Simulación de Sistemas

Trabajo Práctico Nro. 5: Medios Granulares y Dinámica Peatonal

(Enunciado publicado en CAMPUS el 22/05/2023)

Elegir uno de los dos problemas enunciados más abajo para resolver utilizando dinámica molecular regida por el paso temporal y presentar.

Las simulaciones tendrán un *dt* fijo e intrínseco de la simulación, además se puede considerar un dt_2 para imprimir el estado del sistema (posiciones y velocidades de las partículas) para luego realizar análisis y animaciones con una velocidad adecuada. Se recuerda que la simulación debe generar un *output* en formato de archivo de texto. Luego el módulo de animación se ejecuta en forma independiente tomando estos archivos de texto como *input*. De esta forma la velocidad de la animación no queda supeditada a la velocidad de la simulación.

La entrega del T.P. consiste en:

a- Presentación de 15 minutos de duración (tipo powerpoint) con las secciones y el formato indicados en la guía de presentaciones.

b- Animaciones de sistemas característicos. Colorear a las partículas con una escala continua según alguna variable relevante (presión, velocidad, estado, radio, densidad, etc.).

c- El documento de la presentación en formato pdf que contenga resultados, imágenes, parámetros correspondientes y las respuestas a lo pedido en cada problema. El archivo *.pdf a entregar NO debe contener las animaciones, pero sí algún fotograma representativo de las mismas y un link explícito (a youtube o vimeo) para visualización on-line.

d- El código fuente implementado.

<u>*Fecha y Forma de Entrega:*</u>

La presentación en pdf (c) y el código fuente (d) deberán ser presentados a través de campus, antes del día 12/06/2023 a las 10:00 hs. Los Archivos deben nombrarse de la siguiente manera:
"SdS-TP5-2023Q1GXX_Presentación" y **“SdS-TP52023Q1GXX_Codigo"**, donde XX es el número de grupo.
Las presentaciones orales (a) -conteniendo las animaciones (b)- se realizarán durante la clase del día 12/06/2023.

Problema* 1*: *Medios Granulares - Descarga de un Silo Vibrado*

Simular un medio granular gravitatorio que fluye desde un silo 2D de forma rectangular, como se muestra en la Fig. 1, de ancho W=20 cm y alto L=70 cm con una apertura de salida de ancho D=3 cm sobre la cara inferior. Considerar condiciones de contorno cuasi-periódicas: una vez que las partículas alcanzan (L/10) cm por debajo de la salida (cara inferior del silo), reinyectarlas en una zona superior del silo (y ε [40,70]) con velocidad cero. El silo está vibrado por un forzado externo, lo que significa que todas sus paredes se mueven en conjunto sinusoidalmente en el eje y según la ecuación

$$y_v = A \sin(\omega t) \qquad (1)$$

donde y_v son las coordenadas y de los vértices de todas las paredes que conforman el silo, A la amplitud y ω la frecuencia del forzado externo. El movimiento de las paredes (verticales y horizontales) del silo será indiferente a las fuerzas ejercidas por las partículas sobre las mismas, lo que significa que no se deben resolver las ecuaciones de movimiento para dichas paredes.

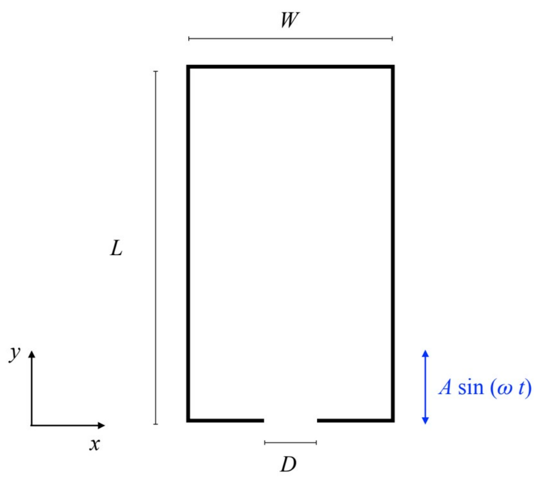

Figura 1: Esquema del silo vibrado.

El medio granular consta de partículas circulares cuyos radios tienen una distribución uniforme en el intervalo r = [0.85 cm, 1.15 cm]. Considerar N=200 partículas, las que deben ser generadas en forma aleatoria sin superponerse dentro del área total del silo, con velocidad inicial cero.
Para el cálculo de las fuerzas entre partículas y de partículas con paredes considerar las expresiones (N.2) y (T.3) de la diapositiva 15 de la Teórica 5. Tomar como constantes k_N = 250 dina/cm; $|k_T|$ = 2 $|k_N|$; y la masa de cada partícula igual a 1 g. (Sistema de unidades CGS.).
Usar como método integrador Beeman para fuerzas que dependen de la velocidad con dt=10^{-3} s.

a) Fijar la amplitud A=0.15 cm y variar la frecuencia para los siguientes valores ω ={5, 10, 15, 20, 30, 50}. Simular T=1000s o los que fueran posible según capacidad de calculo disponible (mayor o menor). En una figura mostrar las curvas de descarga (Nro. de partículas que salieron en función del tiempo, las cuales se obtienen del output que guarda sólo los tiempos de salida de cada partícula con la mayor precisión dada por el dt de integración) de todos los casos. A partir de ellas calcular el caudal (Q: nro. de partículas por unidad de tiempo) como la aproximación lineal de las mismas después del transitorio inicial en el que las partículas se amontonan en el fondo del silo. Finalmente, mostrar el observable Q con su error asociado, en función de ω.

b) Para el ω que maximice el caudal, simular otras 3 aperturas D = {4, 5, 6}cm y graficar el caudal con su error asociado vs. el ancho de la apertura para los cuatro valores de D (incluyendo el del punto (a)).

c) Ajustar el parámetro libre de la ley de Beverloo que mejor aproxima los datos obtenidos en el punto (b). Para esto usar los "Conceptos de Regresiones" dados en la Teórica 0.

***Problema 2**: Dinámica Peatonal - Egreso a través de puerta angosta*

Utilizando alguno de los modelos descritos en la Teórica 6, simular el egreso de N partículas autopropulsadas de un recinto como se muestra en al Fig. 2. Las paredes son lineales (sin grosor). Tomar los parámetros de los peatones de la teórica o la bibliografía, según el modelo elegido.

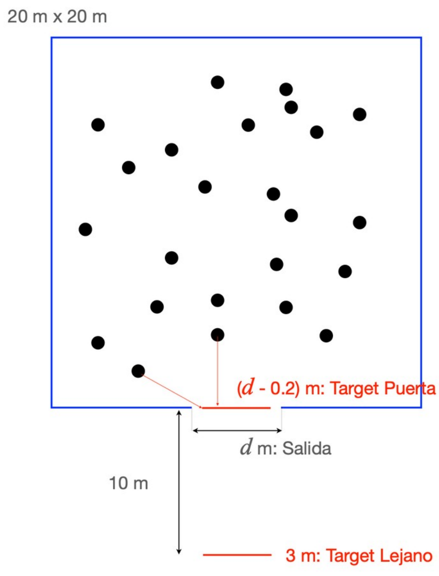

Figura 2: Sistema de egreso a través de puerta angosta con sus respectivos targets.

Para el caso de usar el SFM, considerar dos targets sucesivos según se indican en la Fig.2. El criterio para elegir un punto sobre cualquiera de los targets lineales es elegir el punto más cercano del mismo, como se muestran en dos ejemplos de partículas con flechas rojas. En el caso de utilizar CPM, considerar el criterio descrito en la bibliografía.

a) Para v_d^{max} = 2 m/s, d =1.2 m y N = 200, simular varios egresos. En cada caso graficar la curva de descarga, es decir, el número de partículas que salieron en función del tiempo. Para ello se deberá registrar los tiempos de salida de cada peatón con la mayor precisión disponible (*dt*, no *dt2*).

b) Promediar las distintas curvas del punto (a) para obtener una sola curva que indique el comportamiento promedio del sistema para esos parámetros. Para ello tomar el número de partículas salientes (*n(t)*) como variable independiente (eje horizontal) y promediar los tiempos (eje vertical). Luego invertir los ejes para tener la curva de descarga *n(t).* Graficar las barras de error horizontales. Analizar en qué rango de n el caudal (Q) es constante ($Q = dn / dt$).

c) Tomando v_d^{max} = 2 m/s, realizar al menos 3 repeticiones para cada una de las simulaciones variando d ={1.2, 1.8, 2.4, 3.0}m y N = {200, 260, 320, 380} partículas respectivamente (para cada valor de d, solo un valor de N según le corresponda ordenadamente, por ej. a d =1.8 m le corresponde N =260). Calcular el caudal en el intervalo donde el mismo es estacionario durante la descarga, mostrando algunos ejemplos de estas evoluciones temporales. Graficar el caudal medio en función del ancho de la salida d con barras de error.

d) Caudal específico: Sabiendo que el caudal de peatones a través de una puerta es una función lineal de su ancho, ajustar los caudales obtenidos para distintos anchos, usando los "Conceptos de Regresiones" dados en la Teórica 0.