

Algebra Lineal y Geometría Analítica

Métodos de Resolución: Sustitución y Eliminación

Clase 3



Ingeniería en Ciberseguridad

La excelencia no se improvisa



INTRODUCCIÓN DE LA CLASE

Existen varios métodos efectivos para resolver un sistema de ecuaciones lineales, siendo dos de los más comunes el **método de sustitución** y el **método de eliminación**, cada uno con sus características y ventajas dependiendo de la estructura del sistema. El **método de sustitución** es especialmente útil cuando una de las ecuaciones está fácilmente despejada para una de las incógnitas. En este enfoque, se resuelve una de las ecuaciones para una variable en términos de las otras y luego se sustituye esta expresión en las otras ecuaciones del sistema, lo que permite reducir el número de incógnitas y simplificar la resolución del sistema. Este proceso es especialmente efectivo en sistemas pequeños o cuando una de las ecuaciones tiene un coeficiente simple (como 1 o -1) para una de las variables, lo que hace el despeje directo más sencillo. Además, el método de sustitución proporciona una forma muy estructurada y paso a paso de resolver el sistema, lo que resulta beneficioso cuando se busca una solución clara y precisa, especialmente cuando hay solo dos o tres ecuaciones. El **método de eliminación**, por otro lado, se utiliza cuando es más conveniente combinar las ecuaciones del sistema para eliminar una o más incógnitas de manera simultánea. Este método consiste en multiplicar una o ambas ecuaciones por factores adecuados que permitan hacer que los coeficientes de una de las incógnitas sean opuestos entre sí. Al sumar o restar las ecuaciones, estas incógnitas se cancelan, reduciendo el número de variables y haciendo más sencillo resolver el sistema. Es especialmente útil en sistemas con más de dos ecuaciones o cuando los coeficientes de las incógnitas en las ecuaciones son fácilmente combinables. El método de eliminación es muy eficaz cuando se manejan ecuaciones más grandes, ya que permite tratar varias incógnitas a la vez y es muy utilizado en la resolución de sistemas de ecuaciones con matrices. Ambos métodos son herramientas poderosas en álgebra lineal, y la elección entre uno y otro depende de la facilidad con la que se puedan aplicar a la estructura del sistema, así como de la preferencia del usuario por una técnica más directa o más sistemática en la resolución de problemas.

- 1) Comprender los conceptos básicos del Álgebra Lineal y Geometría Analítica en el campo de la Ingeniería.

- 2) Analizar los problemas relacionados al Álgebra Lineal y Geometría Analítica en el campo de la Ingeniería.

Clase 3: Métodos de Resolución: Sustitución y Eliminación

3.1. Método de sustitución

El **método de sustitución** es uno de los métodos más fundamentales y sencillos para resolver sistemas de ecuaciones lineales. Este procedimiento se basa en despejar una variable en una de las ecuaciones y luego sustituir esta expresión en la otra ecuación para resolver por una sola incógnita.

Pasos del Método de Sustitución

1. **Seleccionar una ecuación para despejar una variable.** Se elige la ecuación que tenga el coeficiente más sencillo para una de las variables, para hacer los cálculos más fáciles.

Tomemos el siguiente sistema de ecuaciones como ejemplo:

$$3x + 4y = 18 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$2x - y = 4 \quad (\text{Ecuación 2})$$

2. **Despejar una variable.** Supongamos que decidimos despejar y en la ecuación (2). De esta manera, tenemos:

$$2x - y = 4 \quad \Rightarrow \quad y = 2x - 4$$

3. **Sustituir el valor de la variable despejada en la otra ecuación.** Ahora, sustituimos $y = 2x - 4$ en la ecuación (1):

$$3x + 4(2x - 4) = 18$$

4. **Resolver para la variable restante.** Simplificamos la ecuación:

$$3x + 8x - 16 = 18$$

$$11x - 16 = 18$$

$$11x = 34 \Rightarrow x = \frac{34}{11}$$

5. **Sustituir el valor de x en la ecuación original para encontrar y .** Usamos el valor de x en la ecuación $y = 2x - 4$:

$$y = 2\left(\frac{34}{11}\right) - 4 = \frac{68}{11} - \frac{44}{11} = \frac{24}{11}$$

Por lo tanto, la solución del sistema es:

$$x = \frac{34}{11}, \quad y = \frac{24}{11}$$

Este método tiene la ventaja de ser intuitivo y directo, especialmente cuando las ecuaciones no son demasiado complejas.

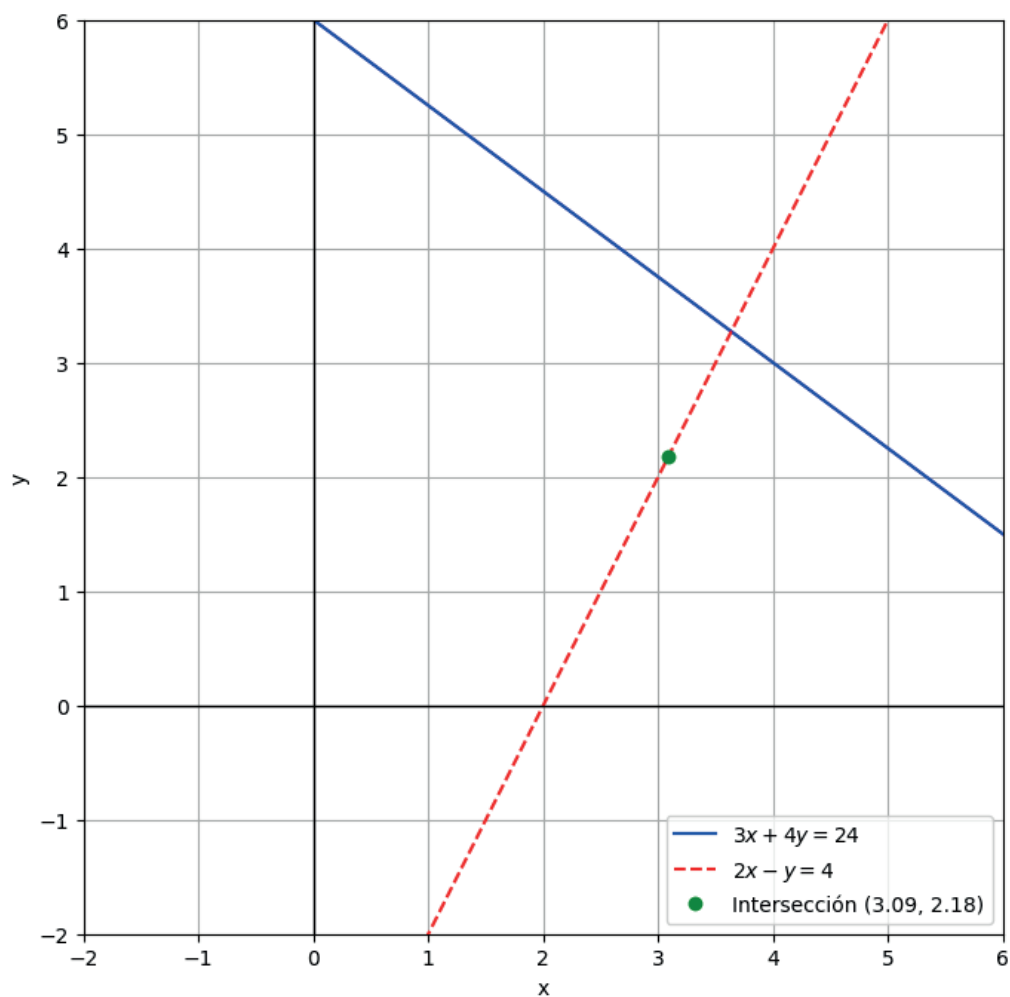


Gráfico 1: Representación gráfica de un sistema resuelto por sustitución

Creación propia.

Descripción: En el gráfico se representan dos líneas rectas correspondientes a las ecuaciones del sistema. El punto de intersección de las rectas, $\left(\frac{34}{11}, \frac{24}{11}\right)$, es la solución del sistema.

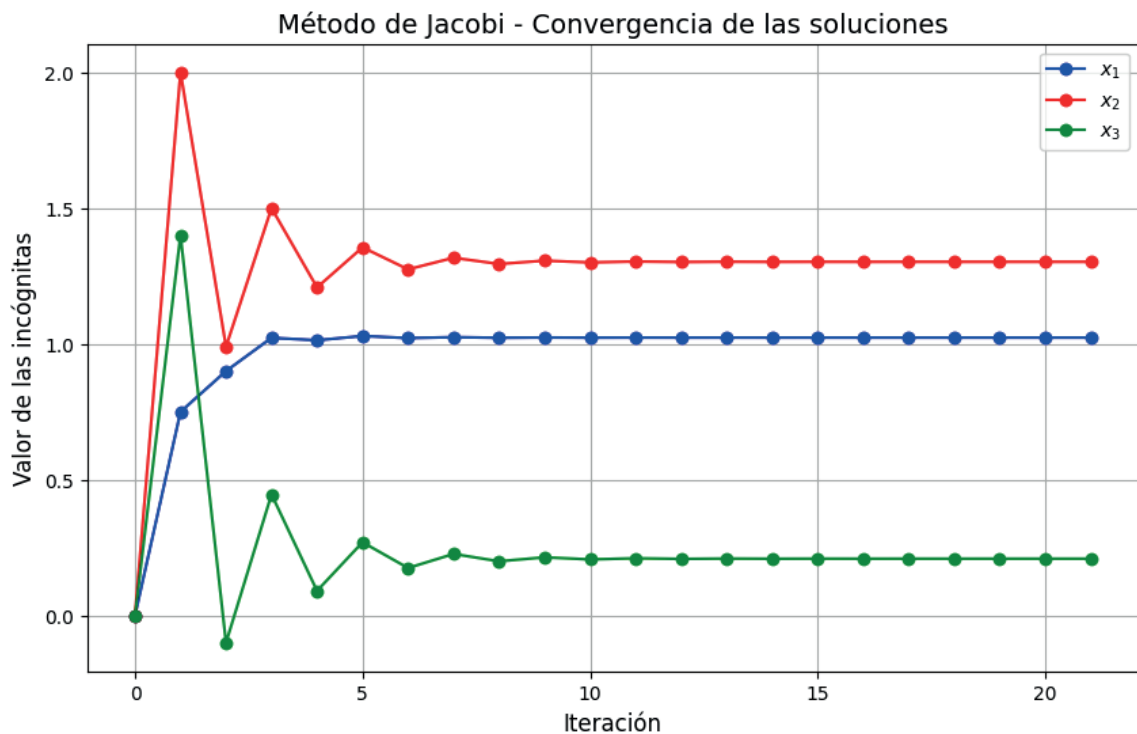


Gráfico 2: Representación gráfica de Método de Jacobi

Creación propia.

Este método tiene la ventaja de ser intuitivo y directo, especialmente cuando las ecuaciones no son demasiado complejas. Es muy útil cuando se trata de sistemas pequeños o medianos, donde el número de incógnitas no es elevado, ya que la simplicidad y claridad de los pasos permiten obtener soluciones rápidamente. Sin embargo, cuando el sistema crece en tamaño o complejidad, el método puede volverse ineficiente debido a la cantidad de operaciones necesarias para reducir el sistema. En estos casos, se prefieren otros métodos más avanzados, como la **factorización LU** o los **métodos iterativos**, que son más adecuados para sistemas grandes o cuando las matrices involucradas son dispersas.

Un **sistema de ecuaciones lineales** puede implicar matrices grandes, y en estos casos, la **eliminación de Gauss** requiere realizar múltiples operaciones sobre las filas de la matriz, lo que puede resultar costoso en términos de tiempo computacional. Para abordar esta dificultad, los métodos de factorización, como la **LU**, descomponen la matriz en componentes más fáciles de manejar: una matriz triangular inferior y una matriz triangular

superior. La ventaja de este enfoque es que, una vez realizada la factorización, se pueden resolver múltiples sistemas de ecuaciones que tengan la misma matriz de coeficientes, pero diferentes términos independientes, lo que ahorra tiempo de cálculo al resolver sistemas repetidamente.

Otro aspecto importante es el uso de **métodos iterativos** como el **método de Jacobi** o el **método de Gauss-Seidel**. Estos métodos son especialmente útiles en sistemas muy grandes o cuando las matrices son dispersas, es decir, contienen muchos ceros. A pesar de que estos métodos no siempre garantizan una solución exacta, son muy eficientes para obtener aproximaciones que pueden ser suficientemente precisas para la mayoría de las aplicaciones. La clave de los métodos iterativos es su capacidad para mejorar progresivamente la solución en cada iteración, lo que permite que el proceso converja hacia la solución exacta en un número finito de pasos, siempre que las condiciones de convergencia se cumplan.

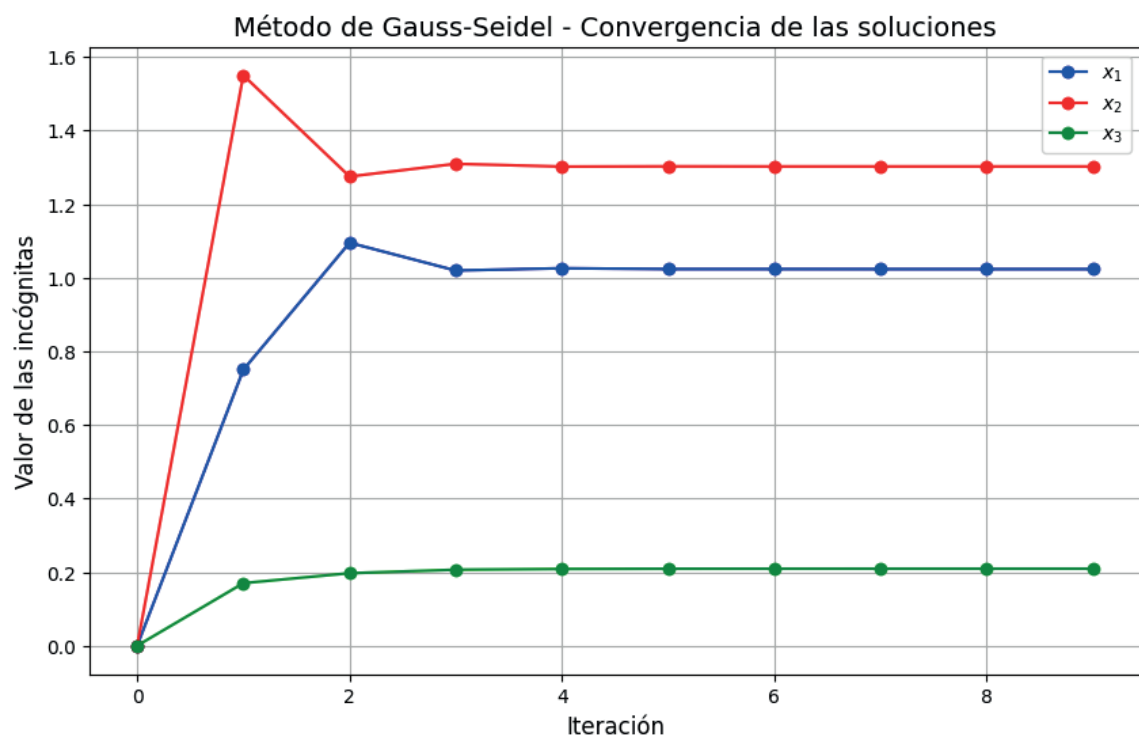


Gráfico 3: Representación gráfica de Método de Gauss Sidel

Creación propia.

En algunos contextos, como la resolución de sistemas en el ámbito de la **física computacional** o en el **procesamiento de imágenes**, donde los sistemas son extremadamente grandes, se prefiere utilizar **métodos numéricos** para obtener soluciones aproximadas. Estos métodos pueden ser más rápidos y eficientes que los métodos algebraicos directos. Además, muchas veces se utiliza la **descomposición en valores singulares (SVD)** para resolver sistemas lineales en situaciones donde las matrices son mal condicionadas o tienen propiedades particulares que dificultan su resolución directa.

Uno de los avances significativos en este campo ha sido la optimización de los **algoritmos de factorización** y de **solución de sistemas lineales en supercomputadoras**. En la actualidad, existen métodos altamente paralelizados y optimizados que permiten resolver sistemas de ecuaciones lineales de millones de incógnitas y ecuaciones en tiempo razonable, lo que facilita el tratamiento de problemas de gran escala en áreas como la **inteligencia artificial**, el **aprendizaje automático** y la **simulación numérica** en ciencias e ingeniería.

Un aspecto relevante que debe mencionarse es el uso de **algoritmos de resolución de sistemas lineales** en la **computación científica**. Los algoritmos optimizados no solo permiten resolver sistemas de ecuaciones con gran eficiencia, sino que también permiten mejorar la **precisión numérica** de las soluciones. Por ejemplo, los métodos **de eliminación de Gauss-Jordan** son muy útiles para resolver sistemas lineales en **computadoras** con precisión limitada, garantizando que los errores numéricos no afecten gravemente la calidad de la solución final.

3.2. Ejemplos prácticos del método de sustitución

El método de sustitución es especialmente útil cuando uno de los coeficientes de las variables es fácil de despejar, o cuando las ecuaciones ya están resueltas para una de las incógnitas. A continuación, vemos un ejemplo práctico adicional para ilustrar su uso.

Consideremos el siguiente sistema de ecuaciones:

$$x + y = 8 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$2x - 3y = -4 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Paso 1: Despejamos x de la ecuación (1):

$$x = 8 - y$$

Paso 2: Sustituimos esta expresión de x en la ecuación (2):

$$2(8 - y) - 3y = -4$$

Simplificamos:

$$16 - 2y - 3y = -4$$

$$16 - 5y = -4$$

$$-5y = -4 - 16$$

$$-5y = -20$$

$$y = \frac{-20}{-5} = 4$$

Paso 3: Sustituimos el valor de $y = 4$ en la ecuación $x = 8 - y$:

$$x = 8 - 4 = 4$$

Por lo tanto, la solución del sistema es:

$$x = 4, \quad y = 4$$

Este es un ejemplo simple donde el método de sustitución es rápido y efectivo. Este tipo de sistema es común en problemas de física y economía, como el análisis de movimientos o la determinación de precios en mercados.

3.3. Método de eliminación

El **método de eliminación**, también conocido como el método de reducción, es otra técnica poderosa para resolver sistemas de ecuaciones lineales. En lugar de despejar una variable y sustituirla, el objetivo es eliminar una de las variables mediante la suma o resta de las ecuaciones.

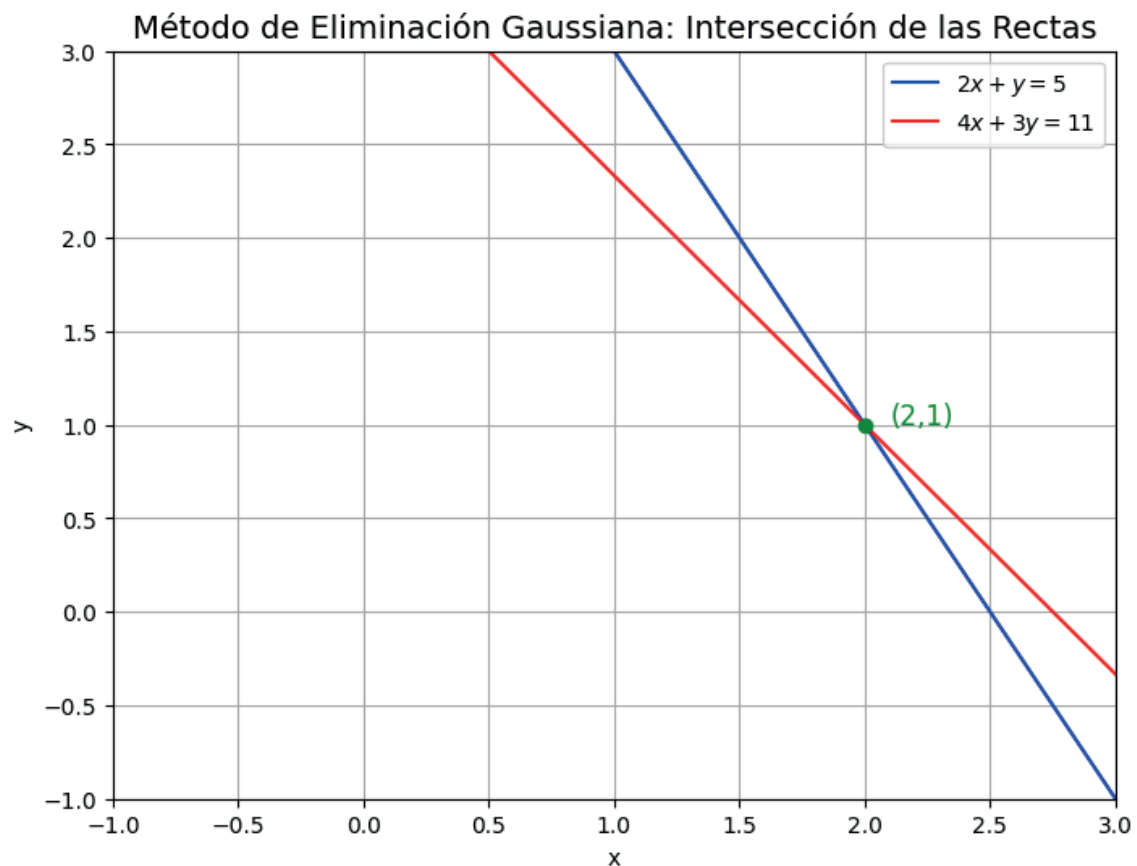


Gráfico 3: Representación gráfica de Método de Gauss

Creación propia.

El **método de eliminación** es una de las técnicas más fundamentales para resolver sistemas de ecuaciones lineales. A diferencia de la sustitución, donde se despeja una variable y se sustituye en otras ecuaciones, este método busca **eliminar una variable** mediante la

combinación de las ecuaciones. En este proceso, se suman o restan ecuaciones para que una de las variables desaparezca, lo que permite reducir el sistema a un número menor de ecuaciones e incógnitas.

Una de las ventajas más significativas del método de eliminación es su **flexibilidad**. Este método no depende de un orden específico de las ecuaciones ni de la necesidad de despejar las incógnitas, lo que lo convierte en una técnica muy útil para sistemas complejos o cuando las ecuaciones son difíciles de manejar con la sustitución directa. De hecho, cuando se trabaja con sistemas con más de dos o tres incógnitas, la eliminación resulta ser más eficiente que la sustitución, especialmente cuando las ecuaciones contienen coeficientes fraccionarios o grandes.

La técnica de eliminación también se emplea como base para algoritmos más avanzados, como la **eliminación de Gauss**, que es ampliamente utilizada en álgebra computacional para resolver sistemas de ecuaciones de gran escala. En este caso, la eliminación de Gauss permite transformar el sistema de ecuaciones en una **matriz escalonada** o incluso en una **matriz diagonal**, de la cual es mucho más sencillo obtener las soluciones.

Una de las características interesantes del método de eliminación es que, al realizar las sumas o restas de las ecuaciones, se está operando en el **espacio de soluciones** del sistema, manipulando directamente las relaciones entre las variables. Esto es particularmente útil cuando se necesita ver cómo las ecuaciones se interrelacionan y cómo cambian las soluciones a medida que se ajustan los coeficientes.

En sistemas de mayor tamaño o cuando el número de ecuaciones excede el número de incógnitas, el método de eliminación puede volverse **computacionalmente costoso**, ya que requiere realizar un número considerable de operaciones para eliminar variables una a una. Esto puede ser problemático en escenarios donde se manejan matrices dispersas o sistemas muy grandes, como los que surgen en **simulaciones físicas** o en **modelos financieros**, donde la eficiencia es clave.

Eliminación Computacional de Ecuaciones - Planos y Solución

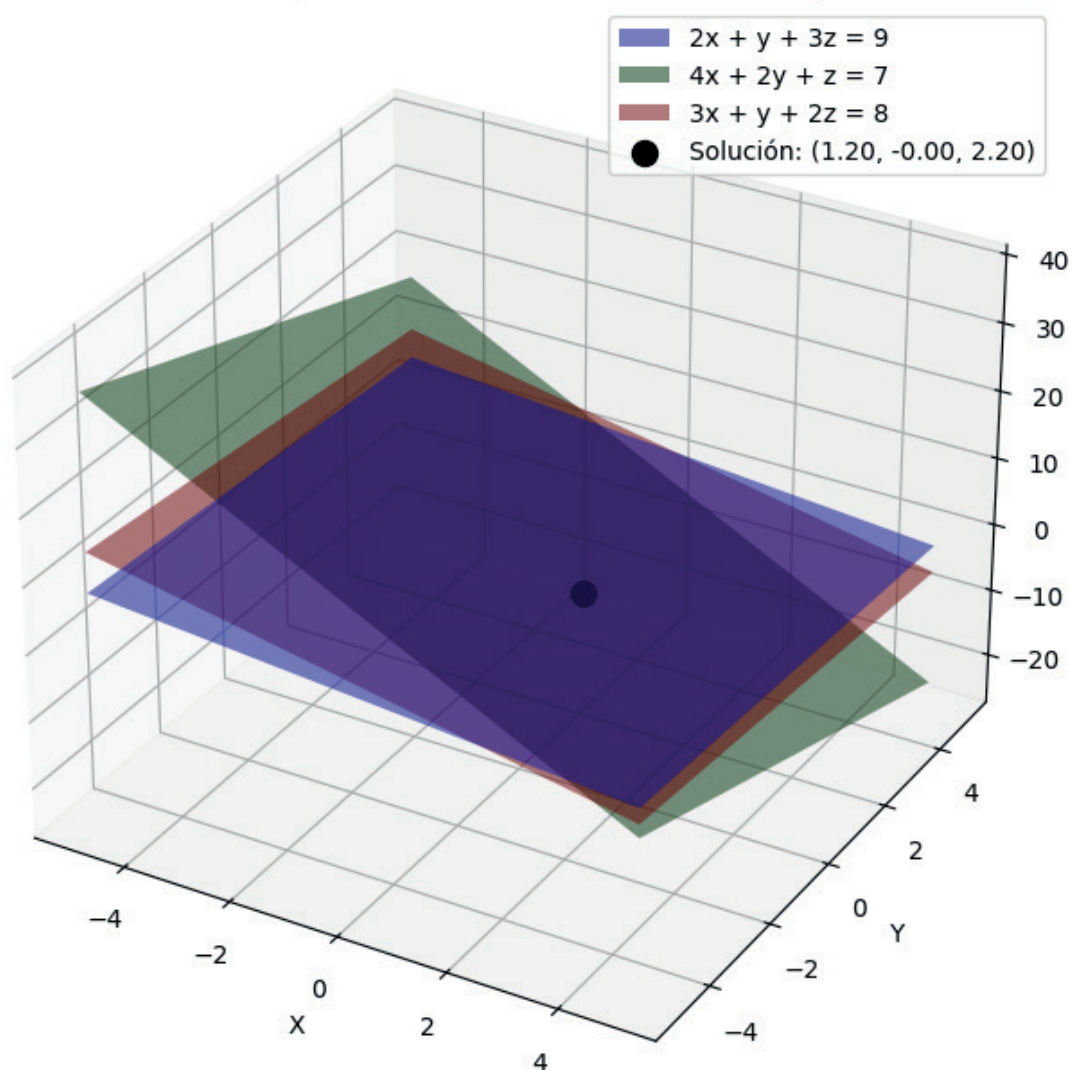


Gráfico 4: Representación gráfica de Simulación Computacional

Creación propia.

Por otro lado, el método tiene una limitación inherente cuando el sistema es **inconsistente** o **indeterminado**. En estos casos, la eliminación no siempre puede ofrecer una solución única, ya que las ecuaciones pueden no tener una solución común o tener infinitas soluciones. Aquí es donde entra en juego el análisis del **rango de la matriz** y la

consistencia del sistema, dos aspectos esenciales para determinar si el método de eliminación llevará a una solución válida o no.

A medida que la teoría matemática y las técnicas computacionales avanzan, el método de eliminación sigue siendo un pilar fundamental en la resolución de sistemas lineales, siendo la base para muchos otros métodos algebraicos y de álgebra computacional, como la **descomposición LU** o el **método de factorización de Cholesky**. Estos métodos no solo mejoran la eficiencia de la solución en sistemas grandes, sino que también ofrecen mayor precisión y estabilidad, elementos clave en el procesamiento de datos numéricos de alta dimensión.

Además, el **método de eliminación** tiene aplicaciones directas en muchos campos, desde la ingeniería estructural hasta la **econometría**, pasando por el análisis **de redes eléctricas** o la **simulación de fenómenos físicos**. Este proceso permite resolver problemas que involucran múltiples variables, como el cálculo de **fuerzas en estructuras** o la **distribución de tensiones** en materiales, lo que hace que el método sea crucial para el diseño y análisis en diversas disciplinas científicas y técnicas.

En resumen, el **método de eliminación** sigue siendo una herramienta fundamental en el análisis de sistemas de ecuaciones lineales. Aunque no siempre es el más eficiente para sistemas grandes o complejos, su simplicidad y aplicabilidad directa lo convierten en una técnica esencial que se utiliza tanto en contextos matemáticos teóricos como en aplicaciones prácticas. La adaptabilidad del método a diferentes contextos, su uso en algoritmos avanzados y su aplicabilidad a una amplia gama de disciplinas lo convierten en un enfoque clave en la resolución de ecuaciones lineales.

Pasos del Método de Eliminación

1. **Multiplicar las ecuaciones, si es necesario**, para que los coeficientes de una de las variables sean iguales o opuestos. Esto se hace para eliminar dicha variable al sumar o restar las ecuaciones.

Supongamos que tenemos el siguiente sistema:

$$5x + 3y = 17 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$2x - 4y = 6 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Para eliminar y , multiplicamos la ecuación (2) por 3 y la ecuación (1) por 4, de manera que los coeficientes de y sean opuestos.

$$15x + 9y = 51 \quad (\text{Ecuación 1 multiplicada por 3})$$

$$8x - 12y = 18 \quad (\text{Ecuación 2 multiplicada por 4})$$

2. **Sumar o restar las ecuaciones** para eliminar una de las variables. Restando la ecuación (2) de la ecuación (1) tenemos:

$$(15x + 9y) - (8x - 12y) = 51 - 18$$

Simplificamos:

$$15x - 8x + 9y + 12y = 33$$

$$7x + 21y = 33$$

3. **Resolver la ecuación resultante.** Resolvemos para x :

$$7x = 33 - 21y$$

$$x = \frac{33 - 21y}{7}$$

Este paso puede seguir dependiendo de la complejidad de las ecuaciones.

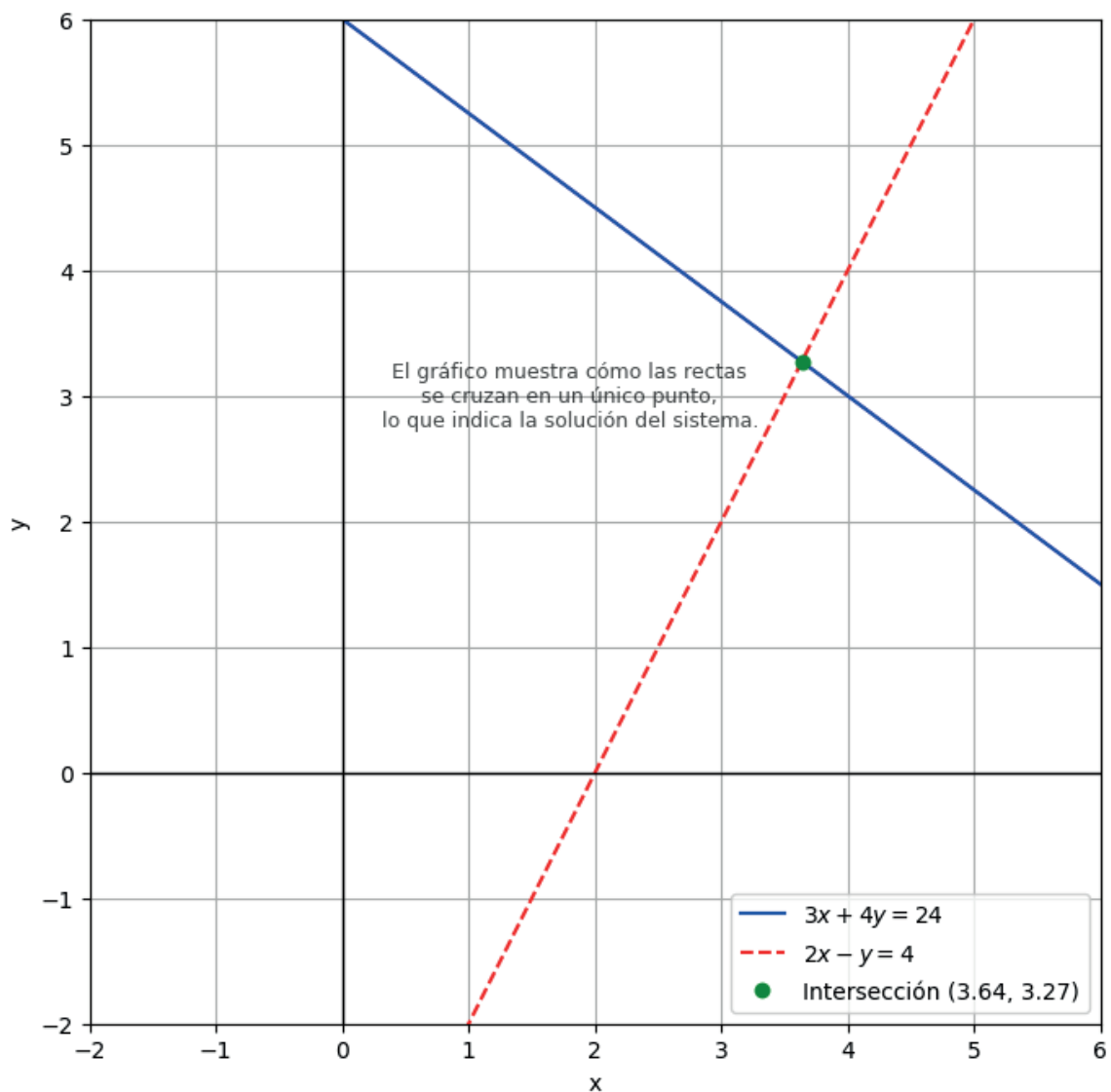


Gráfico 5: Representación gráfica de un sistema resuelto por eliminación

Creación propia.

Descripción: El gráfico muestra cómo las rectas de las ecuaciones se cruzan en un único punto, lo que indica la solución del sistema.

3.4. Desarrollo del método de eliminación

En este apartado, vamos a explicar un ejemplo más detallado de cómo se puede aplicar el método de eliminación con un sistema que involucra fracciones. Consideremos el sistema siguiente:

$$\frac{3}{4}x + \frac{5}{6}y = 11 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\frac{7}{5}x - \frac{3}{4}y = 9 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Paso 1: Multiplicamos la primera ecuación por 12 y la segunda ecuación por 20 para eliminar los denominadores:

$$12 \times \left(\frac{3}{4}x + \frac{5}{6}y \right) = 12 \times 11$$

$$9x + 10y = 132$$

$$20 \times \left(\frac{7}{5}x - \frac{3}{4}y \right) = 20 \times 9$$

$$28x - 15y = 180$$

Paso 2: Ahora podemos proceder como en el ejemplo anterior, multiplicando las ecuaciones si es necesario para igualar los coeficientes de una de las variables y luego eliminarlas.

3.5. Aplicaciones prácticas de los métodos de resolución

Los métodos de sustitución y eliminación tienen muchas aplicaciones prácticas en diversas áreas de la ciencia y la ingeniería. Algunas de las más comunes incluyen:

1. **En ingeniería eléctrica**, los sistemas de ecuaciones lineales son utilizados para resolver circuitos con resistores, generadores y otros componentes. Resolver los sistemas de ecuaciones permite encontrar las corrientes y voltajes en cada parte del circuito.

2. **En economía**, se utilizan para modelar sistemas de producción, precios, oferta y demanda. Al resolver estos sistemas, se puede encontrar el equilibrio en el mercado.
3. **En física**, los sistemas de ecuaciones son comunes en problemas de mecánica, dinámica y electricidad. Los ingenieros y científicos usan estos métodos para modelar el comportamiento de partículas, ondas y otros sistemas físicos.

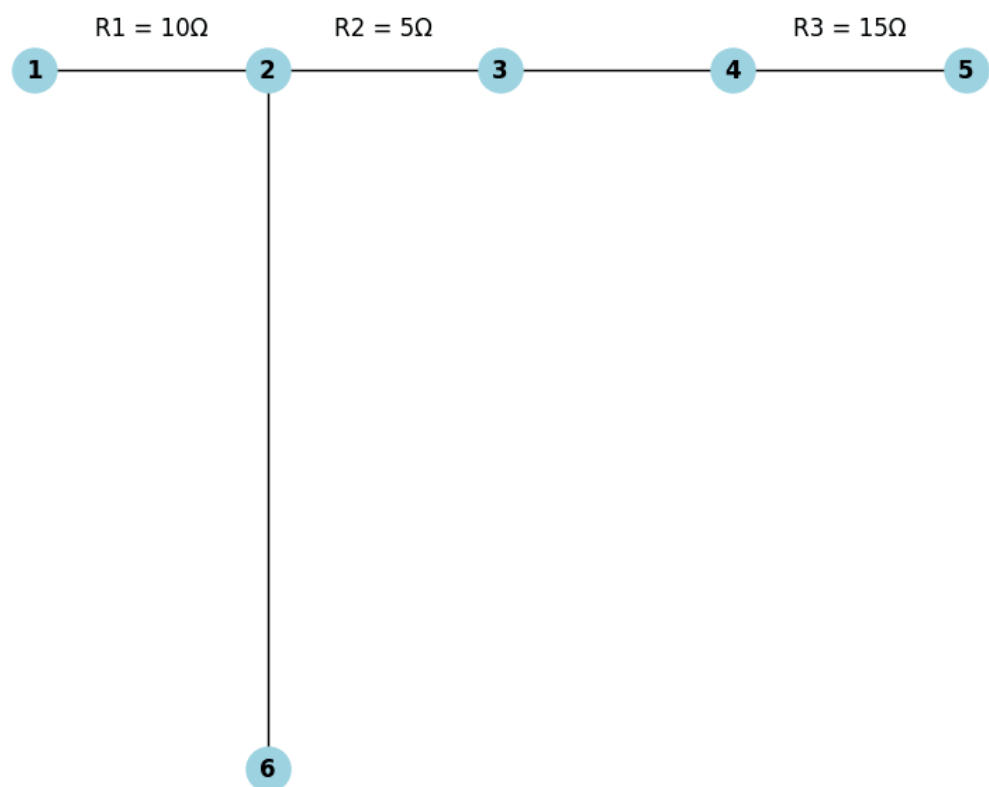


Gráfico 6: Aplicación en circuitos eléctricos

Creación propia.

Descripción: Este gráfico muestra un circuito con varias resistencias conectadas en paralelo y en serie. El sistema de ecuaciones resultante se resuelve usando el método de eliminación.

4. **En biología y ecología**, los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales son fundamentales para modelar interacciones en ecosistemas. Por ejemplo, en el modelo de **depredador-presa**, las poblaciones de animales depredadores y presas pueden describirse mediante ecuaciones lineales que, al resolverse, proporcionan información sobre cómo evolucionan las poblaciones con el tiempo. También se utilizan para modelar la propagación de enfermedades en una población, donde se describe cómo los individuos pasan de un estado a otro, como de sano a infectado, mediante ecuaciones diferenciales lineales.
5. **En ingeniería estructural**, los sistemas de ecuaciones lineales se emplean para resolver problemas de equilibrio estático y dinámico de estructuras, como puentes, edificios o aeronaves. Los métodos de resolución permiten calcular las fuerzas internas, tensiones y desplazamientos de los elementos estructurales bajo diferentes cargas. Por ejemplo, el **método de elementos finitos** utiliza estos principios para descomponer una estructura compleja en una serie de ecuaciones lineales que se resuelven para determinar su comportamiento bajo condiciones de carga específicas.
6. **En inteligencia artificial y aprendizaje automático**, los sistemas de ecuaciones lineales juegan un papel clave en técnicas como la **regresión lineal** y las redes neuronales. La **regresión lineal**, que se utiliza en tareas de predicción y modelado de datos, se basa en la resolución de ecuaciones lineales para encontrar la mejor aproximación de una variable dependiente en función de una o más variables independientes. En las redes neuronales, los métodos de álgebra lineal permiten realizar cálculos de las salidas de las redes en el proceso de entrenamiento, como parte del proceso de ajuste de pesos.
7. **En la simulación de fluidos y dinámica de fluidos computacional (CFD)**, los métodos de ecuaciones lineales se utilizan para modelar el comportamiento de los flujos de fluidos a través de diversos medios, como en el diseño de **turbinas, aviones y automóviles**. Las ecuaciones de la dinámica de fluidos se discretizan y se convierten en un sistema de ecuaciones lineales que se resuelven mediante técnicas numéricas, como la **método de diferencias finitas** o **elementos finitos**,

para simular cómo los fluidos se mueven y se comportan bajo diferentes condiciones.

8. **En la geofísica**, los sistemas de ecuaciones lineales se emplean para analizar la propagación de ondas sísmicas y estudiar las propiedades del subsuelo. Las ecuaciones se utilizan para modelar la forma en que las ondas se propagan a través de diferentes capas de la Tierra, ayudando a los geofísicos a identificar y caracterizar depósitos minerales, recursos hídricos y otras estructuras geológicas. Esto es esencial, por ejemplo, en la exploración de petróleo y gas.
9. **En programación y análisis de algoritmos**, los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales son cruciales en la optimización y el análisis de algoritmos. Los problemas de **optimización lineal** y **programación lineal** (como los problemas de asignación, transporte o flujo en redes) a menudo se modelan mediante ecuaciones lineales. Resolver estos sistemas permite encontrar la solución óptima en términos de recursos disponibles y costos asociados, y es ampliamente utilizado en logística, planificación y optimización de la producción.
10. **En telecomunicaciones y procesamiento de señales**, las ecuaciones lineales se utilizan para modelar y resolver problemas en la transmisión y recepción de señales. Los sistemas de ecuaciones lineales son útiles en la compresión de datos, filtrado de señales y en la **codificación y decodificación de señales**. Además, en el análisis de **redes de comunicación** se utilizan para modelar las interacciones entre diferentes componentes de la red, asegurando la transmisión eficiente de datos.
11. **En el análisis de redes sociales**, los sistemas de ecuaciones lineales son útiles para modelar la influencia y las interacciones entre individuos o grupos en una red. Por ejemplo, los **modelos de difusión** en redes sociales o de propagación de información pueden representarse mediante sistemas de ecuaciones que describen cómo una idea, producto o virus se propaga entre miembros de una red.
12. **En la química y la ingeniería química**, los sistemas de ecuaciones lineales son fundamentales en el análisis de reacciones químicas y balances de materia. Por ejemplo, los **balances de masa** en una planta de procesamiento de productos químicos se modelan con ecuaciones lineales que permiten calcular la cantidad de reactivos y productos presentes en diferentes etapas de una reacción.

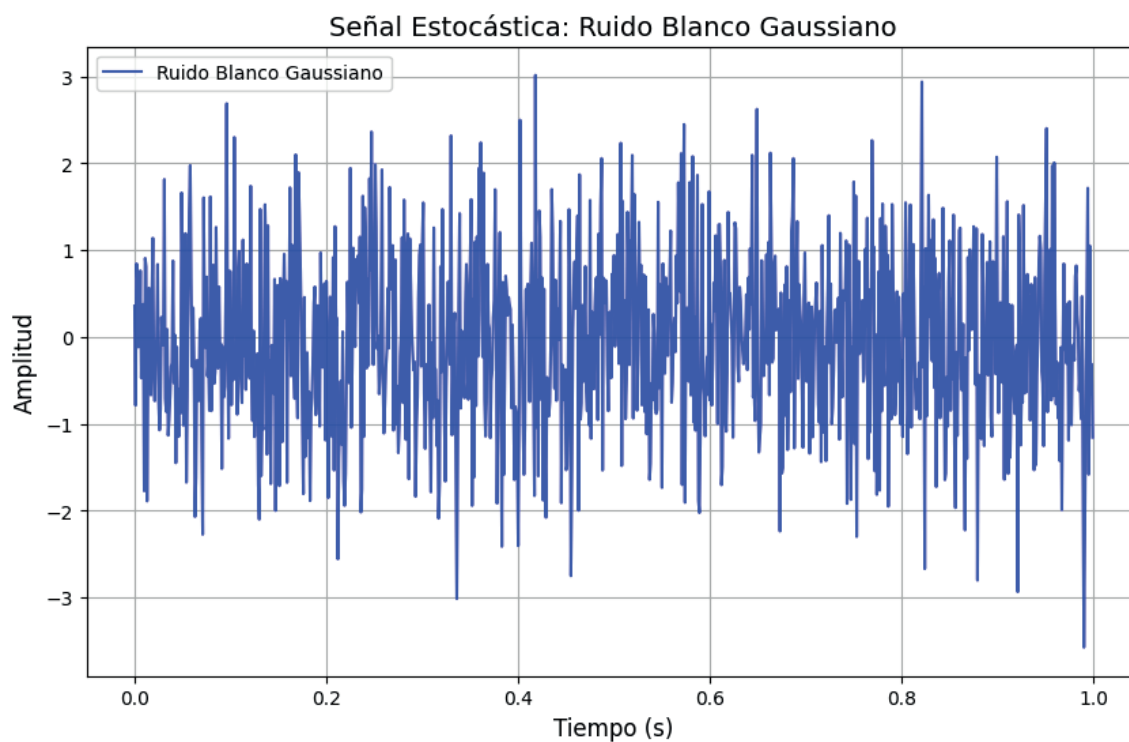


Gráfico 7: Aplicación en Ingenierías y Ciencias

Creación propia.

Enlaces complementarios

Enlace 1:

Ver en YouTube: [Método de Sustitución en Sistemas de Ecuaciones](#)

Descripción del enlace: Este video explica cómo aplicar el método de sustitución paso a paso, con ejemplos prácticos y visuales.

Enlace 2: <https://es.khanacademy.org/math/algebra/x2f8bb11595b61c86:systems-of-equations/x2f8bb11595b61c86:solving-systems-elimination/a/elimination-method-review>

Leer en línea: Método de Eliminación en Sistemas de Ecuaciones

Descripción del enlace: Este artículo explora el método de eliminación, sus aplicaciones y ejemplos avanzados.

Términos subrayados y definiciones

Método de sustitución: Técnica de resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la que se despeja una variable y se sustituye en la otra ecuación.

Método de eliminación: Técnica de resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la que se eliminan variables mediante la suma o resta de ecuaciones.

Referencias

- Strang, G. (2009). *Introduction to Linear Algebra* (4th ed.). Wellesley-Cambridge Press.
 - Anton, H. (2005). *Elementary Linear Algebra* (8th ed.). John Wiley & Sons.
 - Leon, S. J. (2010). *Linear Algebra with Applications* (7th ed.). Pearson.
 - Strang, G. (2006). *Linear Algebra and Its Applications* (4th ed.). Cengage Learning.
-

Recursos de Profundización

1. Método de Sustitución y Ejemplos Prácticos

Descripción del enlace:

Este artículo describe en detalle el **método de sustitución** para resolver sistemas de ecuaciones lineales. A través de pasos claros y un ejemplo práctico, se muestra cómo resolver un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas utilizando sustitución. Es ideal para aprender a aplicar este método de manera efectiva, con una solución detallada paso a paso.

Autor: Carlos Mayorga

Enlace:

https://drive.google.com/file/d/1klhTHKbZ6Pe04SZO028l_zcJOoHnvdU/view?usp=sharing

2. Método de Eliminación y Aplicaciones Prácticas

Descripción del enlace:

Este artículo presenta el **método de eliminación** para resolver sistemas de ecuaciones lineales, abordando el proceso paso a paso. A través de un ejemplo práctico, se muestra cómo eliminar una variable y resolver el sistema. Además, se explican aplicaciones prácticas del método en áreas como la ingeniería y la economía, facilitando su comprensión y uso en la resolución de problemas reales.

Autor: Carlos Mayorga

Enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1you5JFGO555PK1pLrEJRHL7F9k6H1u/view?usp=sharing>

3. Desarrollo Completo del Método de Eliminación y Aplicaciones Prácticas

Descripción del enlace:



Este artículo proporciona un análisis detallado del **método de eliminación** para resolver sistemas de ecuaciones lineales. Se explica paso a paso cómo desarrollar el método, desde la multiplicación de las ecuaciones hasta la eliminación de una variable. Se presenta un ejemplo práctico completo y se discuten diversas aplicaciones del método en campos como la economía, la ingeniería y la física, mostrando cómo se utiliza para resolver problemas reales en estos contextos.

Autor: Carlos Mayorga

Enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1VybEkNsNpoF8OyFLbn56IS8BoSShRBLI/view?usp=sharing>



La excelencia no se improvisa

síguenos

