Universidade Federal da Campina Grande
Departamento de Engenharia Elétrica
Álgebra Linear
Prof. Edmar Candeia Gurjão
Primeira Lista de Exercícios

Problema 1 *Calcule as inversas das seguintes matrizes: a)* $\begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$*, b)* $\begin{bmatrix} 1 & a & b \\ 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$*,* *c)* $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ *e d)* $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Solução: a) $det \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = 1$, log a matriz tem inversa, e

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{21} \\ \Delta_{12} & \Delta 22 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (-1)^{1+1}.1 & (-1)^{2+1}a \\ (-1)^{1+2}0 & (-1)^{2+1}1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -a \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

b) A matriz é diagonal, logo $det(A) = 1$, e a inversa existe:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{21} & \Delta_{31} \\ \Delta_{12} & \Delta_{22} & \Delta_{23} \\ \Delta_{13} & \Delta_{23} & \Delta_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (-1)^{1+1}det \begin{bmatrix} 1 & c \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & (-1)^{2+1}det \begin{bmatrix} a & b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & (-1)^{3+1}det \begin{bmatrix} a & b \\ 1 & c \end{bmatrix} \\ (-1)^{1+2}det \begin{bmatrix} 0 & c \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & (-1)^{2+2}det \begin{bmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} & (-1)^{3+2}det \begin{bmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ (-1)^{1+3}det \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & (-1)^{2+3}det \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & (-1)^{3+1}det \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

c) $det(A) = 0$, logo não existe inversa.
d) Matriz indentidade $A^{-1} = A$.

Problema 2 *Sejam as matriz* $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ 0 & 3 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 0 & 3 \\ -3 & 1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \\ 0 & -2 \\ 4 & 1 \end{bmatrix}$ *e* $C = \begin{bmatrix} 3 & -2 & 0 & 5 \\ 1 & 0 & -3 & 4 \end{bmatrix}$*. Responda:*

a) $D = ABC$ *existe? Se existe determine* d_{34}*;*

b) $E = BAC$ *existe? Se existe determine* e_{22}*;*

c) $F = BCA$ *existe? Se existe determine* f_{43}*;*

d) $G = ACB$ *existe? Se existe determine* g_{31}*;*

Solução: $A_{4\times 4}$, $B_{4\times 2}$ e $C_{2\times 4}$.

a) $D = A_{4\times4}.B_{4\times2}.C_{2\times4}$ existe, e ...

b) $E = B_{4\times2}.A_{4\times4}.C_{2\times4}$ não existe.

c) $F = B_{4\times2}.C_{2\times4}.A_{4\times4}$ existe e ...

d) $G = A_{4\times4}.C_{2\times4}.B_{4\times2}$. não existe.

Problema 3 *Uma matriz é dita ser ortogonal se $A^{-1} = A^T$. Determine x, y, z de modo que a matriz abaixo seja ortogonal.*

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ x & y & z \end{bmatrix}$$

Solução:

$$det \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ x & y & z \end{bmatrix} = \frac{z}{\sqrt{2}} - \frac{y}{\sqrt{2}}$$

Para que A^{-1} exista $\frac{z}{\sqrt{2}} - \frac{y}{\sqrt{2}} \neq 0$.

E a inversa é

$$det \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ x & y & z \end{bmatrix} = \frac{z}{\sqrt{2}} - \frac{y}{\sqrt{2}}$$

Problema 4 *Determine as condições para o parâmetro c que permitam as matrizes serem inversíveis: a)* $\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ c & -1 \end{bmatrix}$ *b)* $\begin{bmatrix} 1 & 2 & c+1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & c \end{bmatrix}$

Problema 5 *Encontre o determinante e a inversa de cada um das matrizes: a)* $\begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$

b) $\begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix}$

Problema 6 *Seja* $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 10 \\ 0 & 7+x & -3 \\ 0 & 4 & x \end{bmatrix}$. *Encontre valores de x para que A seja inversível.*

Problema 7 *Suponha que X e Y são matrizes 3×3 tais que $det(X) = 7$ e $det(Y) = 10$. Encontre $det(2(YX)^T(XY)^{-1})$.*

Problema 8 *Em cada um dos casos abaixo realize a multiplicação das matrizes:*

a) Uma matriz simétrica $m \times m$, com $m > 2$ por uma matriz triangular superior $n \times n$.

b) Uma matriz $A_{m\times l}$ *dada por* $a_{ij} = i + j$ *por uma matriz diagonal.*

Problema 9 *Sejam* $A = \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ *e* $B = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -4 & 4 \end{bmatrix}$. *Existe alguma matriz* C *tal que* $CA = B$*?*

Problema 10 *Determine a forma escalonada das matrizes abaixo.*

a)

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 6 & 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

b)

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 3 & 5 & 7 & 9 \\ 5 & 7 & 9 & 1 \end{bmatrix}$$

Problema 11 *Prove que uma matriz com uma coluna toda de zeros tem determinante nulo.*

Problema 12 *Assuma que* A *e* B *são matrizes* 4×4 *tais que* $det(A) = 2$ *e* $det(B) = -1$.

1. *Calcule* $det(F)$, *sendo* F *a matriz obtida de* A *pela troca de posição entre as linhas 1 e 4.*
2. *Calcule* $det(G)$, *sendo* G *a matriz obtida de* B *multiplicando a linha 2 por 3 e a linha 3 por 4.*
3. *Calcule* $det(2BA^TB^2A^{-1}B^{-1}A)$

Problema 13 *Determinar se* $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{bmatrix}$ *é inversível, e caso seja determinar* A^{-1}

Problema 14 ((1,0 ponto)) *Se* A *eB são matrizes* n *timesn simétricas e inversíveis e* C *é uma matriz inversível, simplifique a seguinte expressão* $(2AB^T)^{-1}(A^{-1}BA)^T(4CA^2)^T(A^{-1}C)^{-1}(2A^{-1})$

Problema 15 *Use a regra de Cramer para resolver o sistema*

$$\begin{cases} x - 2y + z = -8 \\ x - z = -2 \\ 3x + y - z = -9 \end{cases}$$

Problema 16 *Esboce cada uma das matrizes abaixo e faça a multiplicação dessas matrizes*

a) **A** *uma matriz* 2×3 *dada por*

$$a_{ij} = \begin{cases} 3i + 2j, & sei = j \\ i - 2j, & se\ i \neq j \end{cases}$$

a) **B** *uma matriz* $L \times M$ *dada por*

$$a_{ij} = \begin{cases} 2i, & sei < j \\ i - j, & se\ i = j \\ 2j, & se\ i > j \end{cases}$$

sendo L *e* M *valores escolhido por você.*

Problema 17 *Calcule os determinantes*

a)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 0 \\ 0 & 7 & 8 & 9 & 4 & 0 \\ 0 & 4 & 5 & 6 & 3 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

b) De uma matriz 3×3 *sendo* $a_{ij} = 2i - 3j + 1$.

Problema 18 *Responda se cada uma das afirmações abaixo é verdadeira ou falsa. Justifique suas respostas:*

a) Se A *e* B *são matrizes* 3×3*, então* $(AB)^T = A^T B^T$*;*

b) Se A *e* B *são matrizes tais que* AB *e* BA *estão definidas, então* A *e* B *devem ser quadradas;*

c) Se A *e* B *são matrizes* $n \times n$ *então* $(A + B)(B - A) = A^2 - B^2$.

Problema 19 *Resolva os seguintes sistemas usando o escalonamento.*

$$i) \begin{cases} x + y - z = 0 \\ 2x + 4y - z = 0 \\ 3x + 2y + 2z = 0 \end{cases} \qquad ii) \begin{cases} x - y + 3z = 2 \\ x + y + z = 1 \\ x - 3y + 5z = 5 \end{cases}$$

Problema 20 *Prove que* A *é inversível se* $a \neq 0$ *e* $a \neq b$

$$A = \begin{bmatrix} a & b & b \\ a & a & b \\ a & a & a \end{bmatrix}$$

Problema 21 *Caso exista, determine a inversa da matriz em cada caso:*

a)

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 10 & 6 & 10 \\ 4 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

b)

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 4 & -1 & 0 \\ 2 & 3 & -1 \end{bmatrix}$$

Problema 22 *Calcule os determinantes da a) Matriz transposta de uma matriz* 3×3 *simétrica. b) Multiplicação de duas matrizes triangulares superiores* 4×4.

Problema 23 *Determine a inversa das seguintes matrizes, caso necessário indique as condições para que a inversa exista. a)* $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 \\ 1 & a & 0 \\ 0 & 1 & a \end{bmatrix}$. *b)* $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} x & 0 & 4 \\ 1 & x & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$, *sendo* x *o último número da sua matrícula.*

Problema 24 *Escreva cada uma das matrizes abaixo na forma escada, e determine o posto e a nulidade de cada uma delas. a)* $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 5 & -2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$. *b)* $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 3 & -2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \\ 4 & 3 & -1 \end{bmatrix}$

Problema 25 *Considere que os elementos de uma matriz* 3×3 *são da forma* $a_{ij} = i + j$, *e realize as seguintes operações:*

1. *A soma de uma matriz diagonal com uma matriz triangular superior subtraído de uma matriz simétrica.*

2. *A multiplicação de uma matriz simétrica por uma matriz anti-simétrica.*

3. *A transposta de uma matriz somada com 3 vezes a matriz identidade.*

Problema 26 *Escreva a matriz abaixo na forma escada, determine seu posto e nulidade.*
$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & -3 & 5 & 6 \\ -8 & 5 & -1 & 3 \\ -4 & -2 & 0 & 7 \end{bmatrix}$.

Problema 27 *Calcule o determinante da matriz* $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & -3 & 1 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}$.

Problema 28 *Se possível, encontre a inversa de cada uma das matrizes: a)* $\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -2 & 6 \end{bmatrix}$
b) $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 \end{bmatrix}$

Problema 29 *Calcule os determinantes das seguintes matrizes: a)* $\begin{bmatrix} 2 & 1 & -3 \\ 0 & 1 & 2 \\ -4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ *b)* $\begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 \\ -1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 3 \end{bmatrix}$ *c)* $\begin{bmatrix} 2 & 2 & -3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & -1 \\ 3 & -1 & 4 & 1 \\ 2 & 3 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Problema 30 *Determine quais das seguintes matrizes são inversíveis: a)* $\begin{bmatrix} 4 & 3 & -5 \\ -2 & 1 & 3 \\ 4 & 6 & 2 \end{bmatrix}$
b) $\begin{bmatrix} 2 & 2 & -4 \\ 1 & 5 & 2 \\ 3 & 7 & 2 \end{bmatrix}$ *c)* $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 \end{bmatrix}$

Problema 31 *Uma matriz* $\mathbf{A}$ *é dita simétrica se* $a_{ij} = a_{ji}$. *Mostre que se* A *é simétrica, então a matriz* $adj(\mathbf{A})$ *também é simétrica.*

Problema 32 *Encontre as inversas das seguintes matrizes ou mostre as que não tem inversa: a)* $\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ *b)* $\begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$ *c)* $\begin{bmatrix} 2 & -2 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Solução:

a) O determinante da matriz é 4, logo tem inversa. Para calcular a inversa vamos fazer:

$$A^{-1} = \frac{1}{det(A)} \begin{bmatrix} (-1)^2 2 & 0 & (-1)^4 2 \\ (-1)^3(-1) & (-1)^4 2 & (-1)^5(-1) \\ (-1)^4(-2) & (-1)^5 2 & (-1)^6 2 \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} 1/2 & 1/4 & -1/2 \\ 0 & 1/2 & 0 \\ 1/2 & 1/4 & 1/2 \end{bmatrix}$$

b) O determinante da matriz é 1, logo tem inversa.

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} (-1)^2\cos\theta & (-1)^3\sin\theta \\ (-1)^3(-\sin\theta) & (-1)^4\cos\theta \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & cos\theta \end{bmatrix}$$

c) O determinante da matriz é 0, logo não tem inversa.

Problema 33 *Mostre que a matriz abaixo é inversível para todos os valores de* θ, *em seguida encontre a sua inversa.*

$$A = \begin{bmatrix} \cos\theta & sen\theta & 0 \\ -sen\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Problema 34 *Mostre que* $B = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$ *é uma inversa de* $A = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$.

Problema 35 *Determine os valore de k para que o sistema abaixo tenha: a) uma única solução b) infinitas soluções c) nenhuma solução.*

$$\begin{cases} 2x + y - z = 0 \\ -3x - 3z = 0 \\ 2kx + (k+1)y + (k-2)z = 0 \end{cases}$$

Problema 36 *Determine condições nos parâmetros (δ, β) para que os sistemas abaixo tenha a) uma única solução, b) infinitas soluções e c) nenhuma solução.*

$$i) \begin{cases} \delta x + 2y = 0 \\ 2x + \delta y = 2 \end{cases} \quad ii) \begin{cases} x - y - z = -1 \\ x + y - z = 1 \\ 3x - y + z = -1 \\ x + y + (\beta - 1)z = \delta \end{cases}$$

Problema 37 *Resolva os seguintes sistemas de equações:*

1. $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 7 \\ x_2 + x_3 = 1 \\ x_2 - x_3 = 1 \end{cases}$

2. $\begin{cases} x_1 + 6x_2 - x_3 = 4 \\ x_1 + x_2 = 0 \\ x_2 = 1 \end{cases}$

3. $\begin{cases} x_1 - x_2 = 2 \\ x_1 + 2x_2 = 11 \end{cases}$

Problema 38 (2,0 pontos) *Use a regra de Cramer para resolver os seguintes sistemas de equações lineares: a)* $\begin{cases} x + y + z = 4 \\ 2x + 2y + 5z = 11 \\ 4x + 6y + 8z = 24 \end{cases}$ *b)* $\begin{cases} x_1 - 2x_2 = 2 \\ 2x_1 - x_2 = 4 \end{cases}$

Problema 39 ((2,0 pontos)) *Determine os valores de p e q para que o sistema abaixo tenha*

1. *solução única*
2. *não tenha solução*
3. *infinitas soluções*

$$\begin{cases} x_1 + x_3 + 2x_4 = 1 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 = 3 \\ 2x_2 + 2x_3 + px_4 = q \end{cases}$$

Problema 40 *Para os sistemas abaixo, determine ov valores de a, b e c para que o sistema possua a) solução única, b) infinitas soluções, c) nenhuma solução.*

$$i) \begin{cases} x - y + z = a \\ 2x - y + 3z = 2 \\ x + y + bz = 0 \end{cases} \quad ii) \begin{cases} x - 2y + 7z = a \\ x + 2y - 3z = b \\ 2x + 6y - 11z = c \end{cases}$$

Problema 41 *Sem fazer contas, discorra sobre a existência e unicidade de soluções dos sistemas abaixo. No caso de soluções infinitas, determine ainda o número de variáveis livres.*

a)

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 2 \\ 0 & 2 & 5 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

b)

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 2 \\ 0 & 2 & 5 & 2 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

c)

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

Problema 42 *Determine as condições em termos de (β, α) para que o sistema abaixo tenha uma única solução, infinita soluções ou nenhuma solução.*

a)

$$\begin{cases} x + 2y + (\delta + 1)z = 2 \\ y + \delta^2 z = \delta + 1 \\ x + (1 - \delta)z = 0 \end{cases}$$

b)

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & \delta & \beta \end{bmatrix}$$

Problema 43 *Verifique se cada um dos sistemas abaixo tem solução única, e caso tenha, obtenha a solução do sistema.*

$$\begin{aligned} w + x + 2y + z &= 1 \\ w - x - y + z &= 0 \\ x + y &= -1 \\ w + x + z &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a - b - c + d &= -2 \\ 2a + b + 2c + d &= 4 \\ a - 2b - 4c - 2d &= -3 \\ a + 2b + 8c - 4d &= 15 \end{aligned}$$

Problema 44 *Para que valores de k, se existirem, os sistemas abaixo terão a) nenhuma solução b) uma única solução, c) infinitas soluções?*

$$1) \begin{cases} x + ky = 1 \\ kx + y = 1 \end{cases} \quad 2) \begin{cases} x + y + kz = 1 \\ x + ky + z = 1 \\ kx + y + z = -2 \end{cases}$$

Solução:

1) Escalonando a matriz ampliada

$$\begin{bmatrix} 1 & k & 1 \\ k & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

chega-se a

$$\begin{bmatrix} 1 & k & 1 \\ 0 & 1 - k^2 & 1 - k \end{bmatrix}$$

a) $k = 1$ b) $k \neq -1$, c) $k = -1$

2) Escalonando a matriz ampliada

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & k & 1 & 1 \\ k & 1 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

chega-se a

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & k & 1 \\ 0 & 1-k & k-1 & 0 \\ 0 & 0 & (1-k)(1+k) & (-2-k)(1+k) \end{bmatrix}$$

a) $k = -1$ b) $k \neq \pm 1$, c) $k = 1$

Problema 45 *Resolva o sistema abaixo usando a regra de Cramer*

$$\begin{aligned} x + y - z &= 2 \\ x + y + z &= 4 \\ x - y &= 3 \end{aligned}$$

Problema 46 *Obtenha a matriz ampliada do sistema abaixo e reduza a forma escada. Interprete o resultado obtido em termos da quantidade de equações para resolver o sistema.*

$$\begin{aligned} x - y &= -1 \\ 4x - 2y &= 2 \\ 2x + y &= 7 \end{aligned}$$

Problema 47 *O sistema abaixo tem solução?*

$$\begin{aligned} 2x - y + 3z &= 4 \\ x + 4y + 2z &= 7 \\ x - 5y + z &= 7 \end{aligned}$$

Problema 48 *Calcule a matriz adjunta de* $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & -3 \\ -1 & 5 \end{bmatrix}$.

Problema 49 *Calcule a matriz inversa da matriz do exercício anterior*

Problema 50 *Resolva o sistema abaixo pela regra de Cramer*

$$\begin{aligned} a + 3b &= 0 \\ 2a + 4b &= 6 \end{aligned}$$

Problema 51 *Considere a função* $f(x, y, z) = ax + by + cz$, *sabendo que* $f(1, 0, 1) = 6$, $f(0, -2, -1) = -5$ *e* $f(-1, 4, 0) = 0$. *Determine* $f(3, 1, -2)$.

Problema 52 *Determine os valores de* k *para que o sistema abaixo tenha* *a) Um única solução.*

b) Inifinitas soluções.

c) Nenhuma solução.

$$\begin{aligned} 2x + 0y + (k^2 + k - 2)z &= k + 3 \\ -3x + 4y + 0z &= 14 \\ x - y + 0z &= -2 \end{aligned}$$