1. Introducción

En el material teórico se estudió la dinámica de las ondas y, en particular, se encontró que la ecuación de ondas admite una solución particular de la forma

$$u(x,t) = f(x - ct) + g(x + ct)$$

En esta práctica se buscará, mediante análisis numérico, determinar el significado físico de esta solución. Para eso se probarán distintas funciones f y g, con distintos valores de c, lo que permitirá comprender el significado de esta solución.

También, en el material teórico se determinó el valor de c para un sistema de varillas. Este valor depende del momento de inercia de las varillas. Se realizará un experimento que permitirá determinar indirectamente el valor de los momentos de inercia.

2. Guía Práctica

A. Objetivos

- Describir las características de la solución de D' Alembert.
- Reconocer que con adecuadas combinaciones de sumas de soluciones de D' Alembert se puden reproducir las distintas condiciones iniciales.
- Determinar la relación entre los parámetros físicos de un medio en el cual se propaga una onda a partir de las oscilaciones del medio.

B. Materiales

- Matlab:
  - Iteraciones
  - Evaluación de funciones
  - Gráfico de funciones
- Un sistema de varillas para producir ondas de torsión (demostrativo)
- Uso de ImageJ para medir distancias

C. Experiencias

1. **Preliminares** [0 puntos]

   Verifique que Matlab funciona y que sabe como correr M-Files.

2. **Experiencia 1** [2 puntos]

   Se vio en clases que
   $$u(x,t) = f(x-ct) + g(x+ct)$$
   es solución de la ecuación de ondas para cualquier función f y g.

   En esta primera experiencia se pide graficar $u(x,t)$ en función de x a medida que el tiempo avanza para algunas funciones f y g dadas. A partir de los gráficos se pide que deduzcan el significado de la solución de D' Alembert.

   Caso 1

   $$f(x) = \frac{1\text{cm}}{(x/5\text{cm})^2 + 1}$$
   $$g(x) = 0$$

   Graficar en el rango $-100\text{cm} < x < 100\text{cm}$ para $t = 0, \ldots, 40\text{s}$
   Hacerlo para $c = 1\text{cm/s}$ y $c = 2\text{cm/s}$.

   Caso 2

   $$f(x) = 0$$
   $$g(x) = \frac{2\text{cm}}{\exp(x/10\text{cm}) + \exp(-x/5\text{cm})}$$

   Graficar en el rango $-100\text{cm} < x < 100\text{cm}$ para $t = 0, \ldots, 40\text{s}$
   Hacerlo para $c = 1\text{cm/s}$

   Caso 3

   $$f(x) = \frac{1\text{cm}}{(x/5\text{cm})^2 + 1}$$
   $$g(x) = \frac{2\text{cm}}{\exp(x/10\text{cm}) + \exp(-x/5\text{cm})}$$

   Graficar en el rango $-100\text{cm} < x < 100\text{cm}$ para $t = -80\text{s}, \ldots, 80\text{s}$
   Hacerlo para $c = 1\text{cm/s}$

   A modo de ejemplo, un programa Matlab que realiza el primer caso con $c = 1$ es

```
c=1;
x=-100:1:100;
for t=0:2:40
    y=x-c*t;
    u=1./((y./5).^2+1);
    plot(x,u)
    pause
end
```

donde se debe apretar `Enter` para pasar de un gráfico al otro.

Indique en el informe qué se observa y cómo se interpretan las soluciones de D' Alembert.

3. **Experiencia 2** [1 puntos] Si

$$u(x,t) = f(x - ct) + g(x + ct)$$

es el desplazamiento vertical de una cuerda tensa, entoces la velocidad vertical de cada pedazo de cuerda se obtiene como $v(x,t) = du(x,t)/dt$. Usando la regla de la cadena se obtiene

$$v(x,t) = -cf'(x - ct) + cg'(x + ct)$$

donde f' y g' son las derivadas de f y g respecto a su argumento.

Considere el caso en que

$$f(x) = g(x) = \frac{1\text{cm}}{(x/5\text{cm})^2 + 1}$$

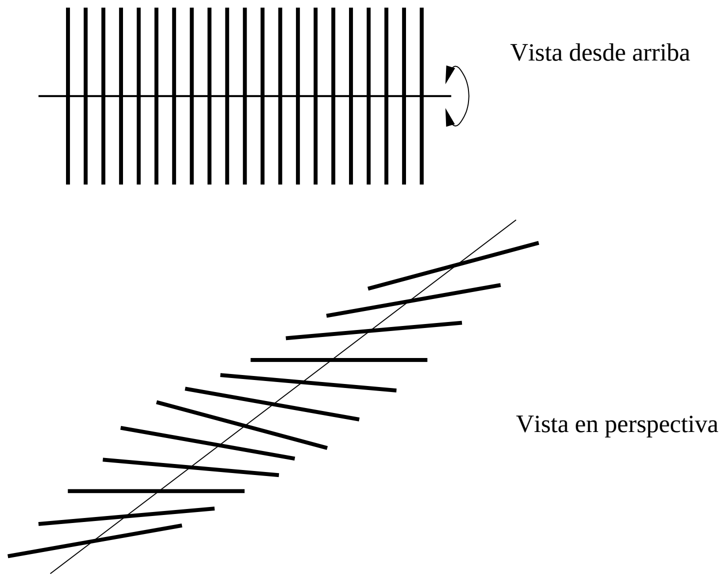
Se pide graficar u y v en el rango $-100\text{cm} < x < 100\text{cm}$ y $t = 0, \ldots, 40\text{s}$. Use $c = 1cm/s$.

¿Cómo interpreta esta solución?

En el inforque indique qué se observa en el gráfico del desplazamiento u y la velocidad v. Interpreta a qué corresponde esta solución. ¿Corresponde a alguna condición inicial especial?

4. **Experiencia 3** [2 puntos] A partir de lo aprendido en las dos primeras experiencias se busca determinar las propiedades físicas del demostrativo de ondas de torsión con varillas.

En la guía teórica se describió las propiedades del sistema de la figura

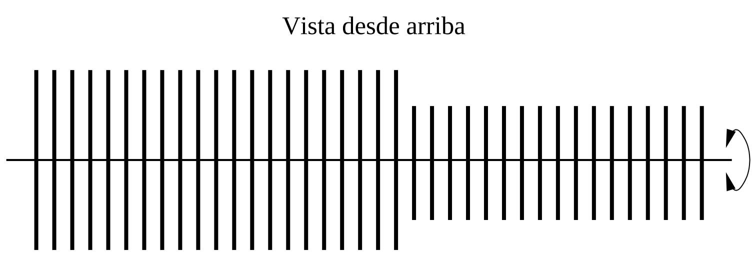


donde se vio que

$$c = \sqrt{T\Delta^2/I}$$

con T un torque característico del hilo, Δ la separación entre las varillas e I el momento de inercia de éstas.

En el laboratorio disponemos de un sistema que tiene varillas de dos largos diferentes, con momentos de inercia diferentes I_1 e I_2.



A partir de filmaciones de las oscilaciones del sistema completo, se busca que Uds determinen el valor de I_1/I_2 y lo comparen con la predicción teórica.

En el informe indique el procedimiento que usó para determinar I_1/I_2 y el valor obtenido. Indique el efecto de tener un mayor o menor I en la propagación de las ondas

5. **Conclusiones** [1 punto]