear all;

% ----- Variables utiles -----
N=200;
Te=1/10; Fe=1/Te;
t=(0:N-1)*Te; f=(0:N/2)*Fe/N;

% ----- Definition fonction de transfert-----
r = input('r=');
f0 = input('f0=');

num=[1 0];
den=[1 -2*r*cos(2*pi*f0*Te) r^2];
z = exp(2*pi*1i*f*Te);
H = 1./(1-(2*r*cos(2*pi*f0*Te)*(z.^-1)) + (r^2)*(z.^-2));
module= abs(H);
argument = angle(H);
% ----- Definition Réponses Impulsionnelle et Indicielle-----
imp= zeros(1,N); imp(1)=1;
ind=ones(1,N);

% ----- Ajout du filtrage -----
rep_imp= filter(num,den,imp);
rep_ind= filter(num,den,ind);

% ----- Figure de la Réponse Impulsionnelle -----
figure()
subplot(211);
plot(t,rep_imp);
title('reponse impul')
xlabel('temps');
ylabel('reponse Impulsionnelle');

% ----- Figure de la Réponse Indicielle -----
subplot(212);
plot(t,rep_ind);
title('reponse Indicielle')
xlabel('temps');
ylabel('reponse Indicielle');

% ----- Figure du Module -----
figure()
subplot(211);
plot(f,module);

```

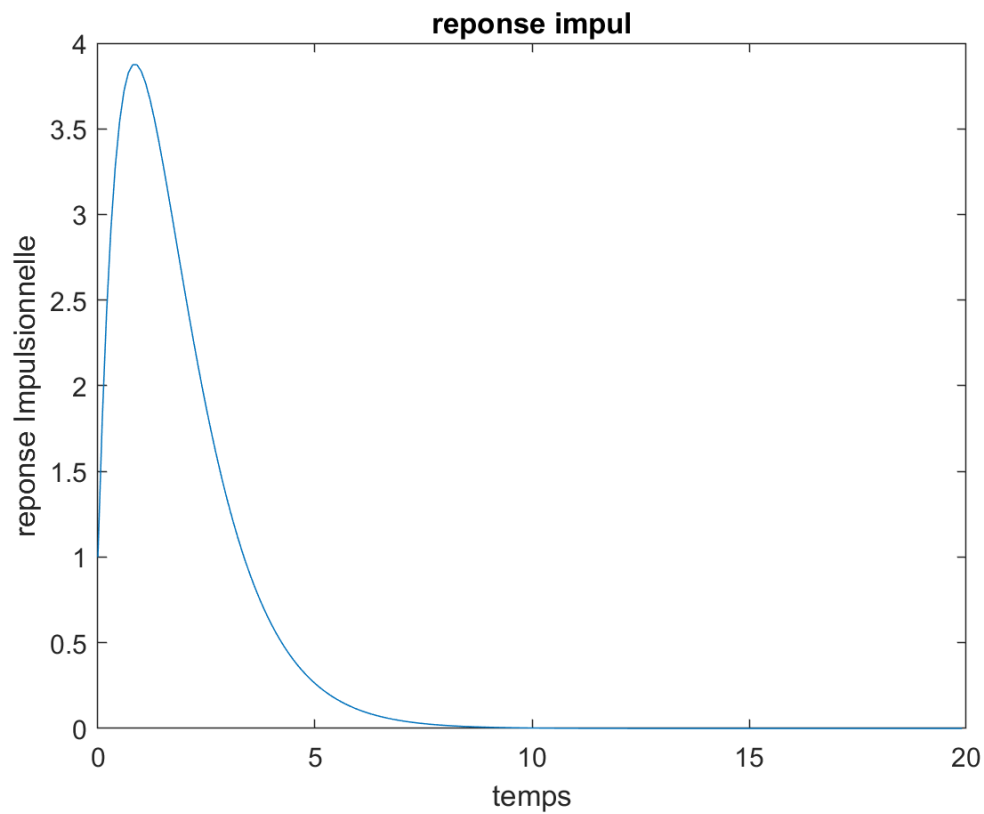
```

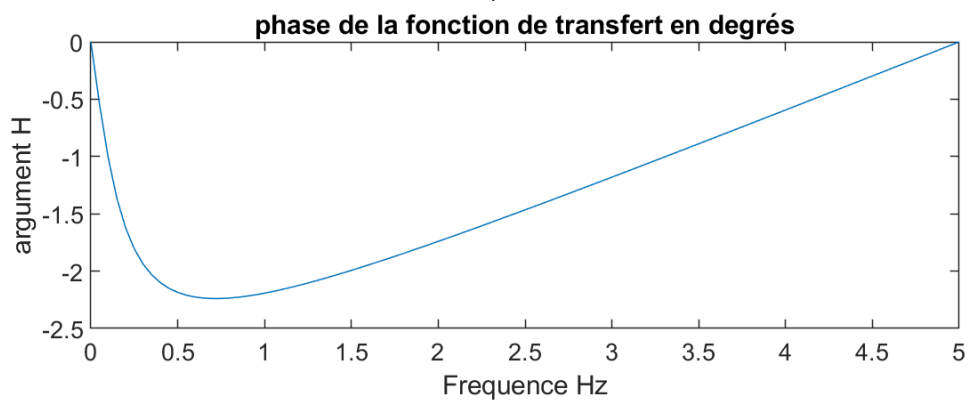
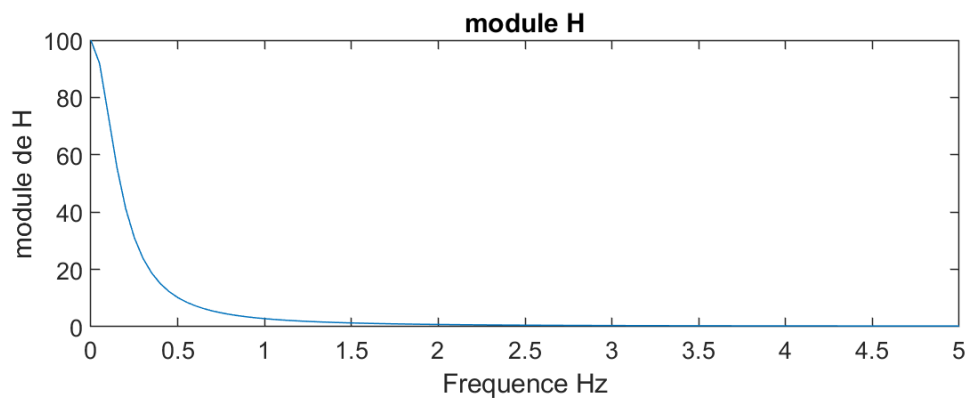
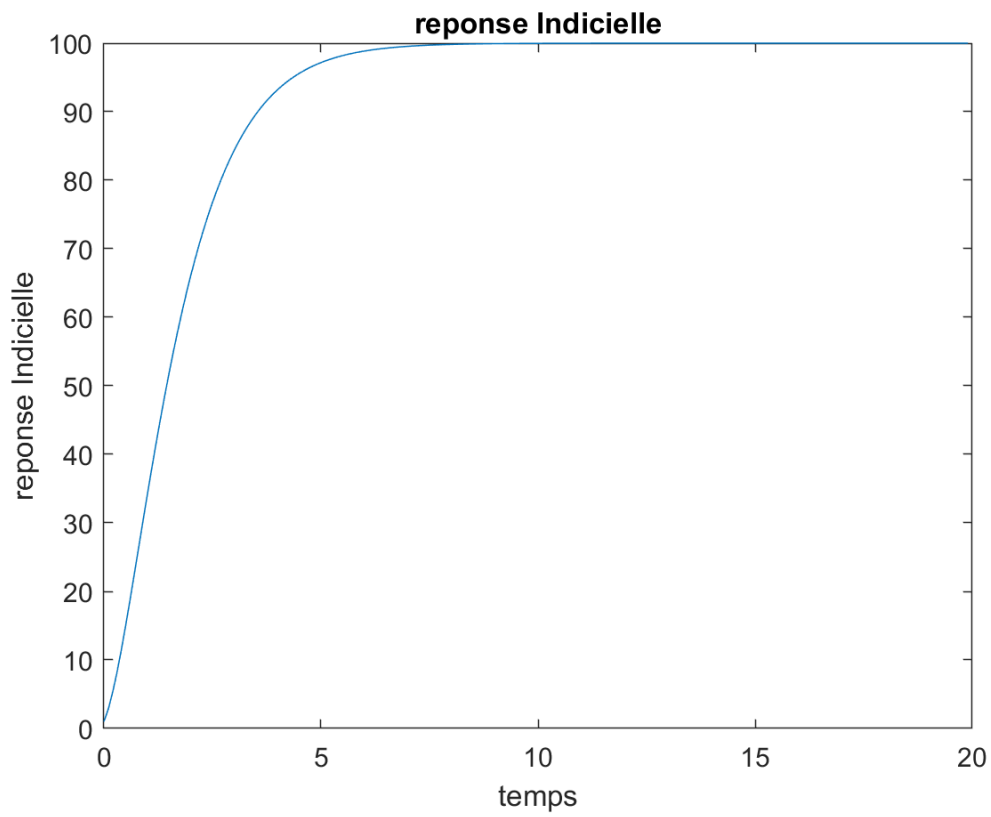
title('module H');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('module de H');

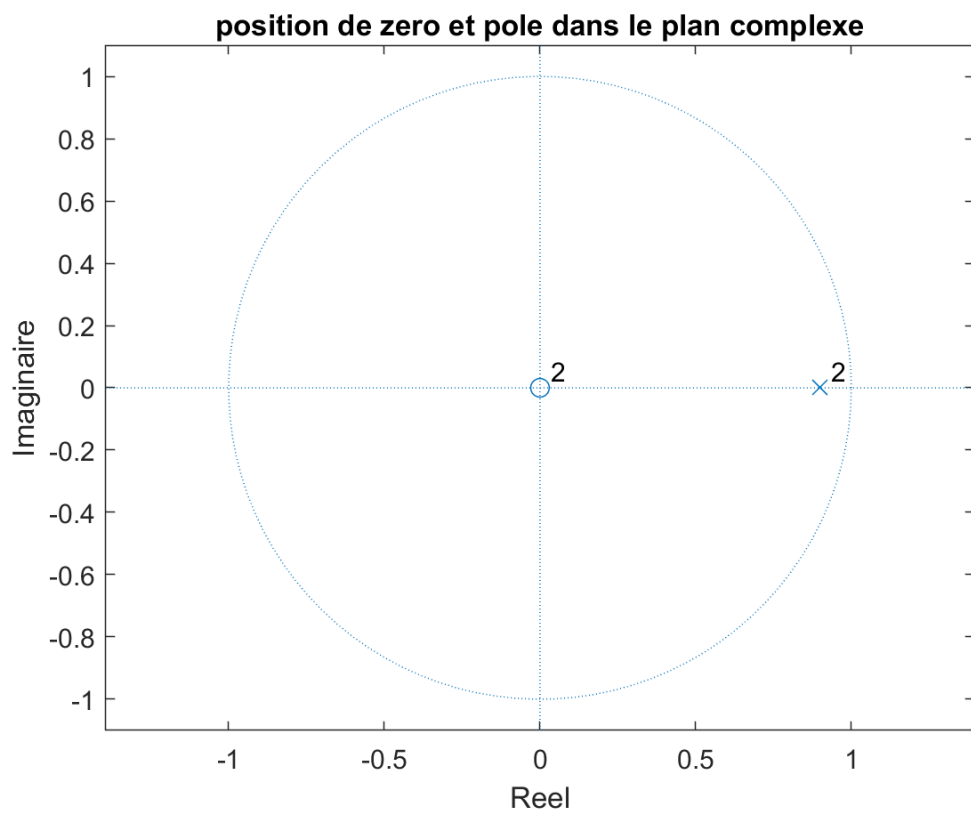
% ----- Figure de l'Argument -----
subplot(212);
plot(f,argument);
title('phase de la fonction de transfert en degrés');
xlabel ('Frequence Hz');
ylabel ('argument H');

% ----- Figure des Poles et Zeros -----
figure();
zplane(num,den)
title('position de zero et pole dans le plan complexe');
xlabel ('Reel');
ylabel ('Imaginaire');

```









```

%%%%%%%%%%%% TP4 TDS - - Analyse de filtres %%%%%%%%%%
% DOUZET Camille
% BARKOUDEH Julian
% EI2I 3 Groupe A
% 02/06/2021
% PARTIE 4

```

```

clear all
close all
clc

```

```

% ----- Variables utiles -----
load signal % Charger le signal.mat
r=input('r= '); %Demande la valeur de r
fo =20000

```

```

fo = 20000

```

```

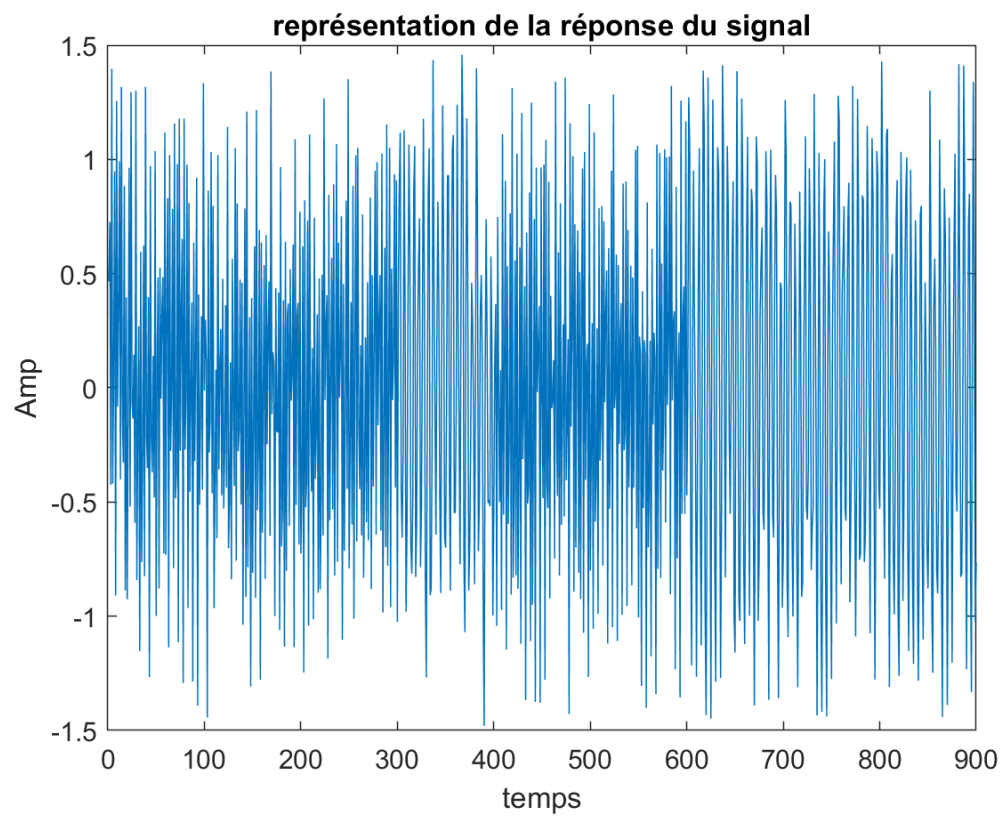
Fe=100000;
f1=40000;
f2=20000;
Te=1/Fe;
N=length(signal);
m=1:1:N;
f=0:Fe/N:(N-1)*Fe/N;
rep=filter([1], [1, -2*r*cos(2*pi*fo*Te) r^2], signal);

```

```

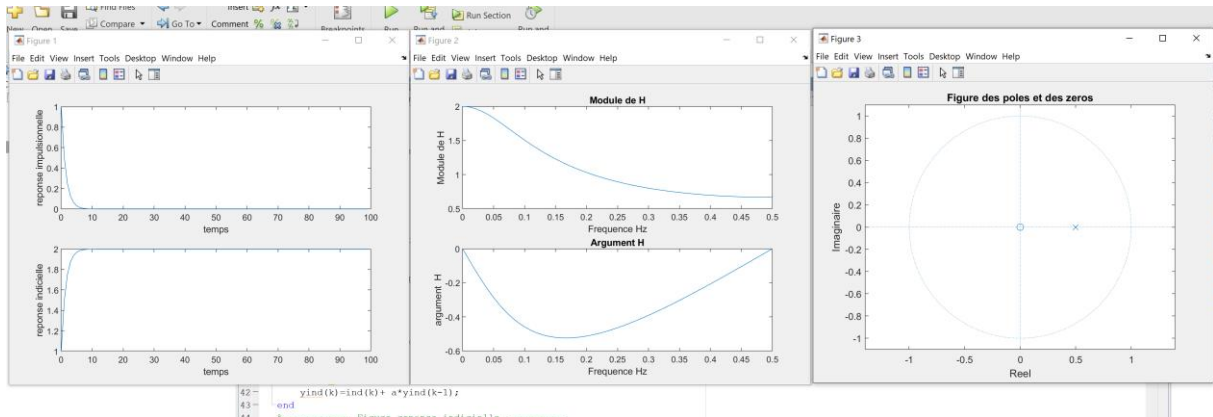
% ----- Figure de la representation de la reponse du singal -----
plot(m, rep);
title('représentation de la réponse du signal');
xlabel('temps');
ylabel('Amp');

```

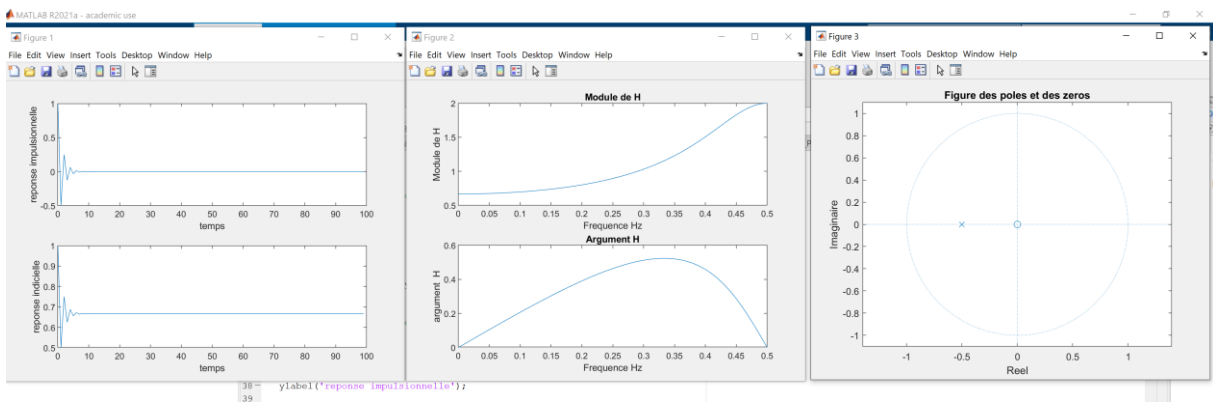


## 1. Filtre premier ordre purement récuratif

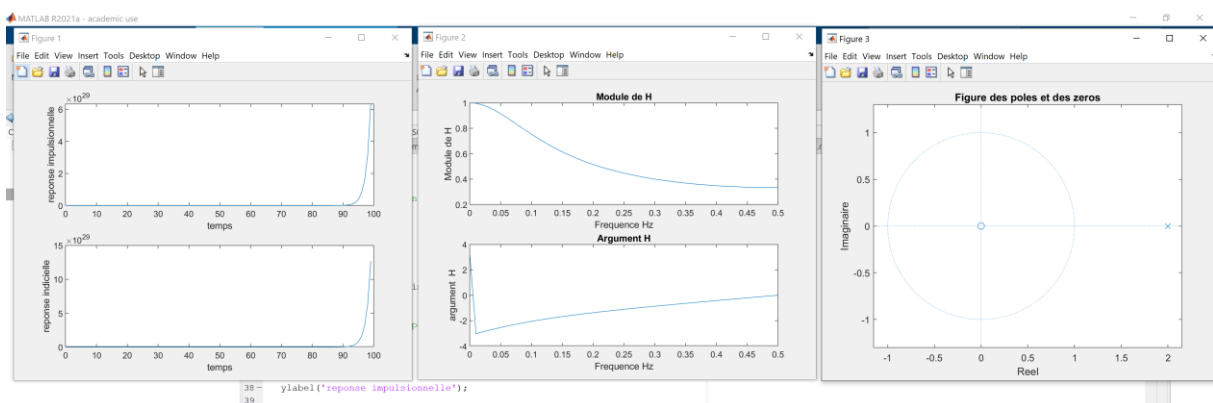
### Cas 1



### Cas 2

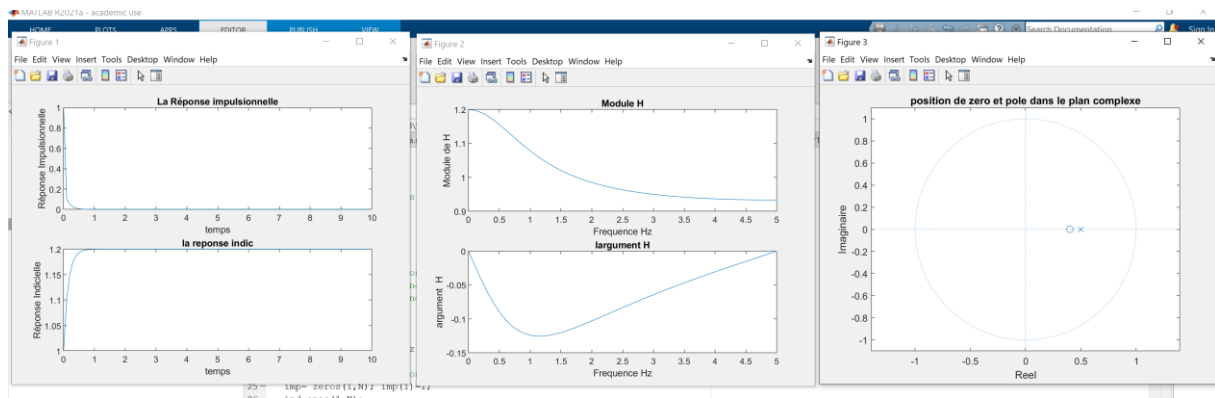


### Cas 3

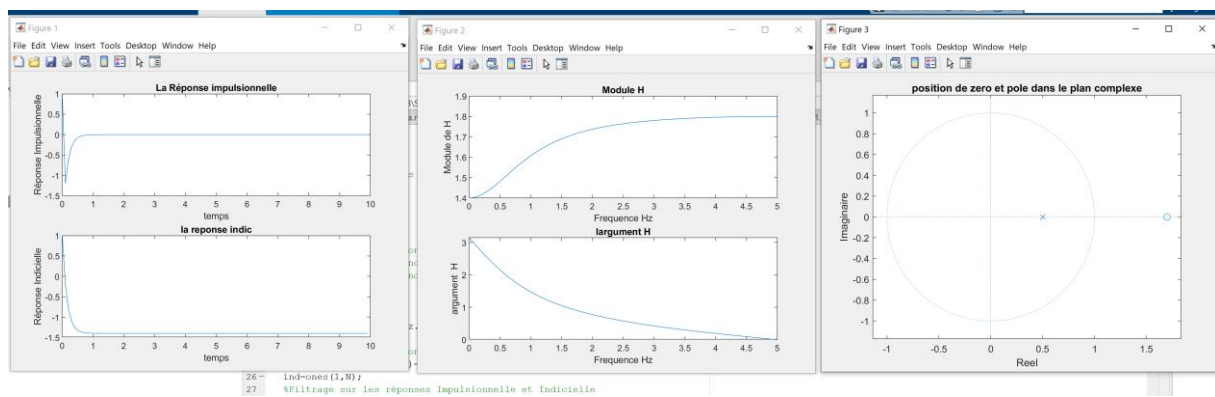


## 2. Filtre du premier ordre

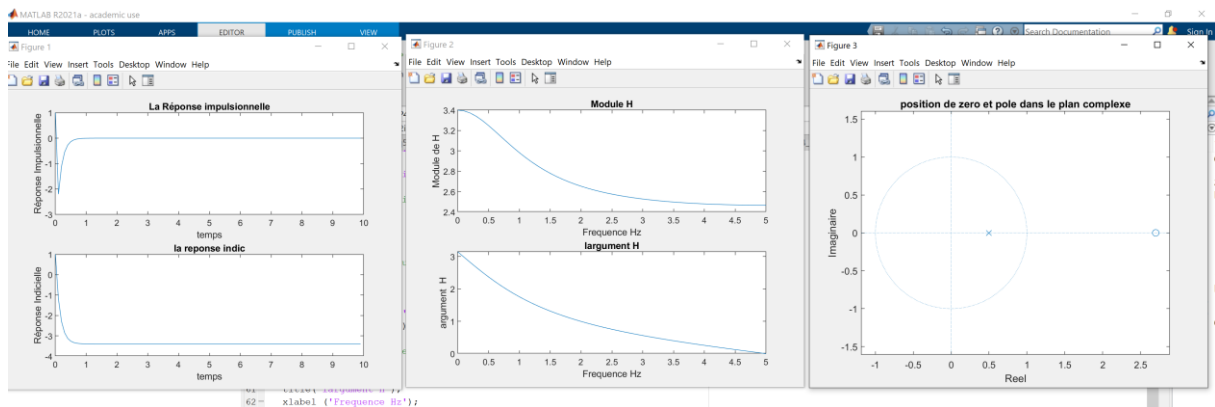
### Cas 1 :



Cas 2 :



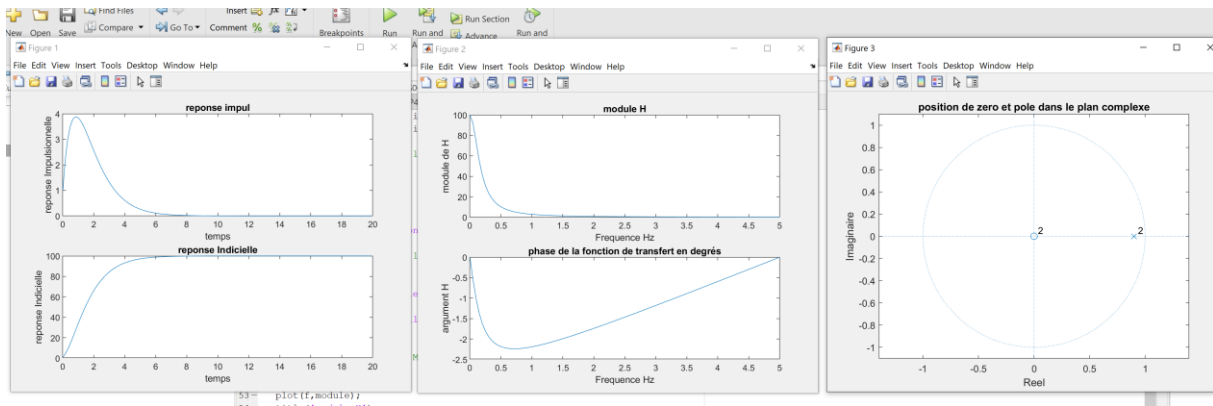
Cas 3 :



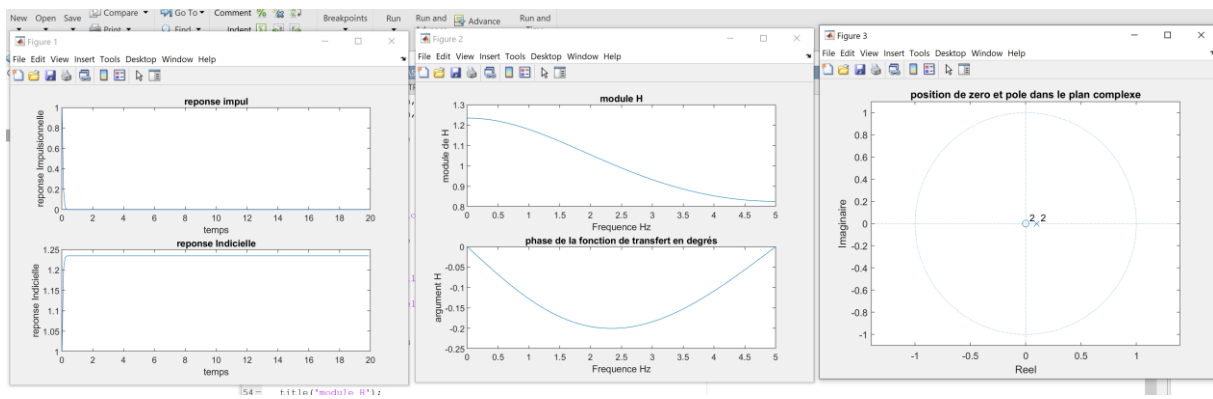
### 3. Filtre du premier ordre



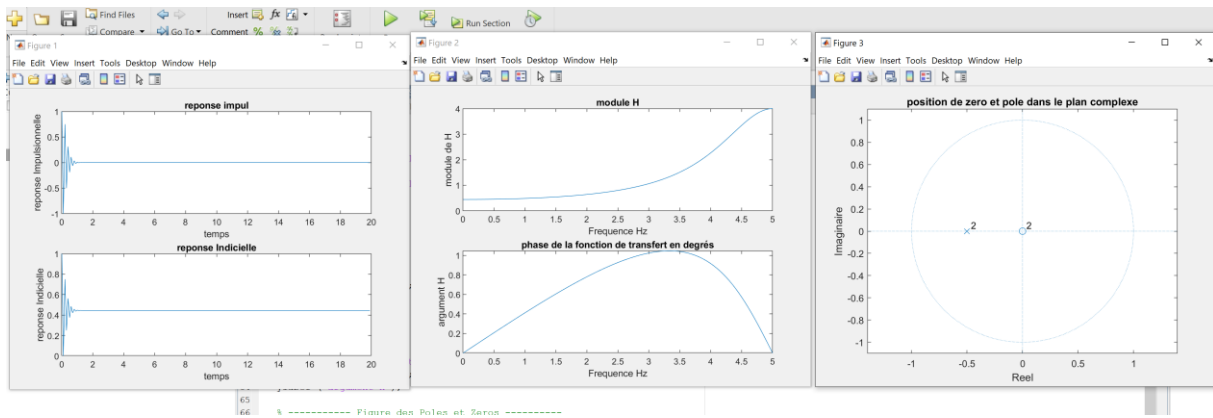
## Cas 1 :



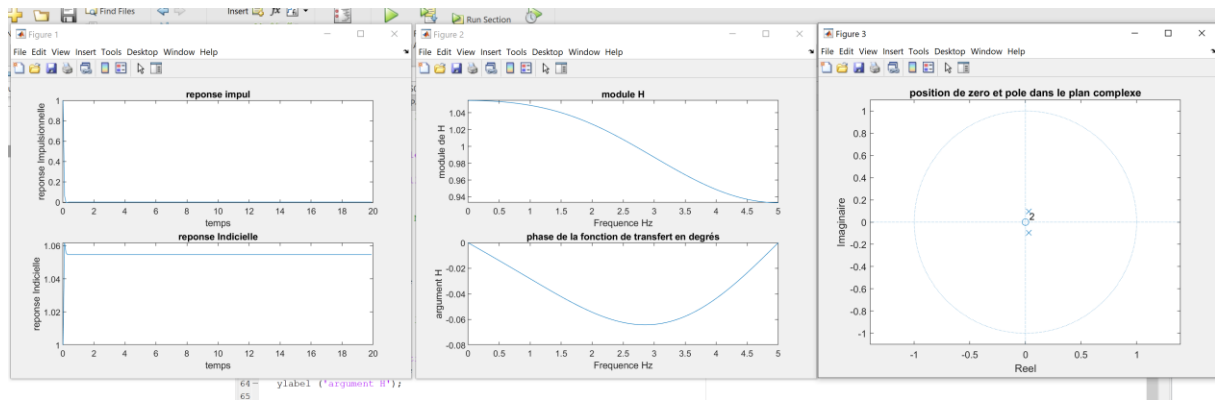
## Cas 2 :



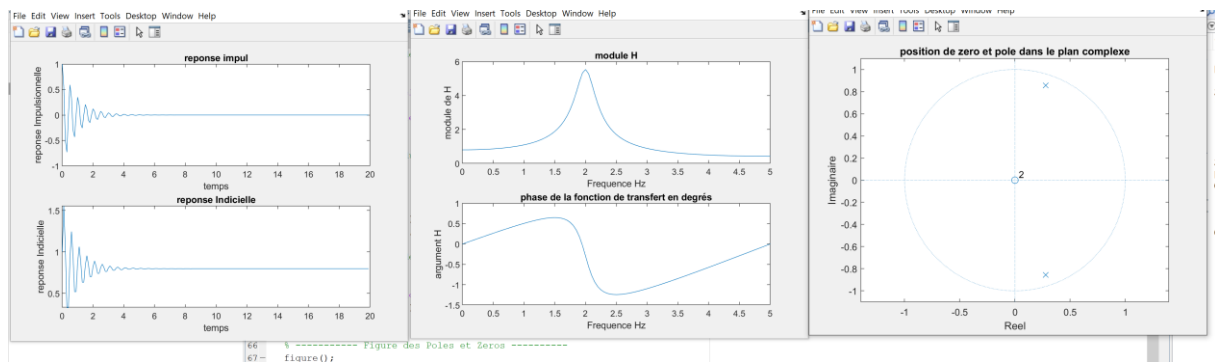
## Cas 3 :



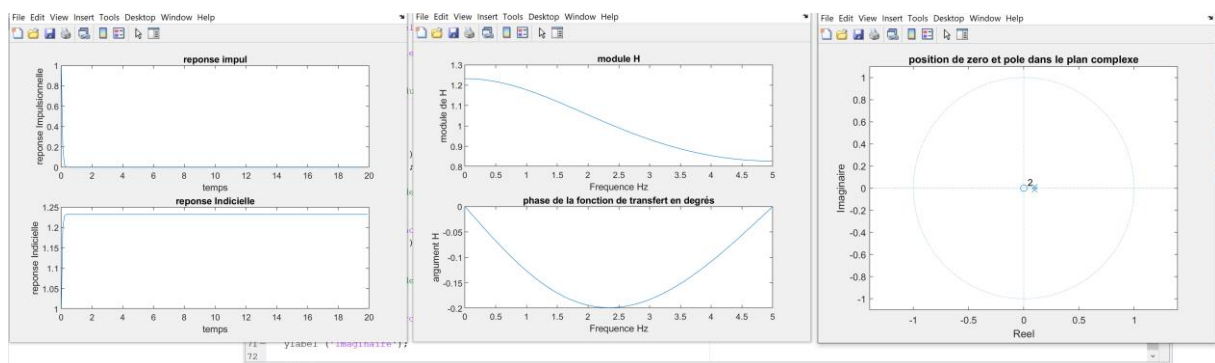
## Cas 4 :



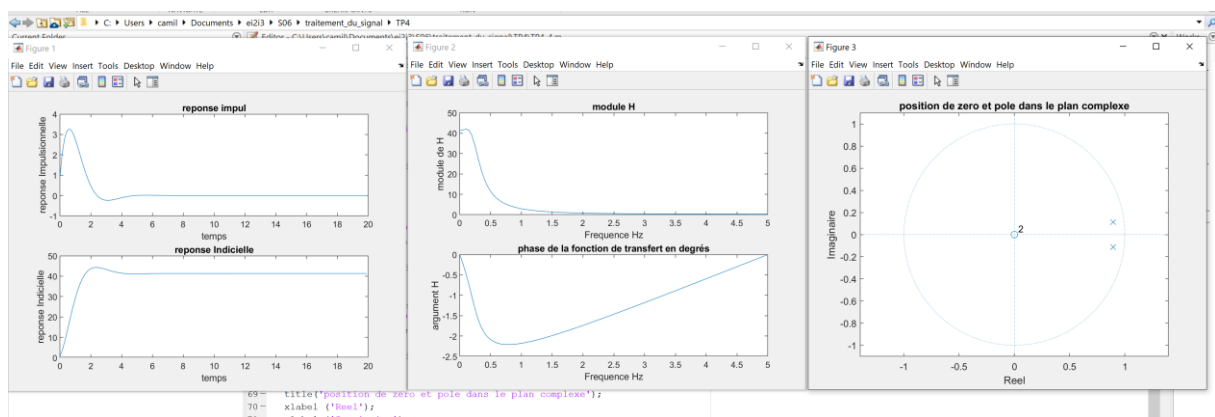
Cas 5 :



Cas 6 :

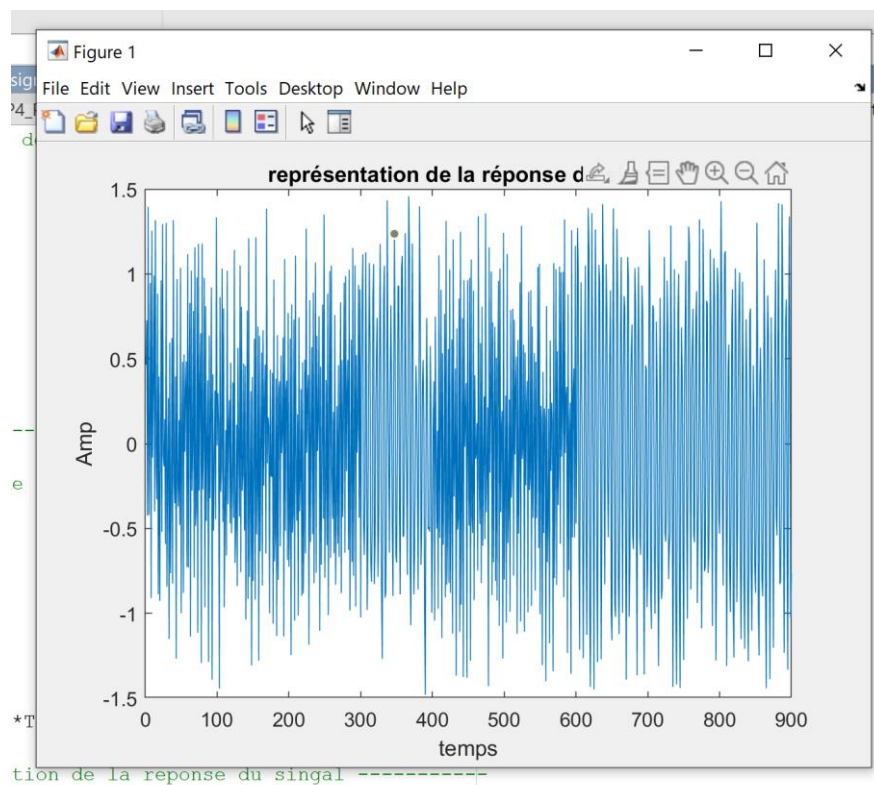


Cas 7 :

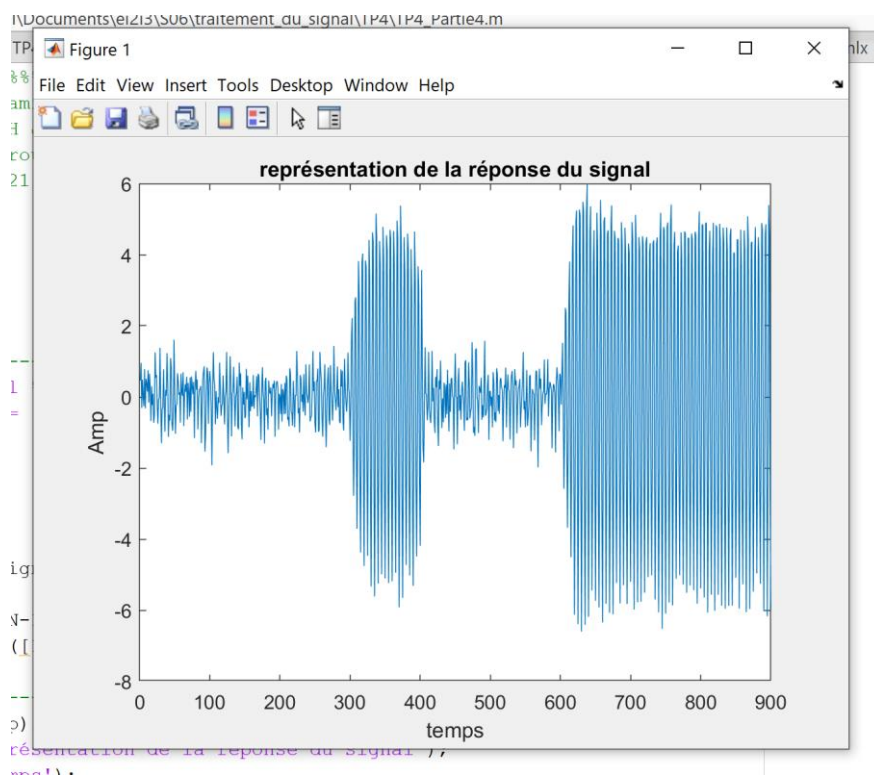


#### 4. Application : Détection de 0 et 1 en modulation FSK

### Cas 1 : Signal non filtré



### Cas 2 :



### Cas 3 :

