

## Ejemplos de Simulación - Tres TAC en serie

### Tres TAC en serie

1. Escribir el modelo matemático para un sistema de tres tanques en serie, isotérmicos y a la misma temperatura, con volúmenes iguales y constantes.

a.- Sistema a lazo abierto

Simularemos el comportamiento dinámico del proceso para las siguientes condiciones iniciales:

$$C_{A1,0} = 0,4 \text{ kgmol de A/m}^3$$

$$C_{A2,0} = 0,2 \text{ kgmol de A/m}^3$$

$$C_{A3,0} = 0,1 \text{ kgmol de A/m}^3$$

La variable manipulada es  $C_{A,0}$ . A tiempo  $t = 0$  su valor se ajusta a  $C_{A,0} = 1,8 \text{ kgmol/m}^3$  y se mantiene constante. Los otros parámetros del sistema son:  $\tau = 2 \text{ min}$  y  $k = 0,5 \text{ min}^{-1}$ .

b.- Sistema a lazo cerrado

Supongamos ahora que la variable controlada es la concentración del reactivo  $A$  en la salida del tercer tanque ( $C_{A3}$ ). Agregaremos un controlador PI para cerrar el lazo.

El controlador "mira" la concentración del producto que sale del tercer tanque y realiza ajustes en la concentración de entrada al primero ( $C_{A0}$ ) para mantener a  $C_{A3}$  próximo al valor deseado (set point,  $C_{A3}^{set}$ ).

Supongamos que  $C_{A0} = C_{AM} + C_{AD}$ , siendo  $C_{AM}$  la variable manipulada, y  $C_{AD}$  la perturbación de carga.

Esta es una idealización del sistema físico real, en el cual la señal de control actúa para mover la posición de una válvula que regula el caudal de una corriente rica en el reactivo  $A$  (alta concentración de  $A$ ). Esta se mezcla con la corriente de alimentación del proceso, para modificar entonces  $C_{A0}$  en función del valor deseado de  $C_{A3}$ .

El controlador es PI (proporcional + integral):

$$C_{AM} = 0,8 + K_c \left( E + \frac{1}{\tau_I} \int E(t) dt \right)$$

$$E = C_{A3}^{set} - C_{A3}$$

$K_c$  = ganancia del controlador (adimensional)

$\tau_I$  = constante de tiempo integral (unidades de tiempo)

A continuación presentamos el desarrollo de la S-Function para resolver el ejercicio.

```
function [sys,z0,str,ts]=tac_serie(t,z,u,flag,zi)
%Sfunction para un sistema de tres TAC en serie
%parámetros por defecto
%estado inicial
```

```

if ~exist('zi')
    zi=zeros(3,1);
end;

switch flag,
    %%%%%%%%%%%
    % Initialization %
    %%%%%%%%%%%
    case 0,
        [sys,z0,str,ts]=mdlInitializeSizes(zi);

        %%%%%%%%%%%
        % Derivatives %
        %%%%%%%%%%%
    case 1,
        sys=mdlDerivatives(t,z,u);

        %%%%%%%%%%%
        % Outputs %
        %%%%%%%%%%%
    case 3,
        sys=mdlOutputs(t,z,u);
        %Unhandled flags
    case {2,4,9},
        sys=[];

        %%%%%%%%%%%
        % Unexpected flags %
        %%%%%%%%%%%
    otherwise
        error(['Unhandled flag = ',num2str(flag)]);

end

% end
%=====
% mdlInitializeSizes
% Return the sizes, initial conditions, and sample times for the S-function.
%=====
%
function [sys,z0,str,ts]=mdlInitializeSizes(zi)

sizes = simsizes;

sizes.NumContStates = 3; sizes.NumDiscStates = 0;
sizes.NumOutputs = 3; sizes.NumInputs = 1;
sizes.DirFeedthrough = 0;
sizes.NumSampleTimes = 1; % at least one sample time is needed

sys = simsizes(sizes);
    
```

```
%
% initialize the initial conditions
%
z0 = zi;
str=[];% str is always an empty matrix
ts=[0 0];% initialize the array of sample times

% end mdlInitializeSizes

%
%=====
% mdlDerivatives
% Return the derivatives for the continuous states.
%=====
%
function sys=mdlDerivatives(t,z,u,zi)

%la entrada es C_A0= t=0 1,8 Kgmol de A/m^3
tau=2;%min
k=0.5;%min^-1

z1p=(u-z(1))/tau-k*z(1); z2p=(z(1)-z(2))/tau-k*z(2);
z3p=(z(2)-z(3))/tau-k*z(3);

sys = [z1p;z2p;z3p];

% end mdlDerivatives

%=====
% mdlOutputs
% Return the block outputs.
%=====
%
function sys=mdlOutputs(t,z,u)

sys = z;

% end mdlOutputs
```

A continuación mostramos los diagramas hechos en simulink del sistema a Lazo Abierto y a Lazo cerrado, en donde se llama a la S-Function que mostramos anteriormente.

