Eliminación Gaussiana con sustitución hacia atrás

Nombre: David Egas

Usaremos el codigo fuente proporcionado por el docente para la practica de la clase.

```
%load_ext autoreload
```

1. Para cada uno de los siguientes sistemas lineales, obtenga, de ser posible, una solución con métodos gráficos. Explique los resultados desde un punto de vista geométrico

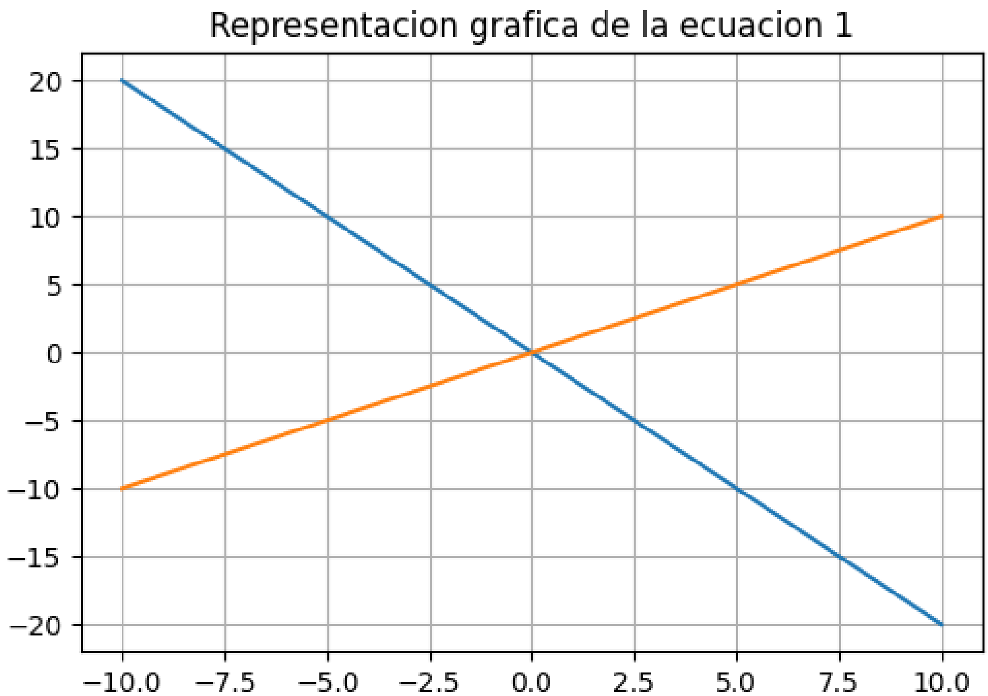
```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

a)

$$x_1 + 2x_2 = 0$$

$$x_1 - x_2 = 0$$

```
##Representaremos de manera grafica las ecuaciones que nos ayuden a concluir el comportamiento de estos:
#despejamos el x mas facil y graficamos

xsub2=np.linspace(-10,10,100)
#Ecuacion 1
x1_ec1= -2*xsub2
#Ecuacion 2
x1_ec2= xsub2

plt.figure(figsize=(6,4))
plt.plot(xsub2,x1_ec1)
plt.plot(xsub2,x1_ec2)
plt.title("Representacion grafica de la ecuacion 1")
plt.grid(True)
plt.show()
```



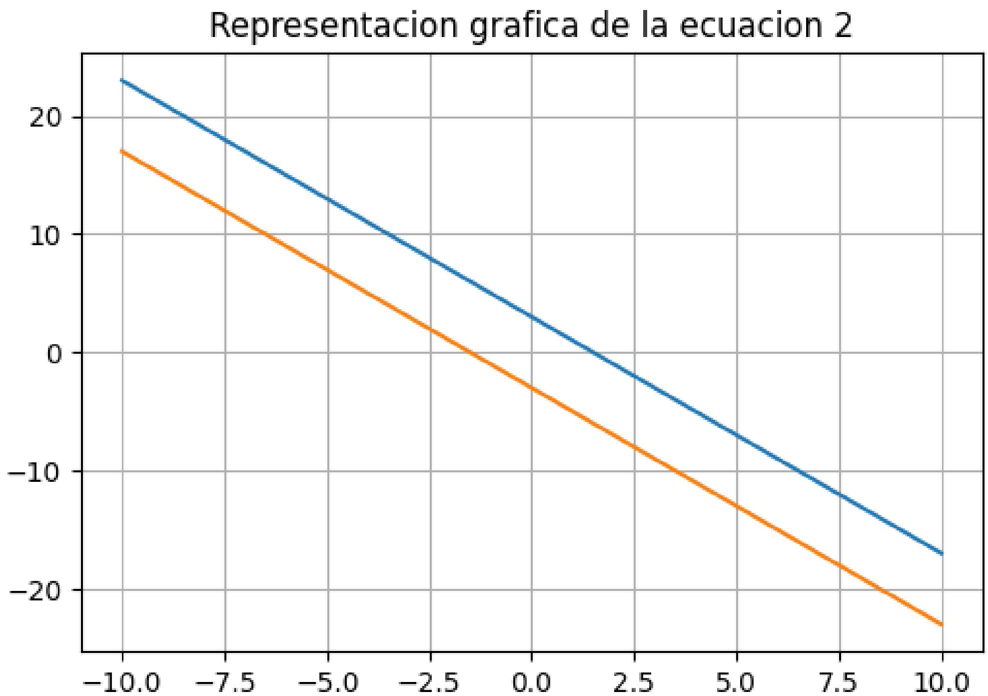
Del grafico podemos decir que el sistema de ecuaciones posee una solucion unica ya que los planos se cruzan en un solo punto.

b)

$$x_1 + 2x_2 = 3$$

$$-2x_1 - 4x_2 = 6$$

```
xsub2=np.linspace(-10,10,100)
#Ecuacion 1
x1_ec1= 3-2*xsub2
#Ecuacion 2
x1_ec2= (6+4*xsub2)/-2

plt.figure(figsize=(6,4))
plt.plot(xsub2,x1_ec1)
plt.plot(xsub2,x1_ec2)
plt.title("Representacion grafica de la ecuacion 2")
plt.grid(True)
plt.show()
```



Del grafico podemos decir que el sistema de ecuaciones no posee solucion dado que las rectas no se cruzan en ningun punto o conjunto de puntos.

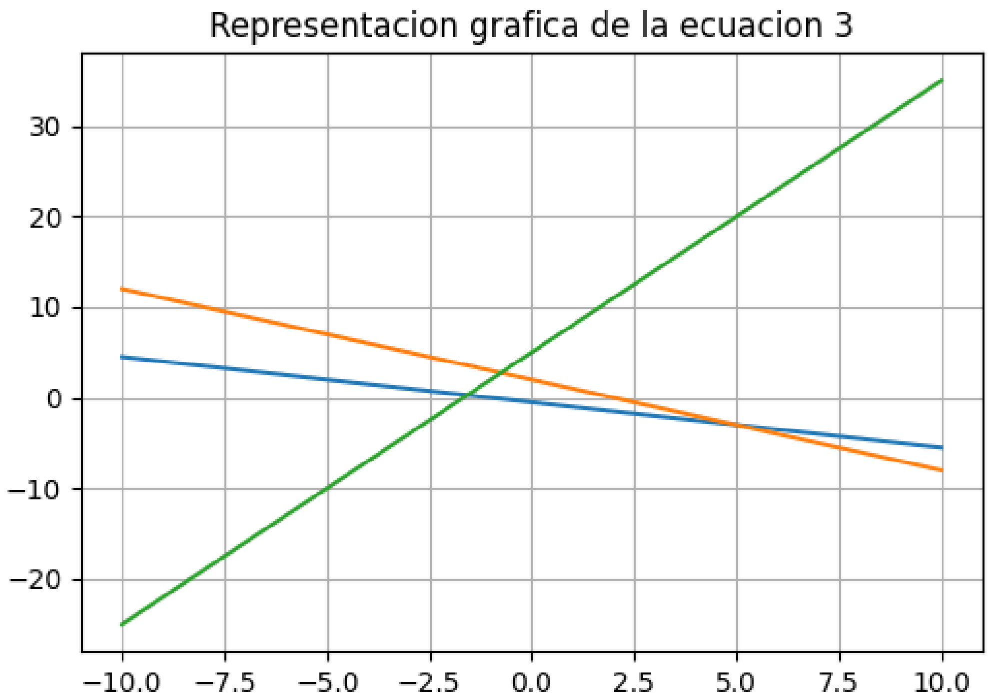
c)

$$2x_1 + x_2 = -1$$

$$x_1 + x_2 = 2$$

$$x_1 - 3x_2 = 5$$

```
xsub2=np.linspace(-10,10,100)
#Ecuacion 1
x1_ec1= (-1-xsub2)/2
#Ecuacion2
x1_ec2= 2-xsub2
#Ecuacion 3
x1_ec3= 5+3*xsub2

plt.figure(figsize=(6,4))
plt.plot(xsub2,x1_ec1)
plt.plot(xsub2,x1_ec2)
plt.plot(xsub2,x1_ec3)
plt.title("Representacion grafica de la ecuacion 3")
plt.grid(True)
plt.show()
```



De este sistema de ecuaciones podemos decir que el sistema no posee solucion ya que en el grafico podemos observar que todas las rectas se cruzan pero no en el mismo punto, por lo tanto no existe un punto que satisfaga todas las ecuaciones.

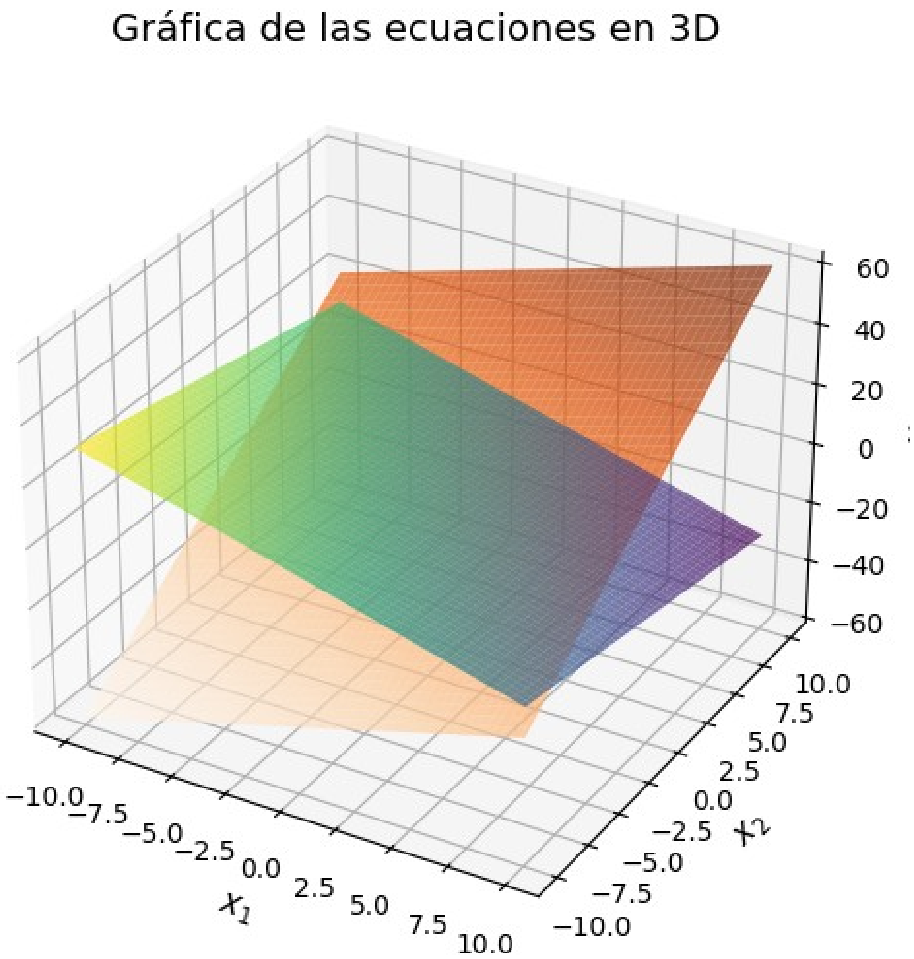
d)

$$2x_1+x_2+x_3=1$$

$$2x_1+4x_2-x_3=-1$$

```
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

xsub1=np.linspace(-10,10,100)
xsub2=np.linspace(-10,10,100)

# Crear una malla para x1 y x2
xsub1,xsub2= np.meshgrid(xsub1,xsub2)

#Ecuacion 1
x3_ec1= 1 -2*xsub1 - xsub2
#Ecuacion 2
x3_ec2= 1 +4*xsub2 +2*xsub1

#Graficar en 3D
fig=plt.figure(figsize=(8,6))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')

# Graficar las superficies
ax.plot_surface(xsub1, xsub2, x3_ec1, alpha=0.7, cmap='viridis',
```

```
edgecolor='none', label=r"$2x_1 + x_2 + x_3 = 1$")
ax.plot_surface(xsub1, xsub2, x3_ec2, alpha=0.7, cmap='Oranges',
edgecolor='none', label=r"$2x_1 + 4x_2 - x_3 = -1$")

# Etiquetas de los ejes
ax.set_title("Gráfica de las ecuaciones en 3D", fontsize=14)
ax.set_xlabel(r"$x_1$", fontsize=12)
ax.set_ylabel(r"$x_2$", fontsize=12)
ax.set_zlabel(r"$x_3$", fontsize=12)

# Mostrar la gráfica
plt.show()
```



En base al grafico podemos decir que el sistema posee infinitas soluciones ya que los planos no solo cortan en un solo punto sino que estos se cortan a lo largo de un conjunto de puntos . Por lo tanto, el sistema de ecuaciones lineales no tiene una solución única dado que se tiene dos ecuaciones con tres incognitas, de donde se desconoce el valor de una de las incognitas volviendo al sistema de ecuaciones de infinitas soluciones.

1. Utilice la eliminación gaussiana con sustitución hacia atrás y aritmética de redondeo de dos dígitos para resolver los siguientes sistemas lineales. No reordene las ecuaciones.

a)

$$-x_1+4x_2+x_3=8$$

$$\frac{5}{3}x_1+\frac{2}{3}x_2+\frac{2}{3}x_3=1$$

$$2x_1+x_2+4x_3=11$$

```
%autoreload 2
from src import eliminacion_gaussiana

Ab = [[-1, 4, 1, 8], [5/3, 2/3, 2/3, 1], [2, 1, 4, 11]]
resultado1=eliminacion_gaussiana(Ab)
print(f"El resultado es: {np.round(resultado1, decimals=2)}")
```

```
[01-10 12:24:13][INFO]
[[-1.          4.          1.          8.        ]
 [ 0.          7.33333333  2.33333333 14.33333333]
 [ 0.          9.          6.         27.        ]]
[01-10 12:24:13][INFO]
[[-1.          4.          1.          8.        ]
 [ 0.          7.33333333  2.33333333 14.33333333]
 [ 0.          0.          3.13636364  9.40909091]]
El resultado es: [-1.  1.  3.]
```

b)

$$4x_1+2x_2-3x_3=-5$$

$$\frac{1}{9}x_1+\frac{1}{9}x_2-\frac{1}{3}x_3=-1$$

$$x_1+4x_2+2x_3=9$$

```
Ab2=[[4,2,-3,-5],[1/9,1/9,-1/3,-1],[1,4,2,9]]
resultado2=eliminacion_gaussiana(Ab2)
print(f"El resultado es: {np.round(resultado2, decimals=2)}")
#Redondeamos a 2 decimales
```

```
[01-10 12:24:31][INFO]
[[ 0.11111111  0.11111111 -0.33333333 -1.        ]
 [ 0.         -2.          9.         31.        ]
 [ 0.          3.          5.         18.        ]]
[01-10 12:24:31][INFO]
[[ 0.11111111  0.11111111 -0.33333333 -1.        ]
 [ 0.         -2.          9.         31.        ]
```

```
 [ 0.          0.          18.5         64.5        ]]
El resultado es: [1.27 0.19 3.49]
```

1. Utilice el algoritmo de eliminación gaussiana para resolver, de ser posible, los siguientes sistemas lineales, y determine si se necesitan intercambios de fila:

a)

$$x_1 - x_2 + 3x_3 = 2$$

$$3x_1 - 3x_2 + x_3 = -1$$

$$x_1 + x_2 = 3$$

```
Ab3=[[1,-1,3,2],[3,-3,1,-1],[1,1,0,4]]
resultado=eliminacion_gaussiana(Ab3)
print(f"La solucion al sistema es:{np.round(resultado, decimals=2)}")

[01-10 12:19:59][INFO]
[[ 1 -1  3  2]
 [ 0  0 -8 -7]
 [ 0  2 -3  2]]
[01-10 12:19:59][INFO]
[[ 1 -1  3  2]
 [ 0  2 -3  2]
 [ 0  0 -8 -7]]
La solucion al sistema es:[1.69 2.31 0.88]
```

Dado que el sistema dentro de la matriz tiene la siguiente interpretacion tenemos que:

x_1	x_2	x_3	b
1	-1	3	2
3	-3	1	-1
1	1	0	3

Se debe realizar un intercambio de filas obligatoriamente, ya que en la tercera ecuación el valor de x_3 es igual a 0. Esto implica que, al transformar el sistema en una matriz triangular superior, será necesario cambiar la fila en algún punto del proceso para poder determinar el valor de la incógnita x_3 .

b)

$$2x_1 - 1.5x_2 + 3x_3 = 1$$

$$-x_1 + 2x_3 = 3$$

$$4x_1 - 4.5x_2 + 5x_3 = 1$$

```
Ab4=[[2,1.5,3,1],[-1,0,2,3],[4,-4.5,5,1]]
resultado4= eliminacion_gaussiana(Ab4)
print(f"La solucion al sistema es:{np.round(resultado4, decimals=2)}")
```

```
[01-10 13:12:39][INFO]
[[-1.   0.   2.   3. ]
 [ 0.   1.5  7.   7. ]
 [ 0.  -4.5 13.  13. ]]
[01-10 13:12:39][INFO]
[[-1.   0.   2.   3. ]
 [ 0.   1.5  7.   7. ]
 [ 0.   0.  34.  34. ]]
La solucion al sistema es:[-1.  0.  1.]
```

Dado que el sistema de ecuaciones se ve de la siguiente manera:

x_1	x_2	x_3	b
2	-1.5	3	1
-1	0	2	-3
4	-4.5	5	1

Podemos decir que si existe y se necesita un intercambio de filas ya que la ecuacion de la fila 2 sebe ser intercambiada por la fila 1 por facilidad al momento de resolver el sistema.Por otro lado dentro de la fila 2 tenemos como primer elemento x_1=1, otra razon por la cual deberiamos realizar el intrcambio, tal como se ve en el proceso de resolucion al momento de llamar a la funcion *eliminacion gaussiana*.

x_1	x_2	x_3	b
-1	0	2	-3
2	-1.5	3	1
4	-4.5	5	1

Matriz de donde partirian las operaciones de fila por facilidad.

c)

$$2x_1=3$$

$$x_1+1.5x_2=4.5$$

$$-3x_2+0.5x_3=-6.6$$

$$2x_1-2x_2+x_3+x_4=0.8$$

```
Ab5=[[2, 0,   0,   0, 3],
     [1, 1.5, 0,   0, 4.5],
     [0, -3,  0.5, 0,-6.6],
     [2, -2,  1,   1, 0.8]]
```

```
resultado5= eliminacion_gaussiana(Ab5)
print(f"La solucion al sistema es:{np.round(resultado5, decimals=2)}")

[01-10 13:38:09][INFO]
[[ 1.   1.5  0.   0.   4.5]
 [ 0.  -3.   0.   0.  -6. ]
 [ 0.  -3.   0.5  0.  -6.6]
 [ 0.  -5.   1.   1.  -8.2]]
[01-10 13:38:09][INFO]
[[ 1.   1.5  0.   0.   4.5]
 [ 0.  -3.   0.   0.  -6. ]
 [ 0.   0.   0.5  0.  -0.6]
 [ 0.   0.   1.   1.   1.8]]
[01-10 13:38:09][INFO]
[[ 1.   1.5  0.   0.   4.5]
 [ 0.  -3.   0.   0.  -6. ]
 [ 0.   0.   0.5  0.  -0.6]
 [ 0.   0.   0.   1.   3. ]]
La solucion al sistema es:[ 1.5  2.  -1.2  3. ]
```

Como podemos observar el sistema de ecuaciones llamado Ab5 y al ejecutar dicha linea de codigo podemos observar que si se necesita el intercambio de filas para resolver el sistema por facilidad para la computadora, pero para la resolucion de esta matriz **NO** es necesario realizar un intercambio de filas. como se detalla a continuacion:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
2	0	0	0	3
1	1.5	0	0	4.5
0	-3	0.5	0	-6.6
2	-2	1	1	0.8

Realizando las siguientes operaciones

$$F_1/2 -> F_1$$

$$-F_1 + F_2 -> F_2$$

$$-2F_1 + F_4 -> F_4$$

Tenemos el siguiente sistema equivalente:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
2	0	0	0	3/2
0	1.5	0	0	3
0	-3	0.5	0	-6.6
0	-2	1	1	-11/5

De donde tenemos una matriz triangular inferior de donde ya podemos hallar las soluciones del sistema sin intercambiar las filas del sistema.

d)

$$x_1+x_2+x_4=2$$

$$2x_1+x_2-x_3+x_4=1$$

$$4x_1-x_2-2x_3+x_4=0$$

$$3x_1-x_2-x_3+2x_4=-3$$

```
Ab6=[[1,1,0,1,2],[2,1,-1,1,1],[4,-1,-2,1,0],[3,-1,-1,2,-3]]
resdultado6= eliminacion_gaussiana(Ab6)
print(f"La solucion al sistema es:{np.round(resdultado6,
decimals=2)}")

[01-10 14:16:28][INFO]
[[ 1  1  0  1  2]
 [ 0 -1 -1 -1 -3]
 [ 0 -5 -2 -3 -8]
 [ 0 -4 -1 -1 -9]]
[01-10 14:16:28][INFO]
[[ 1  1  0  1  2]
 [ 0 -1 -1 -1 -3]
 [ 0  0  3  2  7]
 [ 0  0  3  3  3]]
[01-10 14:16:28][INFO]
[[ 1  1  0  1  2]
 [ 0 -1 -1 -1 -3]
 [ 0  0  3  2  7]
 [ 0  0  0  1 -4]]
La solucion al sistema es:[ 4.  2.  5. -4.]
```

Como podemos observar el sistema de ecuaciones llamado Ab6 y al ejecutar dicha linea de codigo podemos observar que **NO** es necesario realizar un intercambio de filas. como se detalla a continuacion:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
1	1	0	1	2
2	1	-1	1	1
4	-1	-2	1	0
3	-1	-1	2	-3

Realizamos las siguientes operaciones:

$$-2F_1+f_2->F_2$$

$$-4F_1+F_3->F_3$$

$$-3F_1+F_4->F_4$$

Tenemos el siguiente sistema equivalente:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
1	1	0	1	2
0	-1	-1	-1	-3
0	-5	-2	-3	-8
0	-4	-1	-1	-9

Donde seguimos realizando las siguientes operaciones en fila 2:

$$-F_1->F_1$$

$$5F_2+F_3->F-3$$

$$4F_2+F_4->F_4$$

Tenemos el siguiente sistema equivalente:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
1	1	0	1	2
0	1	1	1	3
0	0	3	2	7
0	0	3	3	3

Donde realizando la siguiente operacion de fila podemos hallar la solucion del sistema de ecuaciones:

$$-F_3+F_4->F_4$$

Tenemos la siguiente matriz resultante:

x_1	x_2	x_3	x_4	b
1	1	0	1	2
0	1	1	1	3
0	0	3	2	7
0	0	0	1	-4

De donde podemos decir que no se necesitaron intercambios de filas para resolver el sistema de ecuaciones desarrollado.

1. Use el algoritmo de eliminación gaussiana y la aritmética computacional de precisión de 32 bits para resolver los siguientes sistemas lineales.

a)

$$\frac{1}{4}x_1+\frac{1}{5}x_2+\frac{1}{6}x_3=9$$

$$\frac{1}{3}x_1+\frac{1}{4}x_2+\frac{1}{5}x_3=8$$

$$\frac{1}{2}x_1+x_2+2x_3=8$$

```
from src.linear_sist_methods import eliminacion_gaussiana_de32
Ej4_a=[[1/4,1/5,1/6,9],[1/3,1/4,1/5,8],[1/2,1,2,8]]

resultadoA= eliminacion_gaussiana_de32(Ej4_a)
print(f"La solucion al sistema es:{resultadoA}")
```

```
[01-10 15:08:34][INFO]
[[  0.25         0.2          0.16666667   9.        ]
 [  0.          -0.01666668  -0.02222224  -4.        ]
 [  0.           0.6          1.6666666  -10.        ]]
[01-10 15:08:34][INFO]
[[ 2.5000000e-01  2.0000000e-01  1.6666667e-01  9.0000000e+00]
 [ 0.0000000e+00 -1.6666681e-02 -2.2222236e-02 -4.0000000e+00]
 [ 0.0000000e+00 -5.9604645e-08  8.6666673e-01 -1.5399989e+02]]
La solucion al sistema es:[-227.07666  476.92264 -177.69217]
```

b)

$$3.333x_1+15920x_2-10.333x_3+15913$$

$$2.222x_1+16.71x_2+9.612x_3=28.544$$

$$1.5611x_1+5.1791x_2+1.6852x_3=8.4254$$

```
Ej4_b=[[3.333,15920,-10.333,15913],[2.222,16.71,9.612,28.544],
[1.5611,5.1791,1.6852,8.4254]]

resultadoB= eliminacion_gaussiana_de32(Ej4_b)
print(f"La solucion al sistema es:{resultadoB}")
print(f"La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:
{np.round(resultadoB, decimals=2)}")
```

```
[01-10 15:19:51][INFO]
[[ 1.5611000e+00  5.1791000e+00  1.6852000e+00  8.4253998e+00]
 [ 0.0000000e+00  9.3383007e+00  7.2133622e+00  1.6551662e+01]
 [ 0.0000000e+00  1.5908942e+04 -1.3930958e+01  1.5895012e+04]]
[01-10 15:19:51][INFO]
[[ 1.5611000e+00  5.1791000e+00  1.6852000e+00  8.4253998e+00]
 [ 0.0000000e+00  9.3383007e+00  7.2133622e+00  1.6551662e+01]
 [ 0.0000000e+00  0.0000000e+00 -1.2302779e+04 -1.2302777e+04]]
```

```
La solucion al sistema es:[0.9999997 1.0000001 0.9999998]
La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:[1. 1. 1.]
```

c)

$$x_1+\frac{1}{2}x_2+\frac{1}{3}x_3+\frac{1}{4}x_4=\frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{2}x_1+\frac{1}{3}x_2+\frac{1}{4}x_3+\frac{1}{5}x_4=\frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{3}x_1+\frac{1}{4}x_2+\frac{1}{5}x_3+\frac{1}{6}x_4=\frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{4}x_1+\frac{1}{5}x_2+\frac{1}{6}x_3+\frac{1}{7}x_4=\frac{1}{9}$$

```
Ej4_c=[[1,1/2,1/3,1/4,1/6],[1/2,1/3,1/4,1/5,1/7],
[1/3,1/4,1/5,1/6,1/8],[1/4,1/5,1/6,1/7,1/9]]
resultadoC= eliminacion_gaussiana_de32(Ej4_c)
print(f"La solucion al sistema es:{resultadoC}")
print(f"La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:
{np.round(resultadoC, decimals=2)}")
```

```
[01-10 15:35:59][INFO]
[[ 0.25        0.2         0.16666667  0.14285715  0.11111111]
 [ 0.         -0.06666666 -0.08333334 -0.0857143  -0.07936507]
 [ 0.         -0.01666668 -0.02222224 -0.02380954 -0.02314815]
 [ 0.         -0.3        -0.33333334 -0.3214286  -0.2777778 ]]
[01-10 15:35:59][INFO]
[[ 2.5000000e-01  2.0000000e-01  1.6666667e-01  1.4285715e-01
   1.1111111e-01]
 [ 0.0000000e+00 -1.6666681e-02 -2.2222236e-02 -2.3809537e-02
  -2.3148149e-02]
 [ 0.0000000e+00  0.0000000e+00  5.5555180e-03  9.5237717e-03
   1.3227440e-02]
 [ 0.0000000e+00  2.9802322e-08  6.6666603e-02  1.0714275e-01
   1.3888860e-01]]
[01-10 15:35:59][INFO]
[[ 2.5000000e-01  2.0000000e-01  1.6666667e-01  1.4285715e-01
   1.1111111e-01]
 [ 0.0000000e+00 -1.6666681e-02 -2.2222236e-02 -2.3809537e-02
  -2.3148149e-02]
 [ 0.0000000e+00  0.0000000e+00  5.5555180e-03  9.5237717e-03
   1.3227440e-02]
 [ 0.0000000e+00  2.9802322e-08  0.0000000e+00 -7.1431771e-03
  -1.9841611e-02]]
La solucion al sistema es:[-0.03174075  0.5951853  -2.3808312
2.7777011 ]
```

```
La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:[-0.03  0.6  -2.38
2.78]
```

d)

$$2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - 3x_5 = 7$$

$$x_1 + 2x_3 - x_4 + x_5 = 2$$

$$-2x_2 - x_3 + x_4 - x_5 = -5$$

$$3x_1 + x_2 - 4x_3 + x_5 = 6$$

$$x_1 - x_2 - x_3 - x_4 + x_5 = -3$$

```
Ej4_d=[[2,1,-1,1,-3,7],[1,0,2,-1,1,2],[0,-2,-1,1,-1,-5],[3,1,-
4,0,5,6],[1,-1,-1,-1,1,-3]]
resultadoD= eliminacion_gaussiana_de32(Ej4_d)
print(f"La solucion al sistema es:{resultadoD}")
print(f"La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:
{np.round(resultadoD, decimals=2)}")
```

```
[01-10 15:43:47][INFO]
[[  1.   0.   2.  -1.   1.   2.]
 [  0.   1.  -5.   3.  -5.   3.]
 [  0.  -2.  -1.   1.  -1.  -5.]
 [  0.   1. -10.   3.   2.   0.]
 [  0.  -1.  -3.   0.   0.  -5.]]
[01-10 15:43:47][INFO]
[[  1.   0.   2.  -1.   1.   2.]
 [  0.   1.  -5.   3.  -5.   3.]
 [  0.   0. -11.   7. -11.   1.]
 [  0.   0.  -5.   0.   7.  -3.]
 [  0.   0.  -8.   3.  -5.  -2.]]
[01-10 15:43:47][INFO]
[[  1.          0.          2.         -1.          1.          2.
]
 [  0.          1.         -5.          3.         -5.          3.
]
 [  0.          0.         -5.          0.          7.         -3.
]
 [  0.          0.          0.          7.        -26.400002
7.6000004]
 [  0.          0.          0.          3.        -16.2
2.8000002]]
[01-10 15:43:47][INFO]
[[  1.          0.          2.         -1.          1.          2.
]
 [  0.          1.         -5.          3.         -5.          3.
]
```

```
 [  0.          0.         -5.          0.           7.          -3.
]
 [  0.          0.          0.          3.         -16.2
2.8000002]
 [  0.          0.          0.          0.          11.399998
1.0666666]]
La solucion al sistema es:[1.8830411  2.807017   0.73099416 1.4385967
0.09356727]
La solucion al sistema redondeando a 2 decimales es:[1.88 2.81 0.73
1.44 0.09]
```

1. Dado el sistema lineal:

$$x_1 - x_2 + \alpha x_3 = -2$$
$$-x_1 + 2x_2 - \alpha x_3 = 3$$
$$\alpha x_1 + x_2 + x_3 = 2$$

- Para este ejercicio calcularemos el determinante del sistema ya que al este ser diferente de cero el sistema de ecuaciones posee solucion y evaluar posteriormente el resto de casos.

x_1	x_2	x_3
1	-1	α
-1	2	-α
α	1	1

Determinante=

2 + (-1)* - α * α + α * (-1)

-[α 2α - α +1]

Determinante= -α^2 +1

a. Encuentre el valor(es) de α para los que el sistema no tiene soluciones.

b. Encuentre el valor(es) de α para los que el sistema tiene un número infinito de soluciones.

-Para que el sistema de ecuaciones tenga infinitas soluciones el determinante debe ser igual a cero. Ademas se debe cumplir que el rang(A) = rang(A|b) pero ditinto al numero de incognitas de donde sabemos que, para que el sistema tenga infinitas soluciones $\alpha = \pm 1$

c. Suponga que existe una única solución para una a determinada, encuentre la solución.

- Para que el sistema tenga una unica solucion el determinanter debe ser disntinto de cero por lo que tenemos:

Determinante= -α^2 +1

De donde podemos decir que para que el sistema tenga unica solucion α **NO** debe tomar los valores de ± 1

Ejercicio aplicados

1.Suponga que en un sistema biológico existen n especies de animales y m fuentes de alimento. Si xj representa la población de las j-ésimas especies, para cada $j = 1, \cdots, n$; bi; representa el suministro diario disponible del i-ésimo alimento y aij representa la cantidad del i-ésimo alimento.

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = -b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = -b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = -b_m$$

representa un equilibrio donde existe un suministro diario de alimento para cumplir con precisión con el promedio diario de consumo de cada especie.

a) Si

A= [[1,2,0,3], [1,0,2,2], [0,0,1,1]]

x=[1000,500,350,400] y

b=[3500,2700,900]

¿Existe suficiente alimento para satisfacer el consumo promedio diario?

para determinar si el alimento es suficiente multiplicaremos Ax

Ax = [3200, 2500, 750]

y esto comparamos con b que es la cantidad de comida necesaria. Dado que ve posee valores mas grandes que los de a podemos decir que existe alimento suficiente para stisfacer el consumo.

b) ¿Cuál es el número máximo de animales de cada especie que se podría agregar de forma individual al sistema con el suministro de alimento que cumpla con el consumo?

Para resolver este literal debemos restar b-Ax

```
b-Ax=

[3500-3200],      [300,
[2700-2500],  =    200,
[900 - 750]        150]
```

Una vez realizado este paso para determinar cuanto consume la especie debemos dividir el numero de animales para la cantidad de alimento

Especie 1:

A 1	A 2	A 3
300	200	NA

De donde la dadoq que la especie 1 no consume alimento 3 se pueden agrear 200 ejemplares mas.

Especie 2:

A 1	A 2	A 3
150	NA	NA

Por lo tanto se puede agregar 150 ejemplares.

Especie 3:

A 1	A 2	A 3
NA	100	150

Por lo que se puede agrear 300 ejemplares mas.

Especie 4:

A 1	A 2	A 3
100	100	150

Por lo que se pueden agregar un maximo de 100 ejemplares.

c) Si la especie 1 se extingue, ¿qué cantidad de incremento individual de las especies restantes se podría soportar?

Con la extincion de la especie 1 y recalculando el alimento disponible tenemos que = [1300, 1200, 150]

Especie 2:

A 1	A 2	A 3
650	NA	NA

Por lo que se pueden agrear 650 animales de la especie 2.

Especie 3:

A 1	A 2	A 3
NA	600	150

Por lo tanto se puede aumentar 150 especies mas.

Especie 4:

A 1	A 2	A 3
433.33	600	150

dE DONDE SE PUIEDE aumentar hasta 150 animales de la especie 4.

d) Si la especie 2 se extingue, ¿qué cantidad de incremento individual de las especies restantes se podría soportar?

Dado que es una espcie la que se extinge el alimento disponible no varia por lo que es el mismo del anterior literal.

Especie 1:

A 1	A 2	A 3
13000	200	NA

Por lo que se puede aumentar 200 ejemplares mas.

Especie 3:

A 1	A 2	A 3
NA	100	150

Por lo tanto se pueden aumentar en 100 ejemplares la especie 3.