

La solución a este taller debe subirse por SICUA antes de las 11:59PM del sábado 11 de noviembre de 2017. Los archivos código fuente deben subirse en un único archivo `.zip` con el nombre `NombreApellido_hw4.zip`, por ejemplo yo debería subir el zip `VeronicaArias_hw4.zip`. Este archivo debe descomprimirse en un directorio de nombre `NombreApellido_hw4` que sólo contenga los códigos fuente, adicionalmente éstos deben estar en un repositorio de Github cuyo enlace también deben subir a Sicua (10 puntos). Recuerden que es un trabajo totalmente individual.

### 1. (70 points) Una guitarra y un tambor

En este ejercicio deben solucionar la ecuación de onda en una y en dos dimensiones para simular la cuerda de una guitarra y la membrana de un tambor.

Para este ejercicio deben: hacer un makefile llamado `Tarea4.mk`. Además deben escribir un programa en C llamado `Ondas.c` que resuelva el problema físico. Deben también escribir una rutina de python llamada `Plots.py` que lea los datos producidos por el programa en C y los grafique. Finalmente, dichas gráficas deben presentarlas en un archivo `Resultados_hw4.pdf`, generado por el makefile a partir de un archivo `Resultados_hw4.tex`.

El código `Ondas.c` debe (45 puntos): Solucionar la ecuación de onda en 1 y 2 dimensiones:

$$\frac{\partial^2 \Phi(t, x)}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 \Phi(t, x)}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi(t, x, y)}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 \Phi(t, x, y)}{\partial x^2} + c^2 \frac{\partial^2 \Phi(t, x, y)}{\partial y^2} \quad (2)$$

En la primera parte del ejercicio deben:

- solucionar la ecuación de onda en una dimensión para estudiar las oscilaciones de la cuerda de una guitarra con condiciones iniciales dadas en el archivo `cond_ini_cuerda.dat` (La cuerda está fija en los extremos). Suponga que la cuerda tiene una longitud  $L=0.64$  m, y la velocidad de propagación de la onda es  $c = 250 \text{ m s}^{-1}$ . Simule las oscilaciones por 1 s
- El código debe imprimir los datos necesarios para realizar las gráficas de `Plots.py` (que se describen posteriormente)

En la segunda parte del ejercicio deben repetir lo anterior pero ahora deben suponer que la cuerda es perturbada periódicamente en uno de los extremos. Use una función  $\sin((2\pi c/L)*t)$ , y tomando la amplitud de la cuerda como cero en  $t=0$ .

En la tercera parte del ejercicio, deben resolver la ecuación de onda en dos dimensiones para describir la membrana de un tambor cuadrado de lado 0.5 m y con extremos fijos. Suponga que la velocidad de propoagación de la onda es  $c = 250 \text{ m s}^{-1}$ . Las condiciones iniciales de la perturbación están dadas por `cond_ini_tambor.dat`

El código `Plots.py` debe (5 puntos):

- Leer y guardar los datos generados por `Ondas.c`

- Hacer gráficas (guardándolas sin mostrarlas) de: la posición de la cuerda en  $t=0$ ,  $t=1/8T$ ,  $t=1/4T$  y  $t=1/2T$  (donde  $T$  es el periodo de oscilación de la cuerda), para el caso de extremos fijos y el caso de un extremo de la cuerda con una perturbación.
- Para el caso de extremos fijos tome los datos del punto medio de la cuerda en función del tiempo y use `scipy.io.wavfile.write` para guardar la información en un archivo `sonido.wav`. Oiga dicho archivo en un reproductor de sonido
- Hacer gráficas (guardándolas sin mostrarlas) para la membrana del tambor en  $t=0$ ,  $t=1/8T$ ,  $t=1/4T$  y  $t=1/2T$ .
- BONO (10 pts) Hacer una animación 3D de la amplitud de la membrana del tambor en función del tiempo. (o bono de 5pts si hacen la animación para la cuerda con perturbación en un extremo).

El archivo `Resultados_hw4.tex` debe (5 puntos):

- Organizar las gráficas obtenidas con una pequeña descripción. Este archivo debe estar incluido dentro de las dependencias del makefile y debe permitir generar un archivo `Resultados_hw4.pdf`

El archivo `Tarea4.mk` debe (15 puntos):

- Incluir todas las dependencias y reglas necesarias para generar y actualizar los archivo `Resultados_hw4.pdf`, `sonido.wav` y las animaciones (si las hay).  
Los únicos archivos que deben subir a Sicua (comprimidos en `NombreApellido_hw4.zip`) son: `Tarea4.mk`, `Ondas.c`, `Plots.py` y `Resultados_hw4.tex`.