Electiva 188 - Introducción a Octave
Trabajo Práctico 5

Daniel Millán, Nicolás Muzi, Eduardo Rodríguez

CONICET
&
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, UNCuyo
San Rafael 5600, Argentina
Abril–Mayo de 2020

Ejercicio 1. Cinemática del sólido rígido.

Se considera un sistema de barras que giran sin rozamiento, ver diagrama en Figura 1. Una barra AB de longitud $a = 10cm$ gira con velocidad angular $\omega = 12rad/s$ en sentido anti horario, respecto al punto A que se encuentra fijo. A esta barra está unida una barra BC de longitud $b = 15cm$, la cual gira libremente. Finalmente el otro extremo de la barra BC está unida a la barra CD de longitud $c = 20cm$ que posee su otro extremo fijo.

Mediante el empleo de un *script* resuelva los siguiente ítems en Octave:

1. Determinar la posición de los extremos de las barras en función del tiempo, grafique las trayectorias en el plano xy.
2. Graficar la posicion horizontal y vertical del punto C en funcion del tiempo.
3. Determinar numéricamente la velocidad del punto de unión C para cada instante de tiempo.
4. Realizar una animación para ver la cinemática de las barras. Muestre en la misma figura la posición de las barras y la velocidad horizontal y vertical del punto C en función del tiempo.

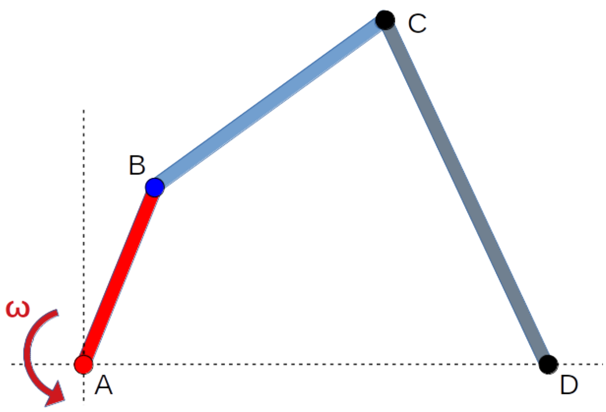

Figura 1: Esquema cinemática barras rígidas. Una barra AB de longitud $10cm$ gira con velocidad angular $\omega = 12rad/s$ respecto al punto A, que se encuentra fijo. A esta barra está unida una barra BC de longitud $15cm$, la cual gira libremente. La barra BC está unida a la barra CD, de longitud $20cm$, que posee su otro extremo fijo (punto D).

Ayuda: emplee el *script* TP5_Ej1_Cinematica_Barras.m subido a la web de la asignatura.

Ejercicio 2. En el Trabajo Práctico 2 se analizó el estado estacionario de una red de 5 mezcladores químicos. En este ejercicio se considera la respuesta transitoria o dinámica, ver descripción en Figura 12.3 del libro de Chapra y Canale, Capítulo 12, 5ta Ed, 2007. El ejercicio propuesto se basa en el análisis del estado transitorio desarrollado en el Capítulo 28 del mismo libro.

Mediante el empleo de un *script* resuelva los siguiente ítems en Octave:

1. El tiempo hasta el estado estacionario se caracteriza por el tiempo que tarda cada reactor en alcanzar el 90 % de la concentración en el estado estacionario, t_{90}. Estime t_{90} para cada reactor.

2. Se produce una variación de la concentración en $t = 10$min en la entrada del reactor 1 el cual se aproxima por
$$b_1(t) = 1 + \exp(-(t-10)^2).$$
   a) Grafique el la entrada $b_1(t)$ en función del tiempo t.
   b) Determine las respuestas transitorias y grafique $c_i(t)$.

3. La carga en el reactor 3 decrece en un 25 % de forma abrupta en $t = 10$min. Luego de media hora se restablece súbitamente el valor de entrada.
   a) Cree una función TP5_Ej2_Carga3_Escalon.m que modele el valor en la entrada $b(t)$ en función del tiempo. Grafique $b_3(t)$.
   b) Determine las respuestas transitorias y grafique $c_i(t)$.

Ayuda: emplee el *script* TP5_Ej2_Mezcladores_Transitorio.m de la web de la asignatura.

Ejercicio 3. Considere que se mezclan perfectamente dos fluidos A y B con temperatura diferente de modo que alcanzan la misma temperatura. La mezcla se realiza en un recipiente perfectamente aislado del medio exterior, proceso adiabático.

La capacidad calorífica específica o calor específico a presión constante del fluido A está dada por:
$$c_p = 925.858 - 2.692 \times 10^{-2}T + 0.002 \times 10^{-6}T^2,$$
y el calor específico del fluido B se obtiene con:
$$c_p = -1444.258 + 3.492 \times 10^{-1}T - 0.002 \times 10^{-5}T^2,$$
donde c_p se expresa en unidades de cal/mol K y T está en unidades de K.

El fluido A entra al mezclador a T_{A1} en el rango [300,600]°C y el B entra a una temperatura T_{B1} entre 500°C y 800°C. Al mezclador entra el doble de fluido A que B. Mediante el empleo de un *script* resuelva los siguiente ítems en Octave:

1. Cree funciones anónimas de c_P para el fluido A y B. Grafique el comportamiento de los calores específicos, en los rangos de temperatura correspondientes y en una sola figura.

2. ¿A qué temperatura T_2 salen los dos fluidos del mezclador en el rango analizado? Grafique la superficie de respuesta empleando la orden `surfc`.

3. El rango de operación del proceso industrial requiere que T_2 se restrinja en el rango [525,550]°C.
   3.a) Muestre el resultado empleando curvas de nivel, un mapa de colores y las opciones necesarias tal de obtener la Figura 2.

3.b) Realice una discusión en base a los resultados obtenidos para el rango de operación desde un visto de vista tecnológico, económico y como ingeniero responsable del proceso industrial.

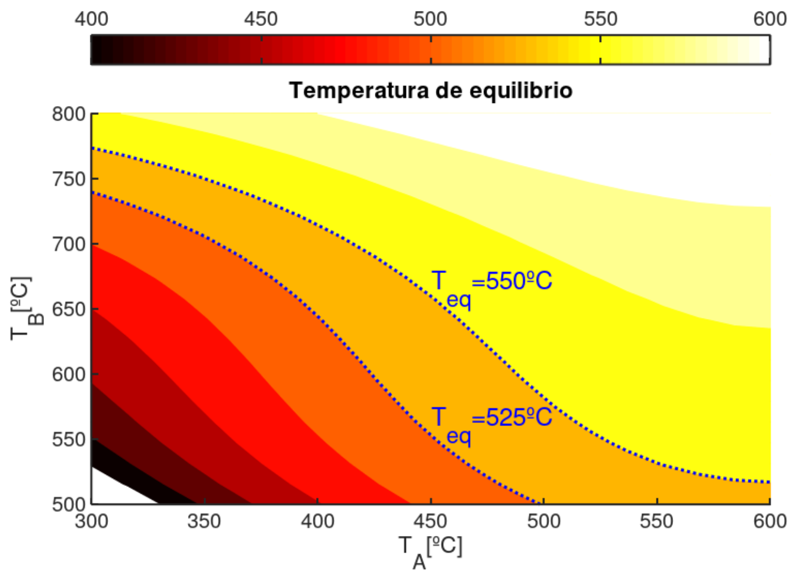

Figura 2: Temperatura de equilibrio de un mezclador de dos fluidos a diferente temperatura.

Ejercicio 4.

Dado el siguiente polinomio $p(x) = x^5 - 4x^3 + x - 1$, se pide

1. Realizar el gráfico de la figura en el intervalo [-2.5,2.5]. Observando la figura aproxime los valores de las raíces.
2. Implemente el método de la secante en `Octave` utilizando el código dado de ejemplo en es.wikipedia.org/wiki/Método_de_la_secante. Calcule las raíces del polinomio.
3. Utilize la función `roots` para determinar las raíces. ¿Encuentra alguna diferencia? Discuta.
4. Determine el orden de convergencia del algoritmo de la secante según la expresión dada por [wiki]: $q \approx \frac{\ln\left|\frac{x_{n+1}-x_n}{x_n-x_{n-1}}\right|}{\ln\left|\frac{x_n-x_{n-1}}{x_{n-1}-x_{n-2}}\right|}$.
5. Discuta el resultado dado por la función `secante(ff, 0, 1, 0.0001)`, donde `ff` es $p(x)$.

– En la siguiente web puede entontrar ejemplos e información útil sobre funciones `Matlab/Octave` para calcular las raíces de una ecuación www.sc.ehu.es/.../raices3.html

Ejercicio 5.

Sea la función $f(x) = x\sin(\pi x) - \exp(-x)$. Considere el siguiente algoritmo del método de Newton-Raphson para determinar la raíz de $f(x)$ implementado en `Octave`:

```
function x=newton_raphson(f,fp,x0,TOLX)
    while(1)
        x=x0-f(x0)/fp(x0);
        if abs((x-x0)/x)<TOLX
            break
        end
        x0=x;
    end
end
```

Donde a la función `newton_raphson`, se le pasa la función `f` y su derivada `fp`, la aproximación inicial `x0` y la tolerancia `TOLX`.

1. Dibuje la función. Determine por inspección visual el valor de la menor raíz.
2. Implemente en `Octave` el algoritmo de Newton-Raphson (N-R) dado por la función `newton_raphson`. Realice los cambios que considere oportunos para que esta función sea robusta y pueda concluir si excede un número de iteraciones especificado por `ITERMAX`.
3. Determine el cero de $f(x)$ mediante el método de N-R. Para ello cree un `script` que contenga las siguientes líneas:

```
f=@(x) x*sin(pi*x) - exp(-x);
fp=@(x) sin(pi*x) + x*pi*cos(pi*x) + exp(-x);
xs=newton_raphson(f,fp,0.5,0.0001);
disp([xs,f(xs)])
```

4. Determine el orden de convergencia para este problema dado por el método de N-R (ver Ejercicio 4.4).

Ejercicio 6.

Un fluido se bombea en la red de tubos que se muestra en la Figura 3. En estado estacionario, se cumplen los balances de flujo siguientes:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3,$$
$$Q_3 = Q_4 + Q_5,$$
$$Q_5 = Q_6 + Q_7,$$

donde Q_i es el flujo en el tubo i (m^3/s). Además, la caída de presión alrededor de los tres lazos en los que el flujo es hacia la derecha debe ser igual a cero.

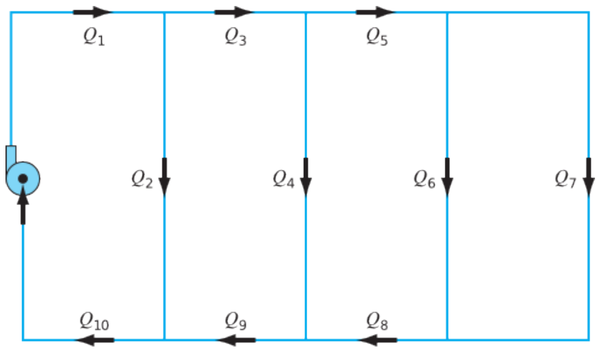

Figura 3: Red de tubos. Figura P8.44 del libro de Chapra y Canale, Métodos Numéricos Para Ingenieros. Capítulo 8, 5ta Ed, 2007.

La caída de presión en cada tramo de tubo circular se calcula por medio de la ecuación:

$$\Delta P = \frac{16}{\pi^2} \frac{f L \rho}{2D^5} Q^2,$$

donde ΔP es la caída de presión (Pa), f = factor de fricción [adimensional], L es la longitud del tubo (m), ρ es la densidad del fluido (kg/m^3), y D es el diámetro del tubo (m).

Todos los tubos tienen $D = 500$ mm. Las longitudes de los tubos son: $L_3 = L_5 = L_8 = L_9 = 2m$; $L_2 = L_4 = L_6 = 4m$; y $L_7 = 8m$.

Escriba un *script* en `Octave` que permita calcular el flujo en cada tramo de tubo, dado que $Q_1 = 1m^3/s$ y $\rho = 1.23kg/m^3$. Considere:

1. El factor de fricción $f = 0.005$.
2. El factor de fricción se calcula con la *ecuación de von Karman*, que es:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4\log_{10}(Re\sqrt{f}) - 0.4,$$

donde Re es el número de Reynolds. Obsérve que para un tubo circular, $V = 4Q/\pi D^2$ dada en m/s. Suponga que el fluido tiene una viscosidad de $1.79 \times 10^{-5} N \cdot s/m^2$.

3. Se desea conocer el comportamiento del sistema en el rango previsible de operación, para el cual Q_1 se estima que será $[\frac{1}{4}, \frac{7}{4}] m^3/s$. El factor de fricción está dado por la ecuación de von Karman. Realice las curvas $Q_i(Q_1),\ i = 2, \ldots, 7$, analice los resultados.

Entrega obligatoria del *script* utilizado para resolver un Ejercicio a elección.