

## Datos del estudiante

**Nombre y apellidos**

**Fecha de entrega**

## Actividad 1: Operaciones

### 1. Objetivos

Con esta actividad reforzarás los conceptos aprendidos hasta el momento en el curso y comenzarás a explorar herramientas fundamentales para la computación cuántica.

### 2. Pautas de elaboración

La actividad consiste en familiarizarse con el entorno de Python y con librerías como NumPy. Además, usaremos Qiskit, una de las herramientas clave para la computación cuántica. La actividad se dividirá en dos partes:

- ▶ Uso de NumPy y Cmath para operaciones en álgebra lineal.
- ▶ Uso de Qiskit para representar y manipular estados cuánticos.

Para ello, realizaremos las siguientes operaciones aprendidas en la primera parte del curso:

- ▶ Identificar matrices normales, hermitianas y unitarias.
- ▶ Calcular el producto tensorial entre matrices y vectores.

Para el desarrollo de esta actividad necesitar acceso a un entorno de Python con las librerías NumPy y Qiskit instaladas. Algunas opciones son:

- ▶ **Google Colab:** Desde el navegador web en la url <https://colab.research.google.com/> o como extensión de VS CODE.
- ▶ **Jupyter Notebook:** Puedes instalarlo siguiendo las instrucciones de la url <https://jupyter.org/install> o ejecutarlo en la nube siguiendo las instrucciones de <https://jupyter.org/try>.

En ambos casos, has de instalar la librería Qiskit con el comando `!pip install qiskit` si lo ejecutas desde la nube y `pip install qiskit` si lo ejecutas en local.

### 3. Ejercicios

Considera las siguientes matrices:

$$A = \begin{pmatrix} 3 + 2i & 1 - i & 4 - 3i \\ 2 + i & -5 + 4i & 6 \\ -3 + 2i & 7 - i & 8 + 3i \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 2 + 3i & 4 & 1 + 2i \\ 3 - 2i & 5 + i & 7 - 3i \\ 6 + 4i & -2 & 9 + 5i \end{pmatrix},$$

$$C = \begin{pmatrix} 1+4i & 2-2i & 3+i & -5 \\ -2+3i & 6 & 4+7i & 2+i \\ -1+2i & -3-4i & -6+5i & 3-i \\ -8i & 7+4i & -5-3i & 5i \end{pmatrix}, D = \begin{pmatrix} i & 2 \\ 2-3i & 4+5i \end{pmatrix}$$

1. Utiliza la librería de Numpy, junto con los módulos Cmath y math, y obtén:
  - (a) La forma polar de cada uno de los determinantes y de la traza de cada matriz.
  - (b)  $2i(|D| + \text{tr}(C))AB - (1+i)|C|\text{tr}(D)BA$ .
  - (c) La inversa de cada matriz, si existe.
  - (d) Además, usando la definición y, al mismo tiempo, las propiedades de los valores propios, clasifica cada una de las matrices en normales, hermitianas o unitarias.
2. Estos resultados deben quedar en formato LATEX. Utiliza NumPy y Qiskit y obtén:
  - (a) Crear los vectores estados  $\mathbb{C}^2$ :  $|0\rangle, |1\rangle$ .
  - (b) A partir de los vectores estado creados, halla los estados  $|+\rangle, |-\rangle, |i+\rangle, |i-\rangle$  y los estados de Bell.
  - (c) A partir de los vectores estado creados, encuentra la base computacional de  $\mathbb{C}^4$ , es decir, por ejemplo,  $|10\rangle$ .
  - (d) A partir de los vectores estados, halla los vectores  $\frac{1}{\sqrt{2}}|000\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|111\rangle, \frac{i}{\sqrt{2}}|000\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|111\rangle, \frac{1}{\sqrt{2}}|000\rangle + \frac{i}{\sqrt{2}}|111\rangle$ .

### Extensión y formato

Calibri 12, interlineado 1,5.

### Criterios de evaluación

Criterio	Descripción	Valor	Peso
Exactitud del cálculo	Los resultados de los cálculos son correctos y se han realizado los pasos adecuados para llegar al resultado	3	30 %
Razonamiento y explicación formal	Se han razonado los pasos realizados y las explicaciones son coherentes y certeras	3	30 %
Claridad de la exposición	La exposición se ha realizado de forma clara y secuencial y es cómodamente legible, tanto en la parte matemática como en la de las explicaciones	2	20 %
Bibliografía y citas APA	Descripción de las librerías y referencias utilizadas para la resolución de la actividad	2	20 %
Total		10	100 %