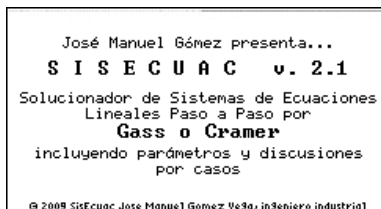


# SisEcuac versión 2.1

**CÁLCULO Y DISCUSIÓN DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES INCLUYENDO  
PARÁMETROS POR EL MÉTODO DE GAUSS Y LA REGLA DE CRAMER, PASO A PASO, PARA  
LAS CALCULADORAS**

**TEXAS INSTRUMENTS 92 PLUS / VOYAGE 200.**



por

**José Manuel Gómez Vega**

[ingenieroindustrialmecanico@gmail.com](mailto:ingenieroindustrialmecanico@gmail.com)

[gomezvega@hotmail.com](mailto:gomezvega@hotmail.com)

*...es otro programa paso a paso...*

## ÍNDICE

- [1. Historia de SisEcuac 2.1](#)
- [2. Tipo de calculadora, instalación,...](#)
- [3. ¿Qué hace SisEcuac 2.1?](#)
- [4. Problema resuelto con SisEcuac 2.1](#)
- [5. El autor de SisEcuac 2.1](#)
- [6. Licencia](#)

**Programa:** SisEcuac 2.1

**Sinopsis:** Resuelve cualquier sistema de ecuaciones lineales por Gauss o Cramer paso a paso.

**Autor:** © José Manuel Gómez Vega (ingeniero industrial en mecánica de máquinas)

**Calculadoras:** TI 92 Plus (S.O. 2.09 y anteriores) / Voyage 200 (S.O. 3.10 y anteriores)

**Lenguaje interno del CAS:** inglés (necesario para que se ejecuten comandos de programación)

**Correo:** [ingenieroindustrialmecanico@gmail.com](mailto:ingenieroindustrialmecanico@gmail.com)

**Fechas publicación:** 7/07/09 (versión 1.1 antigua), 16/07/09 (versión 2.1)

**Programas/funciones necesarios:** *sisecuac*, *calculo*, *datos*, *menu*, *cramer*, *gauss*, *numeri*, *listdel*, *listrep*, *rango*, *boorado*, *imprimir*.

**Programas externos:** *EQW* y *Flib*.

**Carpeta de programa:** *sis*.

**Arranque:** *sis\sisecuac()* en cualquier carpeta.

Originalmente realicé hace tiempo un programa para implementar en Anesmef el cálculo paso a paso (por Gauss o Cramer) de la matriz de rigidez [K]. Sin embargo, adapté este programa a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales con parámetros, discutiendo las soluciones según los distintos casos, en caso de que existiesen parámetros no numéricos. Este programa no se había publicado. Recientemente lo retomé, realizando la 1ª versión pública (la 1.1).

Posteriormente he mejorado este programa con una interfaz nueva gracias a la librería **Flib**, he incorporado la gestión de datos matriciales a través del programa en flash **EQW** y a un programa llamado **imprimir** que permite presentar el formato pretty print matemático con mejoras frente al CAS. Esta es la nueva versión la 2.1.

### Resumen de versiones:

#### Versión 2.1 (16/07/09)

- Mejora interfaz gráfica con librería **Flib**.
- Mejora escritura de ecuaciones y expresiones con programa **Imprimir** en formato pretty print.
- Mejora introducción datos en matrices con aplicación en flash **EQW**.
- Se puede ejecutar desde cualquier carpeta, no solo desde **Sis**.
- Ahora el cálculo no es secuencial por casos, pues existen menús de datos, cálculos, ayudas.
- Posibilidad de salir y conservar el sistema en memoria.
- Mayor versatilidad con posibilidad de cálculo directo para sistemas  $n \times n$  de matriz de coeficientes regular.
- Manual más completo.

#### Versión 1.1 (7/07/09)

- 1ª versión pública.

### Tipo Calculadora y S.O

El programa se ha realizado para las calculadoras **Texas Instruments 92 Plus / Voyage 200**. El envío de programas y funciones hechos para la Texas Instruments 92 Plus valen para la Voyage 200 con una compatibilidad del 100 %. No tengo tiempo de desarrollar programas para la TI 89/TI 89 Titanium. Sin embargo, Ud. puede hacerlo funcionar aunque le dará problemas de dimensión de ancho y alto de columnas en funciones *Text*, *Disp*, *Output*, etc. que habría que modificar para hacerlo compatible. Si quiere hacerlo, pruebe a modificar estas líneas de código y el programa le funcionará. Le aseguro que no será difícil, pero yo no lo haré. Consiga por su cuenta la APP exclusiva para esa calculadora y observe si necesita algún parche adicional (exclusivamente TI 89 Titanium) de lo que no estoy informado.

Lo he probado en sistemas operativos del C.A.S 2.09 para la calculadora TI 92 Plus sin problemas de cuelgues o fallos; asimismo vale para versiones del C.A.S. 3.10 o superiores para la Voyage 200. El programa cuando se instala en la calculadora está archivado. De esta forma, si se envía a la calculadora mediante TI Connect o TI Graph Link, va preparado para ejecutarse con rapidez, ocupando poca memoria. Si usa un emulador es posible que se carguen los archivos con la protección **Lock**. Se recomienda realizar *Unlock nombredeprograma* que desbloquea el programa llamado *nombredeprograma* de entre la lista de programas que integran **SisEcuac**, y seguidamente cargar dicho programa (en la carpeta *sis*), mediante *nombredeprograma()*. Seguidamente pulsar *ON* y esperar hasta que pasen unos segundos hasta que el programa haga *BREAK*. Acto seguido se archiva el programa con *Archive nombredeprograma()*. De esta forma se consigue que dicho programa arranque automáticamente cuando se le llame con *sisecuac()*. Haga esto con todos los programas, menos con *Imprimir* (por estar escrito en AMS). Se recuerda que el C.A.S de la TI no diferencia entre mayúsculas y minúsculas por lo que *SiS\SiSeCuAc()*, *sis\sisecuac()* y *SIS\SISECUAC()* son idénticas formas de llamar al programa. Si está en la carpeta *SIS* no es necesario poner *sis\sisecuac()*, vadría *sisecuac()*.

### Instalación

El programa está dentro de la carpeta **sisecuac.tig** que es una carpeta de archivos de grupo de Texas Instruments. Esta carpeta contiene los siguientes programas: *sis.calcu*, *sis.cramer*, *sis.datos*, *sis.gauss*, *sis.menu*, *sis.sisecuac*, *sis.borrado* y *main.imprimir*. Además tiene las siguientes funciones: *listdel*, *listrep*, *numeri*, *rango* y *rangox*.

Además de estos programas realizados por el autor, se requieren 3 programas adicionales, que son los siguientes:

1. **Aplicación APP EQW.** Creo que también vale con el programa en ASM, pero recomiendo instalar la APP en Flash. Este programa lo pueden descargar mediante el siguiente enlace:

[Descarga de APP EQW para TI 92 Plus/Voyage 200](#)

Este programa sirve para introducir las matrices de una forma más amigable con respecto a la versión anterior 1.1. El autor original de esta aplicación es E.W. La versión antigua en ASM está en la siguiente página:

[Página del programa EQW en versión ASM](#)

Le recomiendo que no descargue esta versión, pues aunque puede funcionar, no la he probado.

2. **Librería Flib.** Esta librería se puede descargar mediante el siguiente enlace (ir a apartado TI del menú de la derecha y una vez en él, ver arriba donde pone **Mes programmes Flib** pulsar **Flib** y al abrirse la ventana, pulsar en donde pone **ici** en **Pour télécharger Flib 3.2, cliquez ici**):

[Descarga de Flib](#)

El autor de la versión 3.2 es François Leber.

3. **Programa Imprimir.** Este programa en ASM mejora la presentación de expresiones en formato matemático natural (pretty print) y está incluido en el archivo de grupo junto con los otros programas y funciones. El autor de la versión 3.0 es Cosmefulanito04 y el programa está en:

[Página donde está programa Imprimir](#)

Use **TI GraphLink** o **TI Connect** para transferir el programa a la calculadora. Simplemente sitúese sobre la carpeta **sisecuac.tig** y envíe los archivos a la calculadora siguiendo las indicaciones de estos programas (consulte sus manuales de ayuda para ello). La instalación enviará a la calculadora los programas en sus carpetas correspondientes, todos excepto **Imprimir** irán a la carpeta **SIS**, mientras que **Imprimir** irá a la carpeta **MAIN**. No debe preocuparse en crear la carpeta **SIS**, pues se genera cuando son enviados los archivos a la calculadora.

El programa de arranque es Sisecuac. Puede arrancarse y ejecutarse desde cualquier carpeta (MAIN, SIS, etc), escribiendo **sis\sisecuac()**, aunque recomiendo que lo haga desde la carpeta SIS pues si interrumpe el programa sin borrar las variables y expresiones del programa, éstas permanecerán en la carpeta donde se ejecutó el programa. En caso de que vaya a desinstalar el conjunto de programas de SisEcuac, si siempre lo ejecuta en SIS, podrá borrar la carpeta entera SIS, sin preocuparse que borre variables de otros programas.

Puede llamarse desde la carpeta **Sis**. Las variables del programa se borran una vez se sale del programa con el comando **Salir**. Si no se sale del programa de esta forma (salida indebida por error, apretando el botón ON, etc), habrán de borrarse las variables almacenadas manualmente, o bien arrancar nuevamente el programa y elegir **Salir**, para salir del mismo efectuando dicho borrado.

El programa se ajusta al modo EXACT/APPROX en **AUTO**, con todos los dígitos (Display Digits en FLOAT).

### [Breve descripción funciones y programas enviados a la calculadora](#)

#### **sis\sisecuac() - Programa lanzador**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** **sis\sisecuac()** + ENTER (válido en cualquier carpeta) ó **sisecuac()** + ENTER (válido en carpeta **sis**).

**Objetivo:** Carga el programa. Use solo este programa para lanzar y ejecutar el programa.

**Necesario:** Sí.

#### **sis\calculo() - Programa interno**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** Llamado desde **sisecuac**. Programa dependiente.

**Objetivo:** Cálculos internos

**Necesario:** Sí.

**sis\cramer() - Programa interno**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*. Programa dependiente.

**Objetivo:** Cálculos internos

**Necesario:** Sí.

**sis\datos() - Programa interno**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*. Programa dependiente.

**Objetivo:** Datos de entrada

**Necesario:** Sí.

**sis\gauss() - Programa interno**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*. Programa dependiente.

**Objetivo:** Cálculos internos

**Necesario:** Sí.

**sis\menu() - Programa interno**

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*. Programa dependiente.

**Objetivo:** Cálculos internos

**Necesario:** Sí.

**sis\listdel(*lista*,*var*) - Función**

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Puede reutilizarse para otras funciones o programas: **ListDel (*lista*,*var*).**

Ejemplo: ListDel({a,a,a,b,a,c,d,c,b,c},a) da {b,c,d,c,b,c}

**Objetivo:** Eliminar la variable o expresión de *var* en *lista*.

**Necesario:** Sí.

**sis\listrep(*lista*) - Función**

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Puede reutilizarse para otras funciones o programas: **ListRep(*lista*).**

Ejemplo: ListRep ({a,a,a,b,a,c,d,c,b,c}) da {a,b,c,d}

**Objetivo:** Elimina los términos repetidos de una *lista*.

**Necesario:** Sí.

### sis\numeri(*expr*) - Función

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Puede reutilizarse para otras funciones o programas: **Numeri(*expr*)**.

Ejemplos: Numeri( $x^2$ ) da False, Numeri( $e^2$ ) da True.

**Objetivo:** Responde con “true” o “false” si una expresión dada es numérica o no. Cualquier expresión algebraica es “true” excepto aquellas que incluyan operadores matemáticos de varias letras: sin, ln, etc. La expresión puede estar en su formato normal o nombrada por su variable. Los caracteres permitidos además de los numéricos son los símbolos de: suma, resta, multiplicación, división, número negativo, paréntesis, corchetes, flechas, punto, coma, raíz cuadrada, comillas, símbolo n° complejo, símbolo n° e.

**Necesario:** Sí.

### sis\rango([*mat*]) - Función

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Puede reutilizarse para otras funciones o programas: **Rango([*mat*])**.

Ejemplo: Rango([a,2,3;b,5,6;c,8,9]) da 3.

**Objetivo:** Da el rango de una matriz. Si la matriz tiene coeficientes, da el rango máximo, sin especificar.

**Necesario:** Sí.

### sis\rangox([*mat*]) - Función

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Puede reutilizarse para otras funciones o programas: **Rangox([*mat*])**.

Ejemplo: Rangox([a,2,3;b,5,6;c,8,9]) da “Rango = 3 para  $-3*(a-2b+c)?0$ ”.

**Objetivo:** Da el rango de una matriz en formato texto. Si la matriz tiene coeficientes, da el rango máximo.

**Necesario:** No.

### sis\borrado() - Programa interno

**Tipo archivo:** Programa TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*. Programa dependiente.

**Objetivo:** Borra variables y expresiones creadas por SisEcuac.

**Necesario:** Sí.

### main\Imprimir(*string*) ó main\Imprimir(*string,num*) - Función

**Tipo archivo:** Función TI Basic

**Sintaxis:** llamado desde *sisecuac*.

Para más detalles, ver página del autor: [Página donde está programa Imprimir](#)

**Objetivo:** Ofrece expresiones en forma de cadena en formato matemático natural en pantalla.

**Necesario:** Sí.

Se recuerda que se necesitan EQW y Flib (ver apartados anteriores) que se deben poner necesariamente en la carpeta MAIN.

### Garantía

El autor no se responsabiliza de cualquier tipo de error o problema que se pueda derivar con la ejecución del conjunto de programas que integran SisEcuac, pues no tiene garantía de ningún tipo. Este programa es de libre uso particular; no obstante tiene restricciones. Consúltese el apartado [6. Licencias](#).

En caso de que haya existido una interrupción del programa por el propio usuario pulsando la tecla **ON** es posible que al arrancar nuevamente el programa, dé errores. En estos casos, deberá borrar todas las variables con el programa sis\borrado(), ejecutándolo desde cualquier carpeta y así el programa arrancará limpio y no dará esos problemas.

<a href="#">Anterior</a>	<b>3. ¿Qué hace SisEcuac 2.1?.</b>	<a href="#">Siguiente</a>
--------------------------	------------------------------------	---------------------------

### BREVE DESCRIPCIÓN. PROBLEMAS QUE RESUELVE

SisEcuac permite el cálculo y la discusión de sistemas de ecuaciones lineales con parámetros, paso a paso, mediante el método de Gauss, la regla de Cramer. También permite el cálculo directo. El método de Gauss es el más general y resolverá todos los sistemas. La regla de Cramer es útil para sistemas con matrices de coeficientes cuadradas (sistemas  $n \times n$ ), donde dicha matriz es regular (admite inversa o su determinante es no nulo). El cálculo directo se calcula con las mismas condiciones que la regla de Cramer.

Resuelve cualquier sistema con las siguientes limitaciones:

- en cada una de las celdas de la matriz de coeficientes [M] no deben superarse los 15 caracteres.
- no debe haber más de 5 parámetros en una celda de la matriz, es decir, no puede introducirse, por ejemplo:  $a+b+c+d+e+f$ , pero sí  $a+b+c+d+e$ .
- no se recomienda usar parámetros con funciones matemáticas complejas como *sen*, *cos*, *tan*, etc. Se recuerda que se mantiene la linealidad de las ecuaciones pues estas funciones no afectan a las variables sino a los parámetros, por lo que, finalmente, son números. El programa sabe manejar estas expresiones, pero las soluciones darán resultados bastante farragosos debido a las condiciones de dominio de las soluciones concatenadas.

El programa pide los datos de las matrices y muestra el sistema. Una vez hecho esto, presenta un menú.

### MENÚS

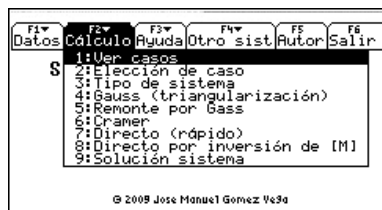
El menú principal contiene 6 ítems y es el siguiente:



1) **DATOS:** Muestra los datos de cálculo, según los siguientes apartados:



2) **CÁLCULO:** Permite realizar los cálculos definidos por los distintos apartados:



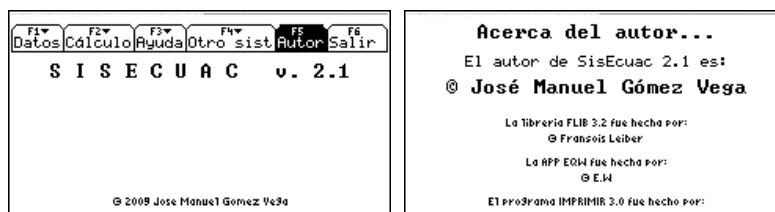
3) **AYUDA:** Ofrece una información concisa sobre el programa, el funcionamiento y las referencias matemáticas relacionadas:



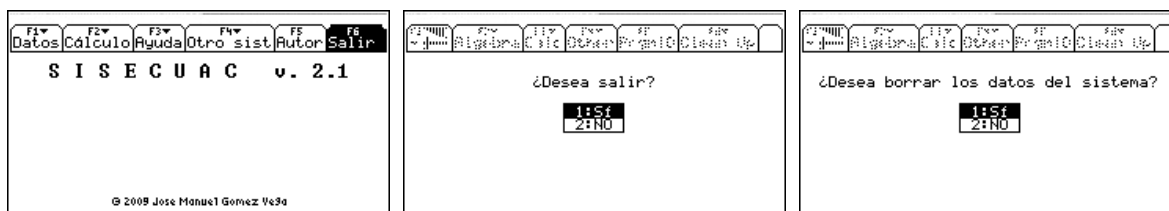
4) **OTRO SISTEMA:** Permite borrar el sistema actual y comenzar otro.



5) **AUTOR:** Referencia al autor del programa.



6) **SALIR:** Abandona el programa, permitiendo borrar o no las variables y expresiones para volverlas a usar más adelante cuando se vuelva a cargar el programa.



En esta versión solo se ofrece un ejemplo. Si quiere ver más ejemplos resueltos (con la versión 1.1), consulte el manual de dicha versión.

*Dado el sistema:*

$$2x + 3y - z = 0$$

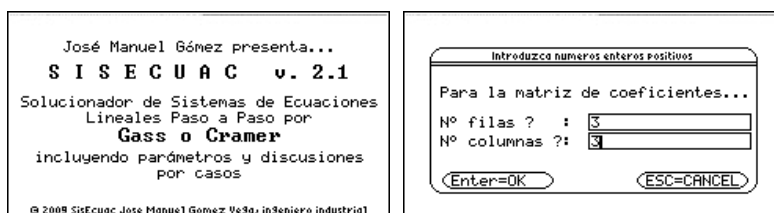
$$3x + ay - z = 0$$

$$-x - 6y + z = a,$$

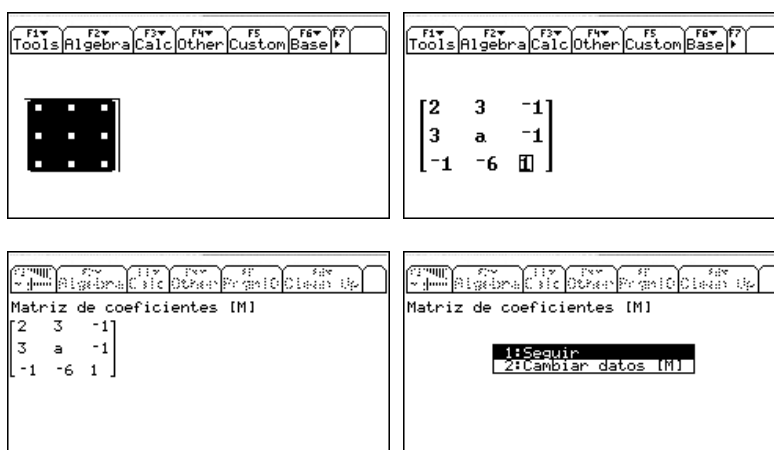
*discutirlo para los distintos valores de a y resolverlo en su caso.*

**Solución con SisEcuac 2.1:**

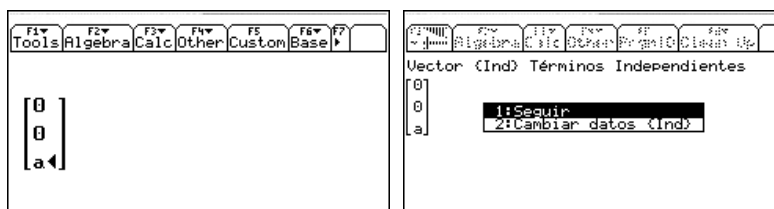
Nada más arrancar el programa aparece la pantalla de presentación y se nos pregunta el nº de filas y columnas de la matriz [M] de coeficientes:



A continuación aparece una matriz en blanco para rellenarla, según lo introducido anteriormente. En este caso es una matriz 3 x 3. Rellenamos la matriz siguiendo lo especificado en el manual de EQW, manejándonos con las flechas del cursor para desplazarnos por las celdas de la matriz. Una vez rellenada, se pulsa ESC y en caso de que el sistema la acepte, volverá a aparecer la matriz para confirmar y seguir o volver para cambiar los datos. Una matriz no es aceptada si contiene errores (celdas en blanco, o expresiones incorrectas), por lo que retornaría a la matriz impidiendo avanzar.

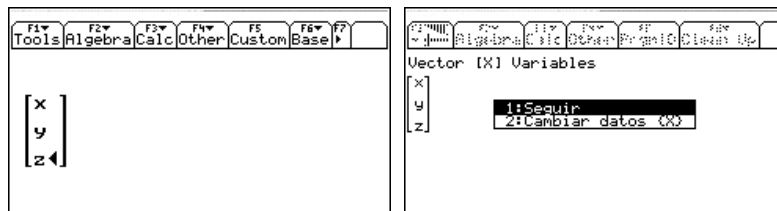


Realizamos lo mismo con el vector {Ind} de términos independientes:

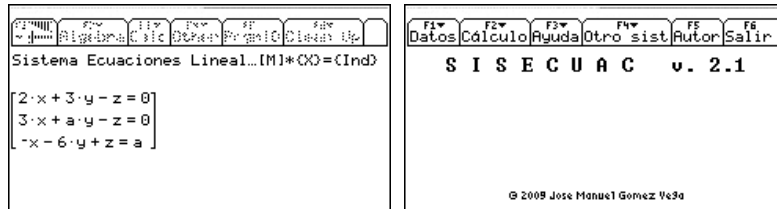


Ahora toca el turno a las variables a través del vector {X}. En este caso son admitidos únicamente dos caracteres por variable:

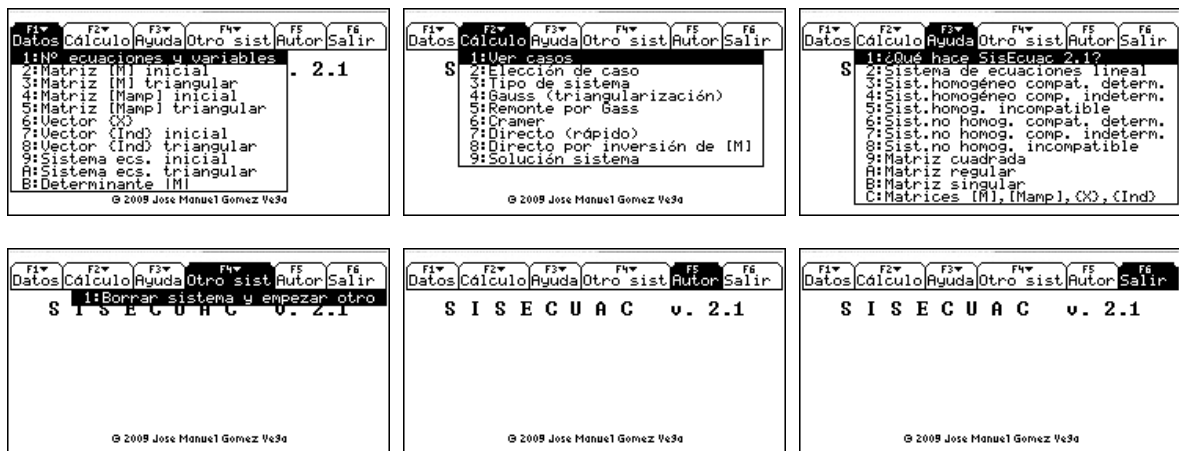




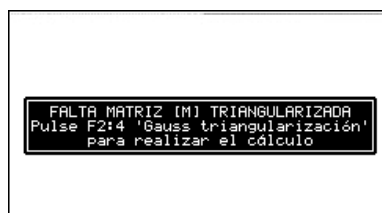
Una vez confirmadas las matrices, se presenta el sistema de ecuaciones y aparece acto seguido el menú con las distintas opciones:



El detalle de los ítems de los distintos 6 menús es el siguiente:

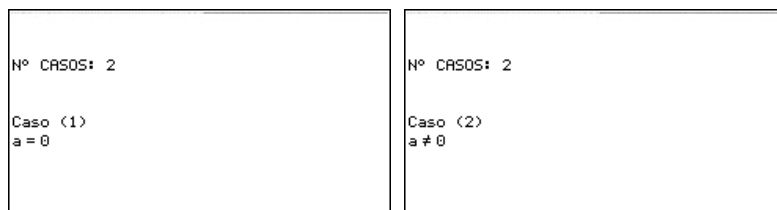


Podemos escoger cualquier ítem del menú una vez llegados por 1ª vez después de introducir los datos. Si ahora pulsásemos en **F1:Datos – 5:Matriz triangular**, aparecería un mensaje indicándonos de que es preciso primero realizar el cálculo mediante **F2:Cálculo – 4:Gauss (triangularización)**.

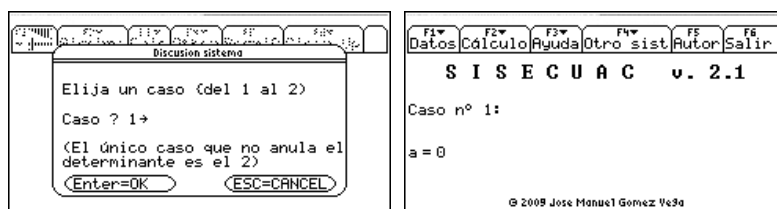


A medida de que se vayan realizando los cálculos, todas las opciones podrán ser consultadas.

Pulsamos **F2:Cálculo – 1:Ver casos** y aparece:



Pulsamos **F2:Cálculo – 2:Elección de caso** y aparece:



Una vez seleccionado un caso, aparecerá en la pantalla principal, desde ese momento, el tipo de caso y el valor para recordar que los cálculos se refieren a ese caso. Se debe recordar que los casos existen si hay parámetros no numéricos en el sistema. A continuación se resuelve el **caso nº 1**, que es el de **a = 0**. Lo haremos por Gauss.

Pulsamos **F2:Cálculo – 3:Tipo de sistema** y aparece:

F1▼  
Datos

F2▼  
Cálculo

F3▼  
Ayuda

F4▼  
Otro sist

F5▼  
Autor

F6▼  
Salir

S  
1:Ver casos  
2:Elección de caso  
3:Tipo de sistema  
4:Gauss (triangularización)  
5:Remonte por Gauss  
6:Cramer  
7:Directo (rápido)  
8:Directo por inversión de [M]  
9:Solución sistema

Caso n°  
a = 0

© 2009 Jose Manuel Gomez Vazquez

Sistema No Homogéneo COMPATIBLE, pues:  
 $r(M) = r(M_{amp})$  (condición necesaria u suficiente)  
 $r(M)=2 = r(M_{amp})=2$

Sist. INDETERM. (infinitas soluciones):  
 $r(M) < n^{\circ}$  incógnitas  
(cond. necesaria)  
 $IM1 = 0$  (cond. suficiente COMPATIBLE  
INDETERMINADO para M cuadradas)  
 $N^{\circ}$  incógnitas = 3

Pulsamos **F2:Cálculo – 4:Gauss (triangularización)** y aparece el cálculo secuencial paso a paso por el método de Gauss. Cada vez que se hace una transformación o paso, se refleja en pantalla brevemente antes de mostrar la información del cambio efectuado, el nº de paso y el cambio que se va a hacer numerando la fila. En cada paso se muestran las matrices [M] y [Mamp], con la numeración del paso. Una vez terminada la triangularización, se muestran las matrices resultantes y el sistema de ecuaciones triangularizados:

Iniciamos el procedimiento de Triangularización tanto de [M] como de [Mamp] para hallar un sistema por remonte. Para ello emplearemos transformaciones elementales por filas y columnas.

Paso: 1  
CAMBIO FILA 2

$$fila2 = fila2 - fila1 \cdot 3/2$$

Paso: 2  
CAMBIO FILA 3

$$fila3 = fila3 - fila1 \cdot -1/2$$

Paso: 3  
CAMBIO FILA 3

$$fila3 = fila3 - fila2 \cdot \frac{-9}{-9/2}$$

NUEVA MATRIZ [M]:  
$$[m3] = \begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 0 & -9/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Las componentes del sistema matricial tras la triangularización quedan:  
 $[M] \cdot (X) = (Ind)$

Matriz [M] triangularizada  
$$[m] = \begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 0 & -9/2 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Vector [X] Variables  
$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

Vector (Ind) Términos Independientes  
$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Sistema de Ecuaciones Lineal tras la triangularización:  
$$\begin{bmatrix} 2 \cdot x + 3 \cdot y - z = 0 \\ \frac{z}{2} - \frac{9 \cdot y}{2} = 0 \\ true \end{bmatrix}$$

Pulsamos **F2:Cálculo – 5:Remonte por Gauss** y aparecen las ecuaciones despejadas de abajo hacia arriba. Aquí pueden mostrarse ecuaciones como **true** (ecuaciones que cumplen una identidad y no valen para el sistema, típico en sistemas compatibles indeterminados) y ecuaciones marcadas como **false** (ecuaciones imposibles de sistemas incompatibles).

F1▼  
Datos

F2▼  
Cálculo

F3▼  
Ayuda

F4▼  
Otro sist

F5▼  
Autor

F6▼  
Salir

Aplicamos el remonte u obtenemos:  
true  
$$y = \frac{z}{9}$$
$$x = \frac{-(3 \cdot y - z)}{2}$$

En la técnica de remonte de abajo hacia arriba, debe despejarse una a una las ecuaciones mostradas, resultando las soluciones una tras otra.

Pulsamos **F2:Cálculo – 9:Solución sistema** y aparece la solución al sistema, si es compatible, o la indicación de que no lo es, por ser incompatible. La solución se da: en función de las variables, en función de un parámetro estándar y en función de parámetros definidos por el usuario para una variable del sistema. Si el sistema es compatible determinado o incompatible no aparecerán las soluciones en función de parámetros ni se indicará la introducción de los mismos, pues no procede.

<p>La solución al sistema planteado es: En función de las variables: <math>x = \frac{z}{3}</math> and <math>y = \frac{z}{3}</math> and <math>a = 0</math> En función de parámetros: <math>x = \frac{\lambda}{3}</math> and <math>y = \frac{\lambda}{3}</math> and <math>z = \lambda</math> and <math>a = 0</math></p>	<p>¿Desea resolver las ecuaciones según parámetros particulares que Ud. dé?</p> <p><b>1:SI</b> <b>2:NO</b></p>
<p>¿Desea introducir parámetros? Elija variable para establecer valor</p> <p>¿Variable? <math>x \rightarrow</math></p> <p>¿Parámetro?: <math>\lambda - 1</math></p> <p><b>Enter=OK</b> <b>ESC=CANCEL</b></p>	<p>La solución en función de los parámetros introducidos es: <math>x = \lambda - 1</math> and <math>y = \frac{\lambda - 1}{3}</math> and <math>z = 3 \cdot (\lambda - 1)</math></p>

Ahora resolveremos el **caso nº 2**, que es el de  $a \neq 0$ . En esta ocasión, lo resolveremos por Cramer, por cálculo directo rápido y por cálculo directo desarrollado.

Pulsamos **F2:Cálculo – 2:Elección de caso** y escogemos el caso:

<p>Discusión sistema</p> <p>Elija un caso (del 1 al 2)</p> <p>Caso ? <math>2 \rightarrow</math></p> <p>(El único caso que no anula el determinante es el 2)</p> <p><b>Enter=OK</b> <b>ESC=CANCEL</b></p>	<p>Ha elegido el caso nº 2 :</p> <p><b>1:Sequiu</b> <b>2:Escoger otro valor</b></p> <p><math>a \neq 0</math></p>
--	--

Pulsamos **F2:Cálculo – 6:Cramer** y resolvemos el sistema por esta regla. Nos recuerda que, efectivamente, el sistema es compatible determinado para este caso:

<p>La matriz será regular si el determinante de la matriz de coeficientes M es distinto de 0. Si <math> M  \neq 0</math>: <math>a \neq 0</math> Para esos valores, el sistema es COMPATIBLE DETERMINADO y se puede aplicar Cramer para su solución</p>	<p>Matriz <math>[\Delta] = [M]</math></p> $\Delta = \begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 3 & a & -1 \\ -1 & -6 & 1 \end{bmatrix}$ <p>Determinante de <math>[\Delta] = \det_{\Delta}</math> <math>\det_{\Delta} = a</math></p>	<p>Solución nº 1 <math>\det_{\Delta 1} = a \cdot (a - 3)</math> <math>\det_{\Delta} = a</math> <math>x = \frac{\det_{\Delta 1}}{\det_{\Delta}}</math> <math>x = a - 3</math></p>
<p>Solución nº 1 <math>\Delta 1 = \begin{bmatrix} 0 &amp; 3 &amp; -1 \\ 0 &amp; a &amp; -1 \\ a &amp; -6 &amp; 1 \end{bmatrix}</math></p>	<p>Solución nº 2 <math>\det_{\Delta 2} = -a</math> <math>\det_{\Delta} = a</math> <math>y = \frac{\det_{\Delta 2}}{\det_{\Delta}}</math> <math>y = -1</math></p>	<p>Solución nº 2 <math>\Delta 2 = \begin{bmatrix} 2 &amp; 0 &amp; -1 \\ 3 &amp; 0 &amp; -1 \\ -1 &amp; a &amp; 1 \end{bmatrix}</math></p>
<p>Solución nº 3 <math>\det_{\Delta 3} = a \cdot (2 \cdot a - 9)</math> <math>\det_{\Delta} = a</math> <math>z = \frac{\det_{\Delta 3}}{\det_{\Delta}}</math> <math>z = 2 \cdot a - 9</math></p>	<p>Solución nº 3 <math>\Delta 3 = \begin{bmatrix} 2 &amp; 3 &amp; 0 \\ 3 &amp; a &amp; 0 \\ -1 &amp; -6 &amp; a \end{bmatrix}</math></p>	<p>Las soluciones son: Para valores: <math>a \neq 0</math> (<math>x = a - 3</math> <math>y = -1</math> <math>z = 2 \cdot a - 9</math>)</p>

Pulsamos **F2:Cálculo – 7:Directo (rápido)** y el programa arroja solo la solución. Obsérvese que para el caso anterior, no existiría por ser la matriz singular. El programa lo advertiría con un mensaje.

<p><math>x = a - 3</math> <math>y = -1</math> <math>z = 2 \cdot a - 9</math></p>
--

Pulsamos **F2:Cálculo – 8:Directo por inversión de [M]** y el programa ofrece la información paso a paso del cálculo, mostrando la matriz  $[M^{-1}]$ :

<p>Esta es la expresión matricial partiendo del sistema inicial y teniendo en cuenta la inversibilidad de <math>[M]</math> por ser matriz regular:</p> $[M] \cdot X = (Ind) \rightarrow X = [M]^{-1} \cdot (Ind)$	<p>Matriz <math>[M]^{-1}</math> de coeficientes</p> $[M]^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{a-6}{a} & \frac{3}{a} & \frac{a-3}{a} \\ -\frac{2}{a} & \frac{1}{a} & -\frac{1}{a} \\ \frac{a-18}{a} & \frac{9}{a} & \frac{2 \cdot a - 9}{a} \end{bmatrix}$	<p>El resultado para <math>X = [M]^{-1} \cdot (Ind)</math> es:</p> $\begin{bmatrix} x = a - 3 \\ y = -1 \\ z = 2 \cdot a - 9 \end{bmatrix}$
---	---	---

Las siguientes pantallas son ejemplos del sistema de ayuda pulsando **F3: Ayuda** en los ítems correspondientes:

<p><b>¿Qué hace SisEcuac 2.1?</b></p> <p>SisEcuac calcula sistemas de ecuaciones lineales por Gauss (<math>n \times n</math>), por Cramer (<math>n \times n</math>) o mediante la matriz inversa de <math>[M]</math> (si es <math>n \times n</math>), PASO A PASO admitiendo parámetros y discutiendo para los casos que puedan existir. Necesita los programas EQW, Imprimir y la librería Flib, todos en carpeta MAIN</p>	<p><b>Sistema de ecuaciones lineal</b></p> <p>Un sistema es lineal cuando las variables incógnitas están elevadas a la potencia 1, se suman y restan entre ellas (cumplen las condiciones de linealidad). Un sistema lineal puede tener parámetros. Si tiene parámetros, se discuten las soluciones por casos.</p>	<p><b>Ejemplo de sistema lineal</b></p> $\begin{aligned} 3 \cdot x + 2 \cdot y + 6 \cdot z &= 2 \\ a \cdot x - 3 \cdot y + z &= 1 \\ 2 \cdot x - 2 \cdot y + b \cdot z &= 1 \end{aligned}$	<p><b>Ejemplo de sistema NO lineal</b></p> $\begin{aligned} 2 \cdot x^2 \cdot y + 6 \cdot z \cdot y &= 2 \\ x \cdot y + 3 \cdot z \cdot y - 3 \cdot x \cdot y &= 0 \\ x \cdot y^2 + 6 \cdot z \cdot y + 2 \cdot x \cdot y &= -1 \end{aligned}$
<p><b>Sistema homogéneo compatible indeterminado...</b></p> <p>Para matrices cuadradas <math>n \times n</math>: ...→ si <math> M =0</math></p> <p>Para matrices <math>m \times n</math>: ...↔ si <math>r(M) &lt; n</math> incógnitas</p> <p>Solución: distinta a la trivial para algún/os <math>x_i \neq 0</math>   <math>(x_1, x_2, \dots, x_n)</math> variables</p>			

Pulsando **F4:Otro sist – 1:Borrar sistema y empezar otro** podemos borrar los datos y comenzar con otro sistema de ecuaciones:

<p><b>F1 Datos</b> <b>F2 Cálculo</b> <b>F3 Ayuda</b> <b>F4 Otro sist</b> <b>F5 Autor</b> <b>F6 Salir</b></p> <p><b>1: Borrar sistema y empezar otro</b></p> <p>Caso nº 2:</p> <p>a ≠ 0</p> <p>© 2009 Jose Manuel Gomez Vega</p>	<p>¿Desea borrar los datos y comenzar otro sistema?</p> <p><b>1: SI</b> <b>2: NO</b></p>
---	--

Pulsando **F5: Autor** aparece una breve referencia del autor de SisEcuac y del resto de programas externos necesarios:

**Acerca del autor...**

El autor de SisEcuac 2.1 es:

**© José Manuel Gómez Vega**

La librería FLIB 3.2 fue hecha por:  
© François Leibier

La APP EQW fue hecha por:  
© E.W

El programa IMPRIMIR 3.0 fue hecho por:  
© E.W

Pulsando **F6: Salir** aparece los mensajes de si realmente se desea salir y de si se quieren borrar los datos del sistema, pues se permite abandonar el programa, manteniendo los datos para que, al arrancar nuevamente, pueda seguirse calculando con los datos tal y como se abandonó.

<p><b>F1 Datos</b> <b>F2 Cálculo</b> <b>F3 Ayuda</b> <b>F4 Otro sist</b> <b>F5 Autor</b> <b>F6 Salir</b></p> <p>¿Desea salir?</p> <p><b>1: SI</b> <b>2: NO</b></p>	<p><b>F1 Datos</b> <b>F2 Cálculo</b> <b>F3 Ayuda</b> <b>F4 Otro sist</b> <b>F5 Autor</b> <b>F6 Salir</b></p> <p>¿Desea borrar los datos del sistema?</p> <p><b>1: SI</b> <b>2: NO</b></p>
--	---

<a href="#">Anterior</a>	<b>5. El autor de SisEcuac 2.1.</b>	<a href="#">Siguiete</a>
--------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Soy ingeniero industrial en la especialidad mecánica de máquinas por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la U.N.E.D (Universidad Nacional de Educación a Distancia) de España. Hace 8 años descubrí esta maravillosa calculadora

Quisiera acabar y/o mejorar ciertos proyectos importantes que tengo pendientes de mis tiempos de estudiante, como son *Anesmef* (programa de cálculo de estructuras), *Finterpo* y *Anesclas* (dos proyectos de cálculo de estructuras no publicados), junto con un programa de Elasticidad inacabado y un proyecto para calcular problemas de optimización por los multiplicadores de Lagrange que me lo he propuesto hace poco, todos ellos con el sistema paso a paso.

Cualquier error del programa, sugerencia o comentario, no dudes en planteármelo en:

[ingenieroindustrialmecanico@gmail.com](mailto:ingenieroindustrialmecanico@gmail.com)

[gomezvega@hotmail.com](mailto:gomezvega@hotmail.com)

Visita la página: <http://members.fortunecity.es/etsii/>

para otros recursos de Ingeniería Industrial y programas de la Texas Instruments 92 plus y Voyage 200.

<a href="#">Anterior</a>	<b>6. Licencias</b>	<a href="#">Ir al Principio</a>
--------------------------	---------------------	---------------------------------

El conjunto de programas que integran *SisEcuac* es © 2.009 José Manuel Gómez Vega. El programa incluido *Imprimir* es © Cosmefulanito04. La librería necesaria *Flib* es © Françoise Leber. El programa necesario *EQW* es © E.W.

Está permitido el uso, manejo, transformación del conjunto de programas *SisEcuac* para usos particulares. No está permitida la distribución del conjunto de programas *SisEcuac* en otros medios que los empleados por el propio autor de *SisEcuac* sin avisar previamente al autor para dar el visto bueno, si es que se permite tras la consulta. Las comunicaciones para estos fines se realizarán por correo electrónico. Cualquier transformación, modificación o mejora de dicho conjunto de programas para usos particulares está permitida, salvo la distribución. Está prohibida la distribución para usos comerciales del conjunto de programas *SisEcuac* en cualquier forma o medio incluidos aquellos en los que se regale el programa por la compra de calculadoras, habiéndose preinstalado, donado o entregado por empresas de distribución y venta de calculadoras, asimismo como por particulares.

Para las licencias de los demás programas citados acúdase a las páginas web de sus autores respectivos para obtener información adicional.

<a href="#">Inicio</a>	<a href="#">Manejo SisEcuac 2.1</a>	<a href="#">Problemas Resueltos</a>
------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------