- Aplicación en Matlab: Utilización y análisis de la respuesta transitoria

1. Cargar un archivo *.mat, el cual será una matriz que contiene dos filas de vectores. En la primera se encuentra el tiempo y en la segunda, la respuesta al escalón unitario del sistema real.
2. Visualizar dicha respuesta en una gráfica
3. Determinar si el sistema tiene una respuesta sobreamortiguada o subamortiguada, para luego implementar el método seleccionado que permita encontrar la función de transferencia que modela al sistema.
4. Presentar la función de transferencia obtenida en su forma estándar y todos los parámetros que la caracterizan, como constante de proporcionalidad, tiempo muerto, constantes de tiempo, coeficiente de amortiguamiento o frecuencia natural de oscilación. Asimismo, en la anterior gráfica se debe visualizar la respuesta al escalón unitario del nuevo sistema.
5. Determinar en qué porcentaje se parece el modelo obtenido al sistema real. Para ello, cada grupo de trabajo debe investigar acerca de los índices de desempeño ISE, ITSE e ITAE, seleccionar con cuál de éstos trabajará y aplicarlo para dar un porcentaje entre 0 - 100% de cuán parecida es la respuesta del modelo obtenido con el sistema real.
6. Guardar el modelo obtenido del sistema real mediante su función de transferencia

1,2 y 3

```
global t y;
%1.cargando el archivo
[file, path]=uigetfile;
data=load([path,file]);
data=struct2array(data);
%2.visualizar respuesta
plot(app.UIAxes, data(:,1), data(:,2));
t=data(:,1);
y=data(:,2);
%3.definiendo si la respuesta es subamortiguada o amortiguada
if max(y)>y(end)
set(app.TipoTextArea,'Value','Sistema Subamortiguado');
else
set(app.TipoTextArea,'Value','Sistema Sobreamortiguado');
end
```

La ganancia es el cambio total en la salida dividido por el cambio en la entrada:

$$k_p = \Delta y / \Delta u \qquad (4)$$

- Método alfaro

3.2.2 MÉTODO DE DOS PUNTOS GENERAL

Con posterioridad a la presentación del método de dos puntos de Smith se han desarrollado otros basados en el mismo procedimiento, diferenciándose únicamente en la selección de los dos instantes en que la respuesta del modelo se hace coincidir con la del proceso real.

Pueden establecerse, por consiguiente, ecuaciones generales para los *métodos de dos puntos*, con el fin de identificar un modelo de primer orden más tiempo muerto dado por (1) con base en los tiempos requeridos para alcanzar dos puntos específicos en la curva de reacción del proceso.

Si p_1 y p_2 son dos valores porcentuales del cambio en la respuesta del sistema a un cambio escalón en la entrada y t_1 y $_2$ son los tiempos requeridos para alcanzar estos dos valores, como se muestra en la Fig. Nº 3, entonces los parámetros de un modelo de primer orden más tiempo muerto se pueden obtener de:

$$\tau = a\,t_1 + b\,t_2 \tag{9}$$

$$t_m = c\,t_1 + d\,t_2 \tag{10}$$

Tabla Nº 1 - *Constantes para la identificación de los modelos de primer orden más tiempo muerto*

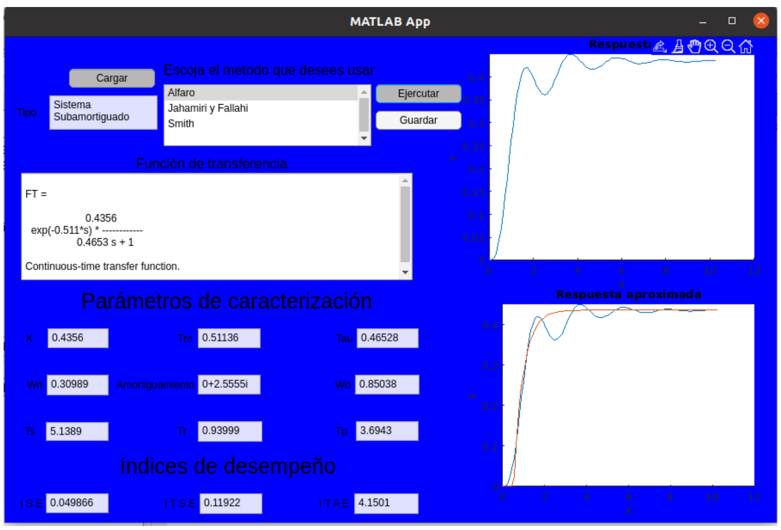
Método	$\%p_1\ (t_1)$	$\%p_2\ (t_2)$	*A*	*b*	*c*	*d*
Alfaro	250	75.0	-0.910	0.910	1.262	-0.262
Bröida	28,0	40.0	-5.500	5.500	2.800	-1.800
Chen y Yang	33,0	67.0	-1.400	1.400	1.540	-0.540
Ho *et al.*	35.0	85.0	-0.670	0.670	1.300	-0.290
Smith	28.3	63.2	-1.500	1.500	1.500	-0.500
Viteckova *et al.*	33.0	70.0	-1.245	1.245	1.498	-0.498

Primer orden más tiempo muerto

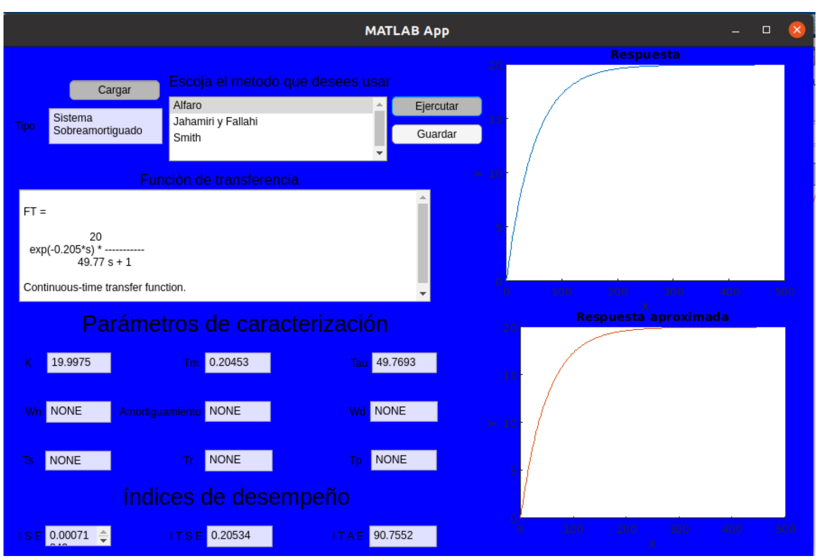
$$G_p(s) = \frac{k_p\, e^{-t_m s}}{\tau s + 1} \tag{1}$$

```
if strcmp(V, 'Alfaro')
    %METODO DE LOS DOS PUNTOS GENERAL USANDO CONSTANTES
    %DE ALFARO(SOBREAMORTIGUADOS)
    t1=0.25*y(end);
    t2=0.75*y(end);
    t1i=interp1(y,t,t1);
    t2i=interp1(y,t,t2);
    %Constantes de Alfaro
    a=-0.910;b=0.910;c=1.262;d=-0.262;
    tau=a*t1i+b*t2i;
    tm=c*t1i+d*t2i;
    %funcion de transferencia
    num=y(end);
    den=[tau 1];
    FT=tf(num,den,'InputDeLay',tm);
    FT_str=evalc('FT');
end
```

- Caso subamortiguado(test1)



- Caso sobreamortiguado(test2)



- Metodo Jahamiri y Fallahi

3.3.2 MÉTODO DE JAHANMIRI Y FALLAHI[6]

Este método está basado en los tiempos para alcanzar el 2 (t_2) o el 5 % (t_5), el 70 % (t_{70}) y el 90 % (t_{90}) del valor final. Las ecuaciones para identificar el modelo son:

$t_m = t_2$ o t_5, el que dé menor IAE (21)

$$\eta = \frac{t_{90} - t_{70}}{t_{90} - t_m} \quad (22)$$

$$\varsigma = \sqrt{\frac{0.4844651 - 0.75323499\eta}{1 - 2.0946444\eta}} \; , \quad \eta \leq 0.4771 \quad (23)$$

$$\varsigma = 13.9352 \; , \quad \eta \geq 0.4771 \quad (24)$$

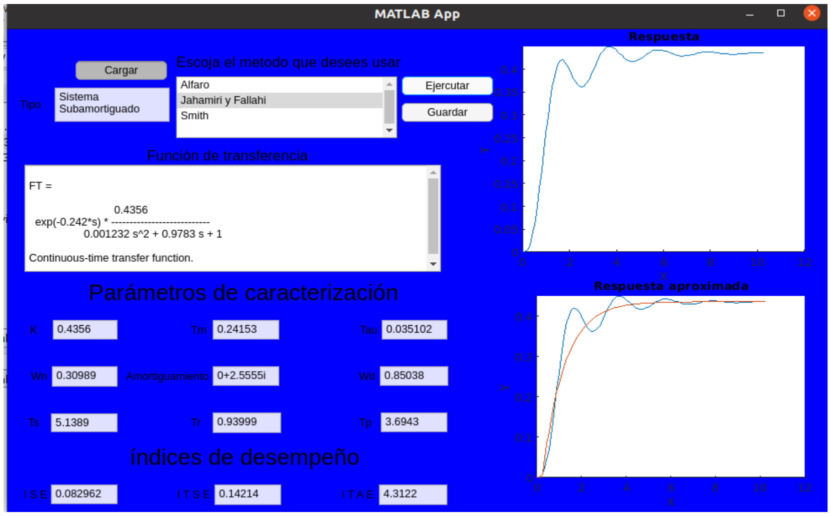
$$\tau = \frac{t_{90} - t_m}{0.424301 + 4.62533\varsigma - 2.65412e^{-\varsigma}} \quad (25)$$

y la ganancia calculada con (4).

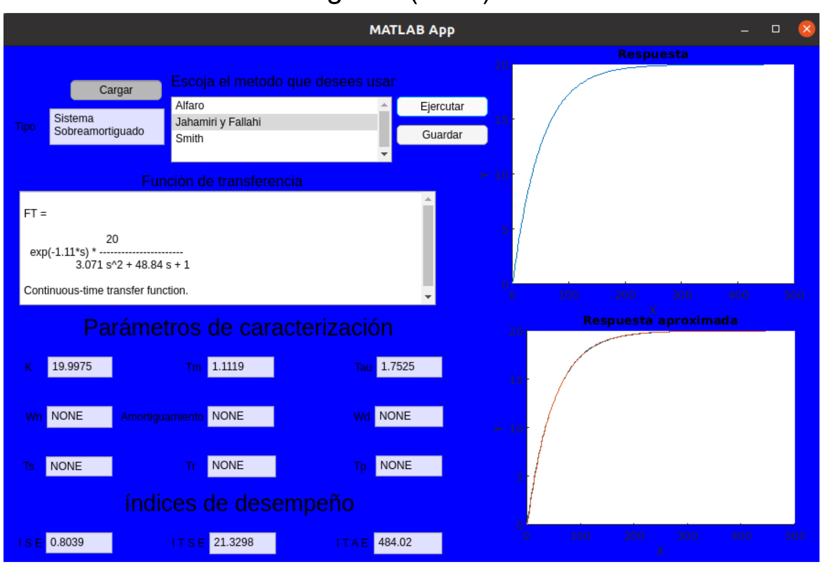
$$G_p(s) = \frac{\omega_n^2 k_p e^{-t_m s}}{s^2 + 2\varsigma\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau^2 s^2 + 2\varsigma\tau s + 1} \quad (3)$$

```
if strcmp(V,'Jahamiri y Fallahi')
    %METODO DE JAHANMIRI Y FALLAHI SUBAMORTIGUADOS SEGUNDO
    %ORDEN
    t3=0.05*y(end);
    t4=0.70*y(end);
    t5=0.90*y(end);
    t6=0.02*y(end);
    t3i=interp1(y,t,t3);
    t4i=interp1(y,t,t4);
    t5i=interp1(y,t,t5);
    t6i=interp1(y,t,t6);
    n=(t5i-t4i)/(t5i-t6i);
    cond= n<=0.4771;
    if cond
        sigma=sqrt((0.4844651-(0.75323499.*n))/(1-2.0946444.*n));
    else
        sigma=13.9352;
    end
    tau=(t5i-t6i)/((0.424301)+(4.62533.*sigma)-(2.65412*exp(-sigma)));
    tm=t6i;
    %funcion de transferencia
    num=(y(end));
    den=[tau^2 (2.*sigma.*tau) 1];
    FT=tf((y(end)),[tau.^(2) (2.*sigma.*tau) 1],'InputDeLay',tm);
    FT_str=evalc('FT');
end
```

- Caso subamortiguado(test1)



- Caso sobreamortiguado(test2)



- Metodo smith

3.2.1 MÉTODO DE SMITH[9]

El primer método basado en dos puntos sobre la curva de reacción fue propuesto por Smith. Los instantes seleccionados por este autor fueron los tiempos requeridos para que la respuesta alcance el 28.3% (t_{28}) y el 63.2% (t_{63}) del valor final, y corresponden a:

$$t_{28} = t_m + \tau/3 \quad (5)$$

$$t_{63} = t_m + \tau \quad (6)$$

Este sistema de ecuaciones se puede resolver para t_m y τ obteniéndose:

$$\tau = 1.5(t_{63} - t_{28}) \quad (7)$$

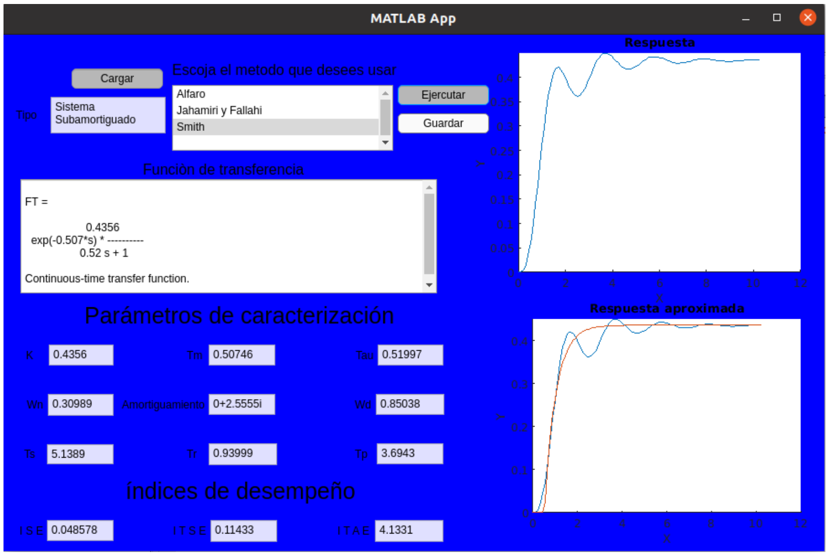
$$t_m = t_{63} - \tau \quad (8)$$

Primer orden más tiempo muerto

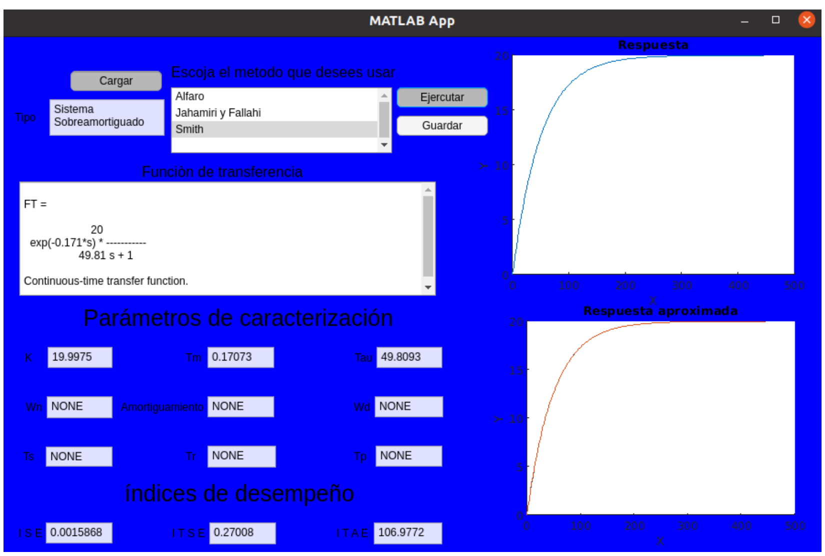
$$G_p(s) = \frac{k_p e^{-t_m s}}{\tau s + 1} \quad (1)$$

```
if strcmp(V,'Smith')
    %METODO DE SMITH PRIMER ORDEN
    t28=y(end)*0.283;
    t63=y(end)*0.632;
    t28i=interp1(y,t,t28);
    t63i=interp1(y,t,t63);
    tau=1.5*(t63i-t28i);
    fr=1/tau;
    tm=(t63i-tau);
    num=y(end);
    den=[tau 1];
    FT=tf(num,den,'InputDeLay',tm);
    FT_str=evalc('FT');
end
```

- Caso subamortiguado(test1)



- Caso sobreamortiguado(test2)



- Índices de desempeño

$$ISE = \int \varepsilon^2 dt$$

$$IAE = \int |\varepsilon| dt$$

$$ITAE = \int t|\varepsilon| dt$$

```
%PARA ISE
f1=y-F_1;
ISE=trapz(f1.^2);

%PARA ITSE
f2=y-F_1;
ITSE=trapz(t.*f2.^2);

%PARA ITAE
f3=y-F_1;
ITAE=trapz(t.*abs(f3));
```

-

https://docplayer.es/57542631-Identificacion-de-procesos-sobreamortiguados-utilizando-tecnicas-de-lazo-abierto.html
https://www.online-courses.vissim.us/Strathclyde/measures_of_controlled_system_pe.htm