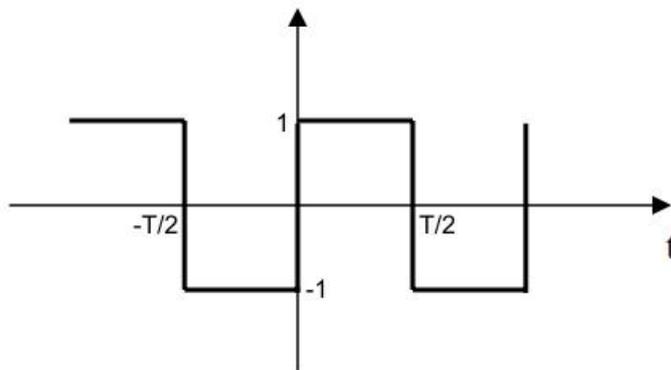


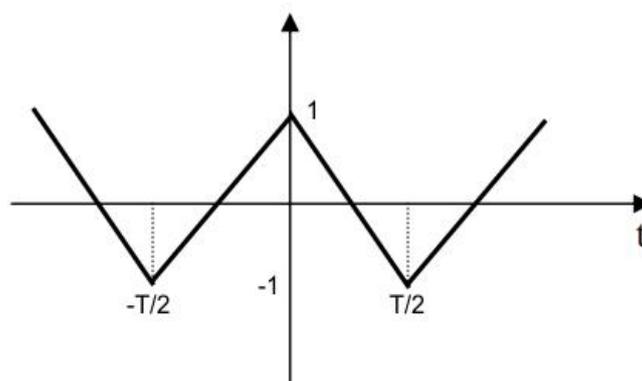
Trabajo Práctico N°3
Serie de Fourier en tiempo continuo

1. Desarrolle la serie de Fourier para las siguientes funciones utilizando propiedades de simetría.

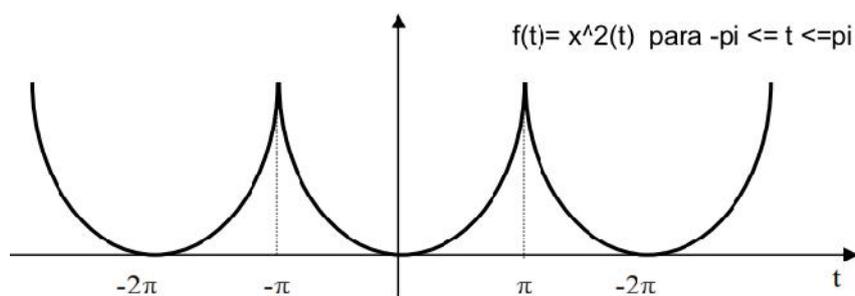
a)



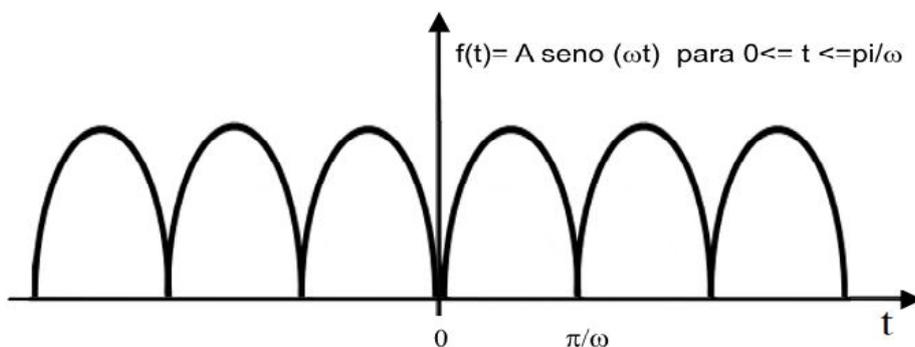
b)



c)

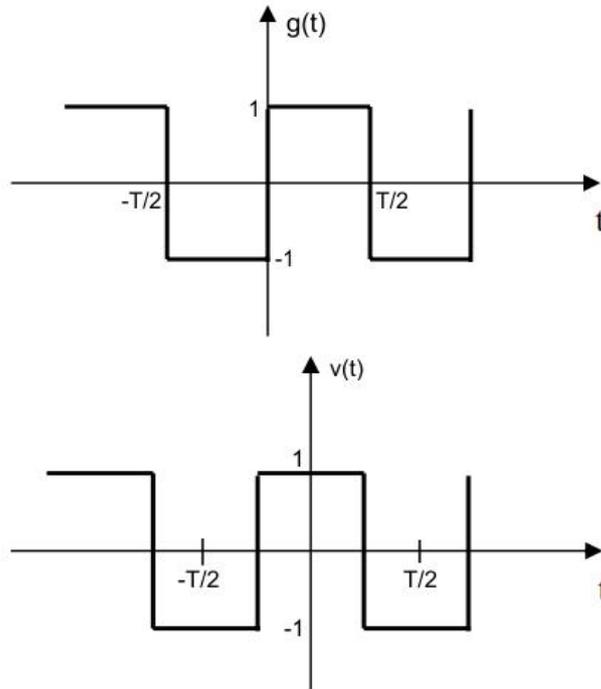


d)

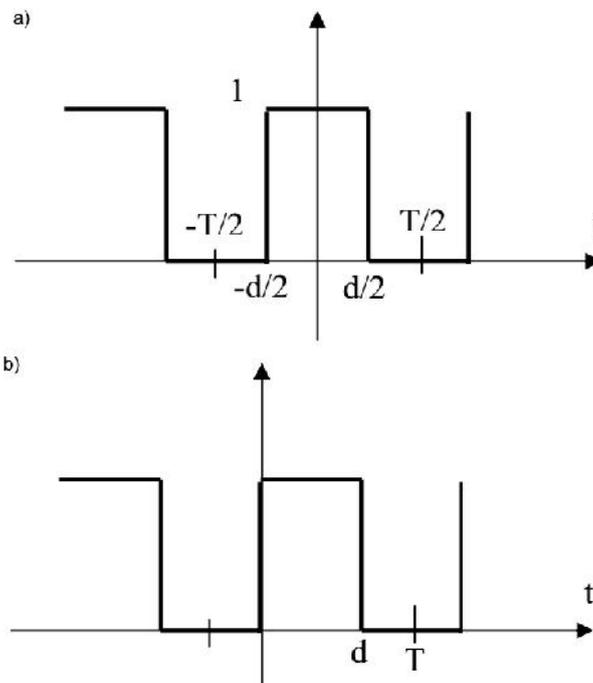


Trabajo Práctico N°3
Serie de Fourier en tiempo continuo

2. Grafique los coeficientes de Fourier de la forma exponencial en módulo y fase para las siguientes funciones. Compare y saque conclusiones.

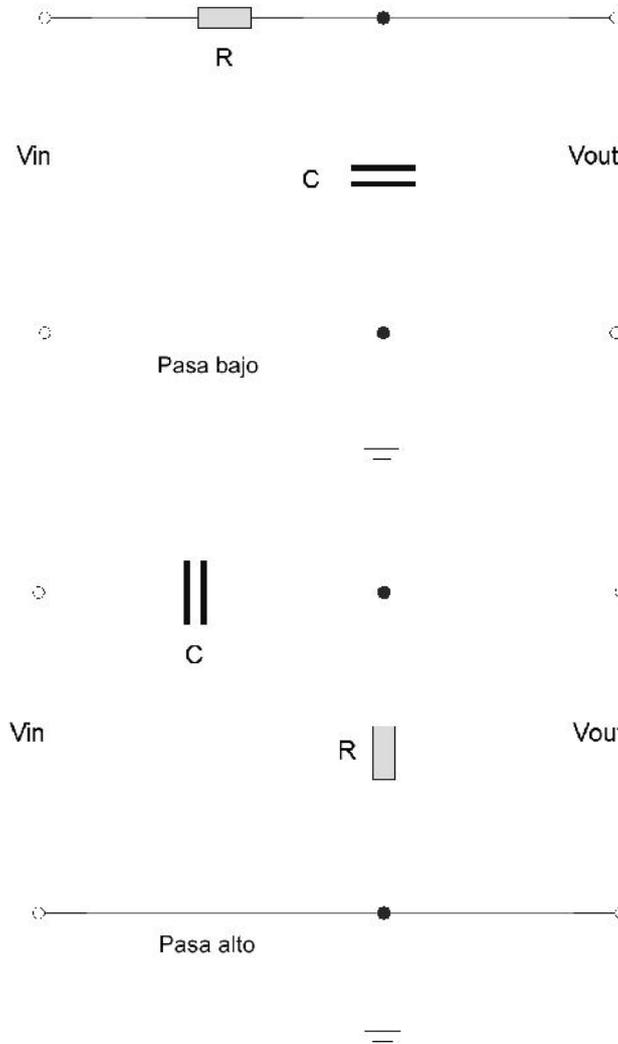


3. Encontrar el espectro de frecuencia para cada función periódica mostrada. Analice los efectos de variar d dejando T cte y variar T dejando d cte. *Sugerencia: Si considera $d = cte$, asigne al período los valores: $T = 3d$, $T = 5d$ y $T = 8d$. En cambio, si considera $T = cte$ asigne al ancho del pulso los valores: $d = T/3$, $d = T/5$ y $d = T/8$.*



Trabajo Práctico N°3
Serie de Fourier en tiempo continuo

4. Considere un circuito RC (tanto pasa-bajos como pasa-altos) donde la excitación es la señal del problema 3a). Calcule la tensión de salida en ambos casos. Compare con el caso ideal de filtros pasa-bajos y pasa-altos. Sacar conclusiones.



Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo****OCTAVE APLICADO**

Instalar previamente el módulo simbólico *symbolic-win-py-bundle-2.x.x.zip*. Luego cargar el módulo simbólico ejecutando en la ventana de comandos: *pkg load symbolic*.

- I. Este programa calcula los coeficientes de Fourier trigonométricos para la señal periódica del ejercicio 1_a). Las sentencias en Octave son las siguientes:

```
%Calcula los coeficientes de Fourier del Ej_1a
clc;
clear all;
%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
f=1;
T=1/f;
%Calcula simbólicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
%Coeficiente del valor medio
%exp0=int(-heaviside(t+1/2),-1/2,0)/T +
int(heaviside(t),0,1/2)/T;
%Coeficientes generales
expk=int((-1*exp(-1i*k*2*pi*f*t)),-1/2,0)*1/T +
int((1*exp(-1i*k*2*pi*f*t)),0,1/2)*1/T;
%Visualiza el valor medio de la señal
disp('El valor medio es:');
%disp(exp0);
%Visualiza la función general de los coeficientes
disp('La función de los coeficientes de fourier es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=23;
armo=1:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=(abs(coef));
%Fase de los coeficientes de Fourier
fascoef=(arg(coef));
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (1);
stem(armo,modcoef,'--r*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('N° de armónico');
ylabel('Amplitud');
figure (2);
stem(armo,fascoef,'--r*');
title('Fase de los coeficientes');
```

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

```
xlabel('N° de armónico');
```

```
ylabel('Radianes');
```

Se observa que tiene simetría impar y además simetría de media onda, por lo tanto, posee simetría de un cuarto de onda impar. Debido a esta simetría, el desarrollo en serie de Fourier trigonométrica de dicha función solo posee términos senos con coeficientes impares.

- II. Este programa calcula los coeficientes de Fourier exponenciales para la señal periódica del ejercicio 2 $g(t)$. Las sentencias en Octave son las siguientes:

```
%Programa que calcula los coeficientes de fourier del  
Ej_2 g(t)
```

```
clc
```

```
clear all
```

```
%Crea variables simbólicas
```

```
syms t;
```

```
syms k;
```

```
%Define frecuencia y período fundamental
```

```
f=1;
```

```
T=1/f;
```

```
%Calcula simbólicamente la expresión de los  
coeficientes de Fourier
```

```
expk=int((-1)*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-
```

```
1/2,0)/T+int((+1)*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,0,1/2)/T;
```

```
disp('La función para los coeficientes de fourier  
es:');
```

```
disp(expk);
```

```
%Rango de los armónicos para los coeficientes
```

```
am=20;
```

```
armo=-am:1:am;
```

```
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de  
Fourier
```

```
coef=double(subs(expk,k,armo));
```

```
vnan=find(isnan(coef));
```

```
coef(vnan)=0;
```

```
%Módulo de los coeficientes de Fourier
```

```
modcoef=abs(coef);
```

```
%Fase de los coeficientes de Fourier
```

```
fascoef=arg(coef);
```

```
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
```

```
figure (1);
```

```
stem(armo,modcoef,'--r*');
```

```
title('Módulo de los coeficientes');
```

```
xlabel('N° de armónico');
```

```
ylabel('Amplitud');
```

```
figure (2);
```

```
stem(armo,fascoef,'--r*');
```

```
title('Fase de los coeficientes');
```

```
xlabel('N° de armónico');
```

```
ylabel('Radianes');
```

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

- III. Este programa calcula los coeficientes de Fourier exponenciales para la señal periódica del ejercicio 2 $v(t)$. Las sentencias en Octave son las siguientes:

```
%Programa que calcula los coeficientes de fourier del
Ej_2 v(t)
clc
clear all
%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
f=1;
T=1/f;
%Calcula simbolicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
expk=int((-1)*exp(-1i*2*pi*k*f*t),t,-1/2,-
1/4)/T+int((+1)*exp(-1i*2*pi*k*f*t),t,-
1/4,1/4)/T+int((-1)*exp(-
1i*2*pi*k*f*t),t,1/4,1/2)/T;
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=20;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=0;
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
%Fase de los coeficientes de Fourier
fascoef=arg(coef);
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (1);
stem(armo,modcoef,'--r*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('N° de armónico');
ylabel('Amplitud');
figure (2);
stem(armo,fascoef,'--r*');
title('Fase de los coeficientes');
xlabel('N° de armónico');
ylabel('Radianes');
```

- IV. Este programa calcula los coeficientes de Fourier exponenciales para la señal periódica del ejercicio 3a. Se analiza el cambio del espectro modificando el ancho del pulso con período constante. Las sentencias en Octave son las siguientes:

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

```
%Programa que calcula los coeficientes de fourier del
Ej_3a con d=cte
clc
clear all
%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
d=1;
T=3*d;
f=1/T;
%Calcula simbolicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=12;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=double(exp0);
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (1);
x=armo*f;
plot(x,modcoef,'r*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('Frecuencia');
ylabel('Amplitud');

%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
d=1;
T=5*d;
f=1/T;
%Calcula simbolicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
```

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

```
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=12;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=double(exp0);
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (2);
x=armo*f;
plot(x,modcoef,'b*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('Frecuencia');
ylabel('Amplitud');

%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
d=1;
T=8*d;
f=1/T;
%Calcula simbólicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=12;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=double(exp0);
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (3);
x=armo*f;
plot(x,modcoef,'m*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('Frecuencia');
```

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

```
ylabel('Amplitud');
```

Posteriormente se vuelve analizar el espectro modificando el período de la señal, pero manteniendo constante el ancho del pulso. Las sentencias en Octave son las siguientes:

```
%Programa que calcula los coeficientes de fourier del  
Ej_3a con T=cte
```

```
clc
```

```
clear all
```

```
%Crea variables simbólicas
```

```
syms t;
```

```
syms k;
```

```
%Define frecuencia y período fundamental
```

```
T=1;
```

```
f=1/T;
```

```
d=T/3;
```

```
%Calcula simbólicamente la expresión de los  
coeficientes de Fourier
```

```
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
```

```
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
```

```
disp('La función para los coeficientes de fourier  
es:');
```

```
disp(expk);
```

```
%Rango de los armónicos para los coeficientes
```

```
am=12;
```

```
armo=-am:1:am;
```

```
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de  
Fourier
```

```
coef=double(subs(expk,k,armo));
```

```
vnan=find(isnan(coef));
```

```
coef(vnan)=double(exp0);
```

```
%Módulo de los coeficientes de Fourier
```

```
modcoef=abs(coef);
```

```
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
```

```
figure (1);
```

```
x=armo*f;
```

```
plot(x,modcoef,'r*');
```

```
title('Módulo de los coeficientes');
```

```
xlabel('Frecuencia');
```

```
ylabel('Amplitud');
```

```
%Crea variables simbólicas
```

```
syms t;
```

```
syms k;
```

```
%Define frecuencia y período fundamental
```

```
T=1;
```

```
f=1/T;
```

```
d=T/5;
```

Trabajo Práctico N°3**Serie de Fourier en tiempo continuo**

```
%Calcula simbólicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=12;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=double(exp0);
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes
figure (2);
x=armo*f;
plot(x,modcoef,'b*');
title('Módulo de los coeficientes');
xlabel('Frecuencia');
ylabel('Amplitud');

%Crea variables simbólicas
syms t;
syms k;
%Define frecuencia y período fundamental
T=1;
f=1/T;
d=T/8;
%Calcula simbólicamente la expresión de los
coeficientes de Fourier
exp0=(int((heaviside(t+1/2)),-d/2,d/2)/T);
expk=(int((1*exp(-1i*2*pi*k*f*t)),t,-d/2,d/2)/T);
disp('La función para los coeficientes de fourier
es:');
disp(expk);
%Rango de los armónicos para los coeficientes
am=12;
armo=-am:1:am;
%Evaluación de la expresión de los coeficientes de
Fourier
coef=double(subs(expk,k,armo));
vnan=find(isnan(coef));
coef(vnan)=double(exp0);
%Módulo de los coeficientes de Fourier
modcoef=abs(coef);
```

Trabajo Práctico N°3

Serie de Fourier en tiempo continuo

```
%Gráfica del módulo y fase de los coeficientes  
figure (3);  
x=armo*f;  
plot(x,modcoef,'m*');  
title('Módulo de los coeficientes');  
xlabel('Frecuencia');  
ylabel('Amplitud');
```