

**Problema 1** Sea la matriz

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Calcular  $A^n$ , para cualquier  $n \in \mathbb{N}$ . Aplicar la fórmula obtenida para calcular  $A^{1001}$  y  $A^{2315}$ .

**Solución:**

$$A^1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^2 = A \cdot A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^3 = A^2 \cdot A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^4 = A^3 \cdot A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 4 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A^n = \begin{pmatrix} 1 & n & n \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad A^{1001} = \begin{pmatrix} 1 & 1001 & 1001 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad A^{2315} = \begin{pmatrix} 1 & 2315 & 2315 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**Problema 2** Resolver la ecuación matricial  $AX - BX = C$ . Donde

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad C = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

**Solución:**

$$AX - BX = C \implies (A - B)X = C \implies X = (A - B)^{-1}C$$

$$A - B = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$$

$$(A - B)^{-1} = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$X = (A - B)^{-1}C = \begin{pmatrix} 1/2 & 0 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 3/2 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$$

**Problema 3** Calcular los valores de  $x$  para los que

$$\begin{vmatrix} x & 1 & x & x-1 \\ 1 & x & x-1 & x-1 \\ 1 & x-1 & x & x \\ 1 & x & x & x \end{vmatrix} = 0$$

**Solución:**

$$\begin{vmatrix} x & 1 & x & x-1 \\ 1 & x & x-1 & x-1 \\ 1 & x-1 & x & x \\ 1 & x & x & x \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} 1 & x & x & x \\ 1 & x & x-1 & x-1 \\ 1 & x-1 & x & x \\ x & 1 & x & x-1 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 - F_1 \\ F_3 - F_1 \\ F_4 \end{bmatrix} =$$

$$- \begin{vmatrix} 1 & x & x & x \\ 0 & 0 & -1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ x & 1 & x & x-1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & x & x \\ 0 & -1 & 1 \\ x & x & x-1 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 - C_3 \\ C_3 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 & x \\ 0 & 0 & -1 \\ x & 1 & x-1 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ x & 1 \end{vmatrix} = -1$$

Nunca se puede cumplir que el valor de este determinante sea cero, sea cual sea el valor de  $x$ .

**Problema 4** Sea la matriz

$$A = \begin{pmatrix} 0 & a & -1 & a \\ 1 & 1 & -1 & 2a \\ a & a & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Calcular el rango de  $A$  para los diferentes valores de  $a$ .

**Solución:**

$$A_1 = \begin{vmatrix} 0 & a & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ a & a & -1 \end{vmatrix} = a(1-a) = 0 \implies a = 0, \quad a = 1$$

$$A_2 = \begin{vmatrix} 0 & a & a \\ 1 & 1 & 2a \\ a & a & 1 \end{vmatrix} = a(2a^2 - 1) = 0 \implies a = 0, a = \frac{\sqrt{2}}{2}, a = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$A_3 = \begin{vmatrix} 0 & -1 & a \\ 1 & -1 & 2a \\ a & -1 & 1 \end{vmatrix} = -a^2 - a + 1 = 0 \implies$$

$$a = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2}, a = -\frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Ya no podemos encontrar un valor de  $a$  que anule los cuatro menores posibles de orden tres, luego el  $\text{Rango}(A) = 3$  sea cual sea el valor de  $a$ .