

MATRICES.

1º Dadas las matrices:

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

determinar la matriz X que verifica la ecuación matricial $A \cdot B \cdot X = C \cdot X + I$, siendo $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

2º Determinar la matriz X solución de la ecuación matricial $A \cdot X \cdot B = I$, donde:

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}, \quad I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3º Determinar la matriz X que verifica la ecuación matricial $A \cdot X + B = C$, donde:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

4º Determinar la matriz X que verifica la ecuación $A^2 \cdot X - B = A \cdot X$, donde:

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

5º Dadas las matrices $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 3 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} x & 0 & 1 \\ y & 1 & 0 \\ 3 & -2 & z \end{pmatrix}$ y $C = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 2 \\ 11 & -6 & -1 \\ -6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$,

determinar los valores x, y, z que hacen posible la igualdad $A \cdot B = A + C$.

6º Determinar las matrices A y B que verifican:

$$2A - B = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 7 \\ 6 & 0 & -3 \end{pmatrix} \quad A + 2B = \begin{pmatrix} 3 & -2 & -4 \\ 3 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

7º Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$, hallar las matrices X que verifique: $A \cdot X = X \cdot A$.

8º/ Sean las matrices

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

a) Determine la dimensión de la matriz M para que pueda efectuarse el producto $A \cdot M \cdot C$.

b) Determine la dimensión de la matriz N para que $C^t \cdot N$ sea una matriz cuadrada.

c) Calcula $A^t \cdot B \cdot C^t$.

9º/ Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, halla A^3 , A^5 y A^n .

10º/ Calcula A^{2000} , siendo $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

11º/ Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, halla A^{2004} .

12º/ Determine los valores x e y que hacen cierta la siguiente igualdad:

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ y & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

13º/ Calcula el rango de la matriz $A = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 3 & 6 & 9 \\ -5 & -10 & m \end{pmatrix}$ según los valores del parámetro real m .

14º/ Determina dos matrices X e Y tales que:

$$3X - 2Y = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & -1 \end{pmatrix} \quad 4X - 3Y = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{pmatrix}.$$

SOLUCIONES:

1º/ Dadas las matrices:

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

determinar la matriz X que verifica la ecuación matricial $A \cdot B \cdot X = C \cdot X + I$, siendo $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Despejamos la matriz X de la ecuación:

$$A \cdot B \cdot X = C \cdot X + I$$

$$A \cdot B \cdot X - C \cdot X = I$$

$$(A \cdot B - C) \cdot X = I$$

Multiplicamos $(A \cdot B - C)^{-1}$ por la izquierda:

$$(A \cdot B - C)^{-1} \cdot (A \cdot B - C) \cdot X = (A \cdot B - C)^{-1} \cdot I$$

$$I \cdot X = (A \cdot B - C)^{-1}$$

$$\boxed{X = (A \cdot B - C)^{-1}}$$

Calculamos previamente la matriz $A \cdot B - C$:

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

Calculamos ahora su matriz inversa:

$$\left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 0 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & -4 & -1 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 2 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & -4 & -1 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & 1/2 & 1/2 \\ 0 & 1 & 1/4 & -1/4 \end{array} \right)$$

$$F_1 \rightarrow \frac{1}{2} F_1$$

$$F_2 \rightarrow F_2 - F_1 \quad F_1 \rightarrow 2F_1 + F_2$$

$$F_2 \rightarrow \frac{-1}{4} F_2$$

Por tanto la solución:

$$\boxed{X = (A \cdot B - C)^{-1} = \begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/4 & -1/4 \end{pmatrix}}$$

2º/ Determinar la matriz X solución de la ecuación matricial $A \cdot X \cdot B = I$, donde:

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}, \quad I = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Despejamos la matriz X de la ecuación:

$$A \cdot X \cdot B = I$$

Multiplicamos A^{-1} por la izquierda y B^{-1} por la derecha:

$$A^{-1} A \cdot X \cdot B \cdot B^{-1} = A^{-1} \cdot I \cdot B^{-1}$$

$$I \cdot X \cdot I = A^{-1} \cdot I \cdot B^{-1}$$

$$\boxed{X = A^{-1} \cdot B^{-1}}$$

Calculamos A^{-1} :

$$\left(\begin{array}{cc|cc} -1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} -1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} -3 & 0 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & 1 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & -1/3 & 2/3 \\ 0 & 1 & 1/3 & 1/3 \end{array} \right)$$

$$F_2 \rightarrow F_2 + F_1 \quad F_1 \rightarrow 3F_1 - 2F_2 \quad \begin{array}{l} F_1 \rightarrow \frac{-1}{3}F_1 \\ F_2 \rightarrow \frac{1}{3}F_2 \end{array}$$

Calculamos B^{-1} :

$$\left(\begin{array}{cc|cc} 0 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} -1 & 3 & 1 & 1 \\ -1 & 2 & 0 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} -1 & 3 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & -1 & 0 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} -1 & 0 & -2 & 1 \\ 0 & -1 & -1 & 0 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & 2 & -1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{array} \right)$$

$$F_1 \rightarrow F_1 + F_2 \quad F_2 \rightarrow F_2 - F_1 \quad F_1 \rightarrow F_1 + 3F_2 \quad \begin{array}{l} F_1 \rightarrow -F_1 \\ F_2 \rightarrow -F_2 \end{array}$$

Por tanto, la solución es:

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

$$\boxed{X = \begin{pmatrix} 0 & 1/3 \\ 1 & -1/3 \end{pmatrix}}$$

3º Determinar la matriz X que verifica la ecuación matricial $A \cdot X + B = C$, donde:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 5 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Despejamos la matriz X de la ecuación:

$$A \cdot X + B = C$$

$$A \cdot X = C - B$$

Multiplicamos A^{-1} por la izquierda:

$$A^{-1} \cdot A \cdot X = A^{-1} \cdot (C - B)$$

$$I \cdot X = A^{-1} \cdot (C - B)$$

$$\boxed{X = A^{-1} \cdot (C - B)}$$

Calculamos A^{-1} :

$$\left(\begin{array}{cc|cc} 3 & 5 & 1 & 0 \\ -1 & -2 & 0 & 1 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 3 & 5 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 3 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 3 & 0 & 6 & 15 \\ 0 & -1 & 1 & 3 \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & 2 & 5 \\ 0 & 1 & -1 & -3 \end{array} \right)$$

$$F_2 \rightarrow 3F_2 + F_1 \quad F_1 \rightarrow F_1 + 5F_2 \quad F_1 \rightarrow \frac{1}{3}F_1 \\ F_2 \rightarrow -F_2$$

Y finalmente calculamos la solución:

$$X = A^{-1} \cdot (C - B) = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ -1 & -3 \end{pmatrix} \cdot \left[\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ -1 & -3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 & -1 \\ 2 & 0 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 2 & -17 \\ -4 & -1 & 10 \end{pmatrix}$$

$$\boxed{X = \begin{pmatrix} 6 & 2 & -17 \\ -4 & -1 & 10 \end{pmatrix}}$$

4º/ Determinar la matriz X que verifica la ecuación $A^2 \cdot X - B = A \cdot X$, donde:

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

Despejamos la matriz X de la ecuación:

$$A^2 \cdot X - B = A \cdot X$$

$$A^2 \cdot X - A \cdot X = B$$

$$(A^2 - A) \cdot X = B$$

Multiplicamos $(A^2 - A)^{-1}$ por la izquierda:

$$(A^2 - A)^{-1} \cdot (A^2 - A) \cdot X = (A^2 - A)^{-1} \cdot B$$

$$I \cdot X = (A^2 - A)^{-1} \cdot B$$

$$\boxed{X = (A^2 - A)^{-1} \cdot B}$$

Calculamos $A^2 - A$ previamente, resultando:

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

Y posteriormente hallamos $(A^2 - A)^{-1}$, obteniendo:

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

Finalmente, hallamos la solución:

$$X = (A^2 - A)^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1/2 \\ -3/2 & 5/2 & -1/2 \\ 1/2 & -3/2 & 0 \end{pmatrix}$$

5º/ Dadas las matrices $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 3 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} x & 0 & 1 \\ y & 1 & 0 \\ 3 & -2 & z \end{pmatrix}$ y $C = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 2 \\ 11 & -6 & -1 \\ -6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$,
 determinar los valores x, y, z que hacen posible la igualdad $A \cdot B = A + C$.

$$A \cdot B = A + C$$

Desarrollamos esta igualdad:

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 3 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x & 0 & 1 \\ y & 1 & 0 \\ 3 & -2 & z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 3 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -2 & 0 & 2 \\ 11 & -6 & -1 \\ -6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2x+y & 1 & 2 \\ -x+9 & -6 & -1+3z \\ x+y-6 & 5 & 1-2z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 10 & -6 & 2 \\ -5 & 5 & -1 \end{pmatrix}$$

Igualando los coeficientes de ambas matrices, obtenemos las ecuaciones:

(1) $2x + y = 0$	(4) $-x + 9 = 10$	(7) $x + y - 6 = -5$
(2) $1 = 1$	(5) $-6 = -6$	(8) $5 = 5$
(3) $2 = 2$	(6) $-1 + 3z = 2$	(9) $1 - 2z = -1$

Las ecuaciones (2), (3), (5) y (8), evidentemente se cumplen cualesquiera que sean los valores de las incógnitas.

De la ecuación (4): $-x + 9 = 10 \Rightarrow -x = 10 - 9 \Rightarrow -x = 1 \Rightarrow x = -1$

De la ecuación (6): $-1 + 3z = 2 \Rightarrow 3z = 2 + 1 \Rightarrow z = \frac{3}{3} \Rightarrow z = 1$

De la ecuación (1): $2x + y = 0 \Rightarrow 2 \cdot (-1) + y = 0 \Rightarrow -2 + y = 0 \Rightarrow y = 2$

Luego la solución es $x = -1, y = 2, z = 1$, y las ecuaciones (7) y (9) se cumplen para estos valores.

6º/ Determinar las matrices A y B que verifican:

$$2A - B = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 7 \\ 6 & 0 & -3 \end{pmatrix} \quad A + 2B = \begin{pmatrix} 3 & -2 & -4 \\ 3 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

$$2A - B = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 7 \\ 6 & 0 & -3 \end{pmatrix} = C$$

$$A + 2B = \begin{pmatrix} 3 & -2 & -4 \\ 3 & 5 & 1 \end{pmatrix} = D$$

Eliminamos A :

$$\left. \begin{array}{l} 2A - B = C \\ A + 2B = D \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} 2A - B = C \\ -2 \cdot (A + 2B = D) \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} 2A - B = C \\ -2A - 4B = -2D \end{array} \right\}$$

$$-5B = C - 2D \Rightarrow B = \frac{-1}{5}(C - 2D)$$

$$B = \frac{-1}{5}(C - 2D) = \frac{-1}{5} \cdot \left[\begin{pmatrix} -4 & 1 & 7 \\ 6 & 0 & -3 \end{pmatrix} - 2 \begin{pmatrix} 3 & -2 & -4 \\ 3 & 5 & 1 \end{pmatrix} \right] = \frac{-1}{5} \cdot \begin{pmatrix} -10 & 5 & 15 \\ 0 & -10 & -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -3 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Eliminamos B :

$$\left. \begin{array}{l} 2A - B = C \\ A + 2B = D \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} 2 \cdot (2A - B = C) \\ A + 2B = D \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} 4A - 2B = 2C \\ A + 2B = D \end{array} \right\}$$

$$5A = 2C + D \Rightarrow A = \frac{1}{5}(2C + D)$$

$$A = \frac{1}{5}(2C + D) = \frac{1}{5} \cdot \left[2 \cdot \begin{pmatrix} -4 & 1 & 7 \\ 6 & 0 & -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & -2 & -4 \\ 3 & 5 & 1 \end{pmatrix} \right] = \frac{1}{5} \cdot \begin{pmatrix} -5 & 0 & 10 \\ 15 & 5 & -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 3 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

7º/ Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$, hallar las matrices X que verifique: $A \cdot X = X \cdot A$.

Llamamos $X = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$.

Desarrollamos la igualdad $A \cdot X = X \cdot A$:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ -d & -e & -f \\ d & e & f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & -b+c & 0 \\ d & -e+f & 0 \\ g & -h+i & 0 \end{pmatrix}$$

Iguando coeficientes tenemos:

(1) $a = a$	(4) $-d = d$	(7) $d = g$
(2) $b = -b + c$	(5) $-e = -e + f$	(8) $e = -h + i$
(3) $c = 0$	(6) $-f = 0$	(9) $f = 0$

De estas ecuaciones deducimos: $b = 0$, $c = 0$, $d = 0$, $f = 0$, $g = 0$, $i = e + h$.

Por lo tanto, las soluciones son de la forma:

$$X = \begin{pmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & e & 0 \\ 0 & h & e+h \end{pmatrix}, \text{ donde } a, e, h \in \mathbb{R}.$$

8º/ Sean las matrices

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

a) Determine la dimensión de la matriz M para que pueda efectuarse el producto $A \cdot M \cdot C$.

b) Determine la dimensión de la matriz N para que $C^t \cdot N$ sea una matriz cuadrada.

c) Calcula $A^t \cdot B \cdot C^t$.

a) Dado que A es de dimensión 2×3 y C es de dimensión 3×2 para que pueda efectuarse $A \cdot M \cdot C$ tendríamos que:

Número de filas de $M =$ Número de columnas de $A = 3$.

Número de columnas de $M =$ Número de filas de $C = 3$.

Por tanto, M ha de ser una matriz cuadrada de orden 3.

b) C^t es una matriz de dimensión 2×3 , luego para que pueda efectuarse el producto $C^t \cdot N$:

Número de filas de $N =$ Número de columnas de $C^t = 3$.

El producto $C^t \cdot N$ tendrá 2 filas y sus columnas será el número de columnas de N , por lo que para que el resultado sea una matriz cuadrada, el número de columnas de N ha de ser 2.

En conclusión, N será de dimensión 3×2 .

c) $A^t \cdot B \cdot C^t = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -1 & 2 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 \\ -2 & 2 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 3 \\ -2 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 \\ -2 & 2 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & -8 \\ -4 & 6 & -4 \\ 2 & -4 & 4 \end{pmatrix}$

9º/ Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, halla A^3 , A^5 y A^n .

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

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

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

$$A^5 = A^4 \cdot A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

.....

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

10º/Calcula A^{2000} , siendo $A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$.

$$A^2 = A \cdot A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$A^3 = A^2 \cdot A = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 8 \\ 0 & 8 & 0 \\ 8 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A^4 = A^3 \cdot A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 8 \\ 0 & 8 & 0 \\ 8 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 16 & 0 & 0 \\ 0 & 16 & 0 \\ 0 & 0 & 16 \end{pmatrix} \dots$$

$$A^n = \begin{cases} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 2^n \\ 0 & 2^n & 0 \\ 2^n & 0 & 0 \end{pmatrix} & \text{si } n \text{ es par} \\ \begin{pmatrix} 2^n & 0 & 0 \\ 0 & 2^n & 0 \\ 0 & 0 & 2^n \end{pmatrix} & \text{si } n \text{ es impar} \end{cases}, \text{ por lo tanto: } A^{2000} = \begin{pmatrix} 2^{2000} & 0 & 0 \\ 0 & 2^{2000} & 0 \\ 0 & 0 & 2^{2000} \end{pmatrix}.$$

11º/ Dada la matriz $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, halla A^{2004} .

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

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

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

$A^n = I$ si n es par, y $A^n = A$ si n es impar, por lo que $A^{2004} = I$.

12º/ Determine los valores x e y que hacen cierta la siguiente igualdad:

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x \\ y & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Operando: $\begin{pmatrix} x-y \\ 3x+2y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3+2x \\ 3y-2 \end{pmatrix}$.

Igualando y resolviendo el sistema:

$$\left. \begin{array}{l} x-y=3+2x \\ 3x+2y=3y-2 \end{array} \right\} \text{ Solución: } x = \frac{-5}{4}, \quad y = \frac{-7}{4} .$$

13º/ Calcula el rango de la matriz $A = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 3 & 6 & 9 \\ -5 & -10 & m \end{pmatrix}$ según los valores del parámetro real m .

Aplicamos el método de Gauss, para hacer ceros por debajo de la diagonal:

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 3 & 6 & 9 \\ -5 & -10 & m \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 3 & 6 \\ 0 & -5 & m+5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 3m+45 \end{pmatrix}$$

$$\begin{array}{l} F_2 \rightarrow F_2 + 3F_1 \\ F_3 \rightarrow F_3 - 5F_1 \end{array} \quad \begin{array}{l} F_3 \rightarrow 3F_3 + 5F_2 \end{array}$$

$$\text{Si } 3m+45=0 \Rightarrow m = \frac{-45}{3} = -15 .$$

Por tanto:

Si $m = -15 \Rightarrow r(A) = 2$ (hay 2 filas no nulas).

Si $m \neq -15 \Rightarrow r(A) = 3$ (las 3 filas son no nulas).

14º/ Determina dos matrices X e Y tales que:

$$3X - 2Y = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & -1 \end{pmatrix} \quad 4X - 3Y = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} .$$

$$\left. \begin{array}{l} 3X - 2Y = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & -1 \end{pmatrix} = A \\ 4X - 3Y = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} = B \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} 3X - 2Y = A \\ 4X - 3Y = B \end{cases}$$

Eliminamos Y :

$$\left. \begin{array}{l} 3 \cdot (3X - 2Y = A) \\ -2 \cdot (4X - 3Y = B) \end{array} \right\} \begin{array}{l} 9X - 6Y = 3A \\ -8X + 6Y = -2B \end{array}$$

$$X = 3A - 2B$$

$$Y = 3A - 2B = 3 \cdot \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & -1 \end{pmatrix} - 2 \cdot \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -14 \\ 18 & -3 \end{pmatrix}$$

Eliminamos X :

$$\left. \begin{array}{l} 4 \cdot (3X - 2Y = A) \\ -3 \cdot (4X - 3Y = B) \end{array} \right\} \begin{array}{l} 12X - 8Y = 4A \\ -12X + 9Y = -3B \end{array}$$

$$Y = 4A - 3B$$

$$Y = 4A - 3B = 4 \cdot \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 8 & -1 \end{pmatrix} - 3 \cdot \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & -20 \\ 23 & -4 \end{pmatrix}$$