

Electrostática Computacional

Potencial eléctrico unidimensional

1. Introducción

En estas notas se presenta un primer ejemplo de **electrostática computacional**, cuyo objetivo es calcular y visualizar numéricamente el **potencial eléctrico** en una dimensión espacial.

El problema se resuelve discretizando el dominio espacial y evaluando el potencial en cada punto de la malla. Posteriormente, los resultados se representan gráficamente.

2. Modelo físico

Se considera un potencial eléctrico unidimensional dado por

$$\phi(x) = \frac{1}{|x|}, \quad (1)$$

el cual presenta una singularidad en el origen, característica del potencial electrostático asociado a una carga puntual.

3. Discretización del dominio

El dominio espacial se define como

$$x \in [x_{\text{mín}}, x_{\text{máx}}],$$

y se discretiza en N puntos igualmente espaciados. El espaciamiento entre nodos es

$$\Delta x = \frac{x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}}{N - 1}. \quad (2)$$

Cada punto de la malla se define como

$$x_i = x_{\text{mín}} + i \Delta x, \quad i = 0, 1, \dots, N - 1. \quad (3)$$

4. Código en Python

El siguiente script en Python genera la malla, evalúa el potencial eléctrico y guarda la gráfica resultante en un archivo de imagen.

4.1. Script completo

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Parámetros del dominio
5 N = 30
6 xmin = -1.0
7 xmax = 1.0
8
9 # Inicialización de arreglos
10 x = np.zeros(N)
11 phix = np.zeros(N)
12
13 # Paso espacial
14 dx = (xmax - xmin) / (N - 1)
15
16 # Construcción de la malla y cálculo del potencial
17 for i in range(N):
18     x[i] = xmin + i * dx
19     phix[i] = 1.0 / abs(x[i])
20
21 # Gráfica del potencial
22 plt.figure()
23 plt.plot(x, phix, '-o', label=r'$\phi(x) = 1/|x|$')
24 plt.xlabel('x')
25 plt.ylabel(r'$\phi(x)$')
26 plt.title('Potencial eléctrico unidimensional')
27 plt.grid()
28 plt.legend()
29
30 # Guardar figura
31 plt.savefig('potencial_1D.png', dpi=300)
32 plt.show()
```

5. Visualización de resultados

La Figura 1 muestra el potencial eléctrico evaluado sobre la malla discreta. Los marcadores indican los nodos de la discretización, mientras que la línea guía el comportamiento global del potencial.

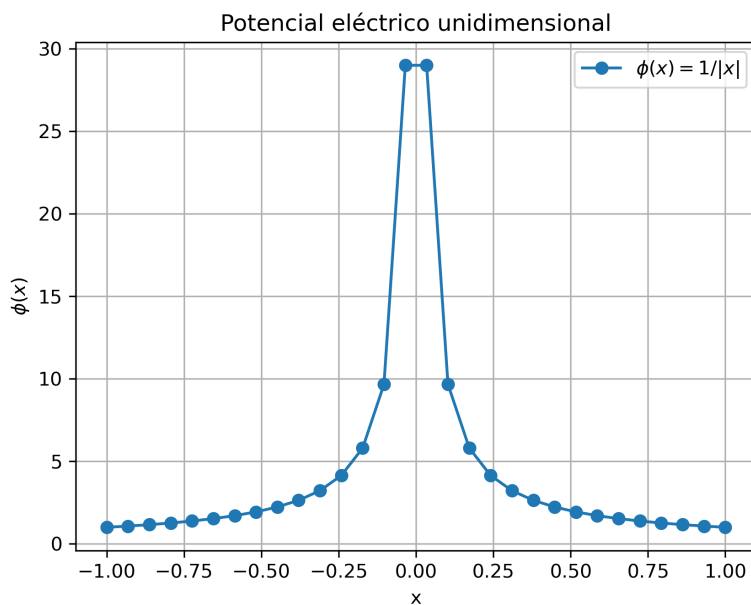


Figura 1: Potencial eléctrico unidimensional $\phi(x) = 1/|x|$ evaluado sobre una malla discreta.

Se observa claramente la divergencia del potencial cerca del origen, lo cual es consistente con la naturaleza singular de la expresión analítica.

6. Comentarios numéricos

Desde el punto de vista computacional, este ejemplo ilustra conceptos fundamentales:

- Discretización de un dominio continuo.
- Representación discreta de un campo escalar.
- Evaluación punto a punto de una función con singularidades.

En simulaciones más avanzadas, el punto $x = 0$ suele excluirse o regularizarse para evitar divergencias numéricas.

7. Conclusión

Este primer ejercicio constituye la base para el desarrollo de métodos numéricos más avanzados en electrostática computacional, como la resolución de la ecuación de Poisson mediante diferencias finitas y su extensión a dos dimensiones.