

## HP Prime TORA

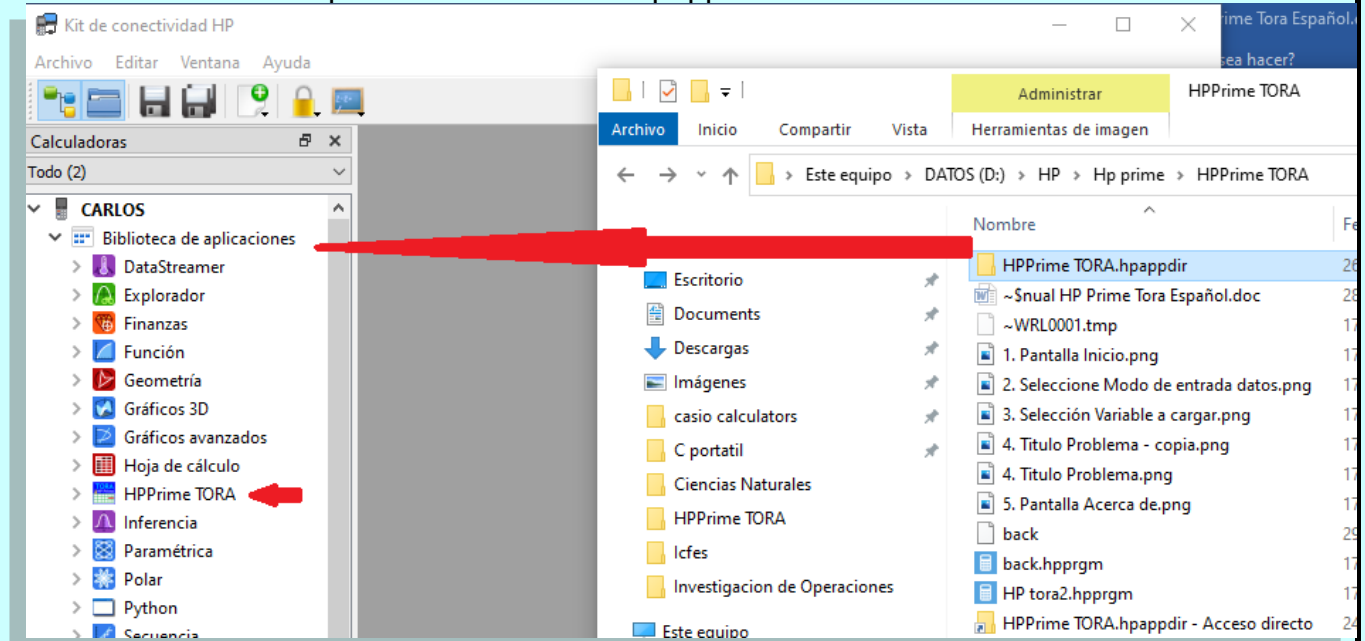
<u>Plataforma:</u>	HPPrime
<u>Versión del software:</u>	2.1.14730 (2023 04 13)
<u>Versión del Hardware:</u>	D
<u>Programación:</u>	HP PPL
<u>Modo de Calculadora:</u>	Radianes, Formato de número estándar
<u>Tipo:</u>	App
<u>Versión:</u>	1.4 ( 31 Enero 2025)
<u>Tamaño en HPPRime</u>	246 KB

### Descripción

HP PRIME TORA es un programa para solucionar ejercicios de Programación Lineal con el método simplex (variantes de Restricciones  $\leq$ , Gran M, Dos Fases, Dual Simplex) y el método Gráfico.

### Instalación:

Con la calculadora conectada o con el emulador abierto, se puede arrastrar al Kit de conectividad HP la carpeta HPPRime TORA.hpappdir:

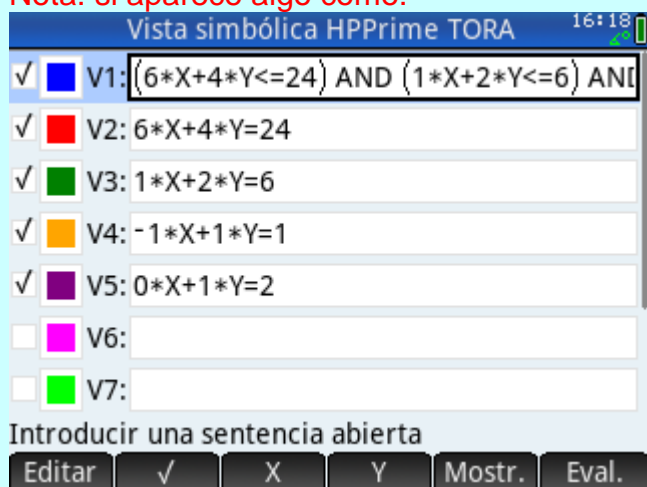



### Utilización del programa:


Una vez instalado el programa como aplicación aparecerá en la Biblioteca de Aplicaciones desde donde se puede abrir presionando sobre él o seleccionándolo y dando Enter:

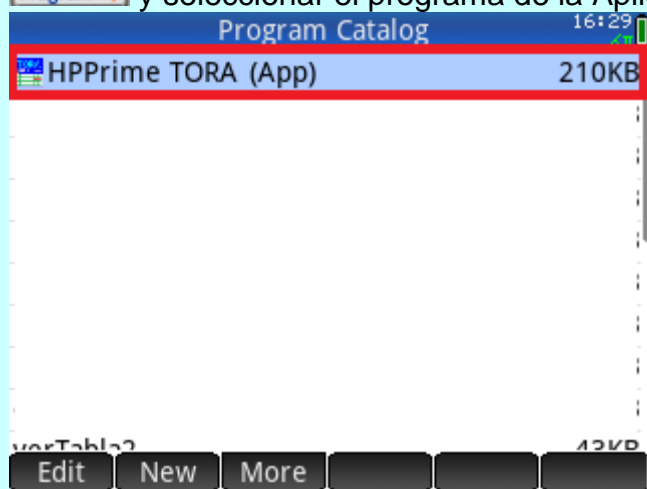


Nota: si aparece algo como:



Entonces hay que compilar nuevamente el programa: Para esto hay que presionar  +

 y seleccionar el programa de la Aplicación:



Después de eso, seleccionar Editar, Compr y OK:

HPPrime TORA:Main(PPL)16:34

```

1 //*****
2 // HP Prime TORA 1.3b
3 // By Carlos Navarro Cera
4 // En esta versión 1.3:
5 // -se cambia fondo para visualizar
6 // -Se muestra en el método gráfico
7 //*****
8 #pragma mode( separator(.,;) integer(h
9
10 HPPRimeTORA(); //Prototipo
11 LOCAL tituloProblema:="", fObj;
12 LOCAL MatrizRes, ListaSignos, MatrizRH
13 LOCAL edMaximizar, edMinimizar;

```

Cmnds

Plant.

Página

Más

Compr

HPPrime TORA:Main(PPL)16:36

```

1 //*****
2 // HP Prime TORA 1.3b
3 // By Carlos Navarro Cera
4 // En esta versión 1.3:
5 // -se cambia fondo para visualizar
6 // -Se muestra en el método gráfico
7 //*****
8 #pragma mode( separator(.,;) integer(h
9
10 HPPRimeTORA(); //Prototipo
11 LOCAL tituloProblema:="", fObj;
12 LOCAL MatrizRes, ListaSignos, MatrizRH
13 LOCAL edMaximizar, edMinimizar;

```

OK

No hay errores en el programa

Apps

Enter

Finalmente, presionar OK ,

Luego aparecerá una pantalla de bienvenida:



Esta pantalla se puede saltar presionando Enter o Esc

Luego aparece el menú principal:



En esta pantalla se debe seleccionar el primer botón del Menu (PL) y preguntará si se desea Introducir un Nuevo Problema o Seleccionar una variable almacenada.

**Introducir Un Nuevo Problema:**

Con esta opción se debe escribir todos los datos del problema (posteriormente preguntará si desea guardar esos datos en una variable), por ejemplo:

Si se desea solucionar el ejemplo del libro Investigación de Operaciones (Taha), modelo de Reddy Mikks:

$$\text{Maximizar } z = 5x_1 + 4x_2$$

sujeto a

$$6x_1 + 4x_2 \leq 24 \quad (1)$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 6 \quad (2)$$

$$-x_1 + x_2 \leq 1 \quad (3)$$

$$x_2 \leq 2 \quad (4)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (5)$$

Se debe escribir: (las restricciones de no negatividad van implícitas, por eso se escribe 4 restricciones):

Método Simplex HPTora 15:11

Título del problema: Reddy Mikks

Maximizar: ☒

Minimizar: ☐

No. Variables: 2

No. Restricciones: 4

No. decimales: 2

Mostrar como fracc.: ☐

Mostrar como fracción

✓ Canc. OK

Luego de dar OK, solicitará la Función Objetivo (Maximizar  $z = 5x_1 + 4x_2$ ), la cual debe escribirse como una matriz:

Función Objetivo 15:14

Max Z= [[0, 0]]

Func Obj en forma matricial

5	4	±
±	±	

Canc. OK

Luego de dar OK preguntará por la primera restricción:  $6x_1 + 4x_2 \leq 24$  (1), la cual también debe escribirse en el lado izquierdo de la desigualdad en forma matricial:

Restricción No 1 15:17

[[6, 4]] <= 24

Restricción en forma matricial

6	4	±
±	±	

Luego se debe hacer lo mismo con las siguientes restricciones:

Restricción No 2 15:18

[[1, 2]] <= 6

Restricción en forma matricial

1	2	±
±	±	

$$(x_1 + 2x_2 \leq 6)$$

Restricción No 3 15:19

[[ -1, 1]] <= 1

Restricción en forma matricial

-1	1	±
±	±	

$$(-x_1 + x_2 \leq 1)$$

Restricción No 4 15:20

[[0, 1]] <= 2

Restricción en forma matricial

0	1	±
±	±	

Canc. OK  $(x_2 \leq 2)$

Luego preguntará si deseamos guardar los datos. Si seleccionamos Sí, va a solicitar un nombre de variable, la cual se puede seleccionar en caso de que queramos resolver el mismo ejercicio por otro método (como el método Gráfico):

Guardar Problema 15:24

Nombre varia... SinNombre

Escriba nombre de variable

ReddyMikks

Canc. OK

El nombre de la variable debe cumplir las reglas de nombres de variables de la HP Prime, de lo contrario, no guardará nada.

Luego preguntará el método a seleccionar:

HPPrime TORA 15:27

HP Prime TORA

© 2023 Carlos Navarro Cera

(HPCarnace@gr...)

Todos los d...

Seleccione el método:

- 1 Todas restricciones <=
- 2 De la gran M
- 3 De las dos fases
- 4 Dual Simplex
- 5 Gráfico

OK

Todas las restricciones  $\leq$ :

Todas Res < Tabla 1 [Reddy Miks]

Entra X1 sale s1

Se debe presionar Esc o Enter para continuar a la siguiente tabla o iteración.

Entra X2 sale s2

(tabla 2)

Z(max)	X1	X2	s1	s2	s3	s4	SOLUCION
BASE	0.00	0.00	0.75	0.50	0.00	0.00	21.00
X1	1.00	0.00	0.25	-0.50	0.00	0.00	3.00
X2	0.00	1.00	-0.13	0.75	0.00	0.00	1.50
s3	0.00	0.00	0.38	-1.25	1.00	0.00	2.50
s4	0.00	0.00	0.13	-0.75	0.00	1.00	0.50

Resumen Solución
Título: Reddy Mikks
Iteración final No. :3
Estado final: (óptima)
Valor Objetivo (Max) = 21.00
X1 = 3.00
X2 = 1.50
s3 = 2.50
s4 = 0.50

**Método Simplex HPTora** 15:55

Título del problema: Reddy Mikks

Maximizar: ☒

Minimizar: ☐

No. Variables: 2

No. Restricciones: 4

No. decimales: 2

Mostrar como fracción: ☒

Mostrar como fracción

Todas Res < Tabla 3 (óptima) Reddy Mikks

Z(max)	X1	X2	s1	s2	s3	s4	SOLUCION
BASE	0	0	3/4	1/2	0	0	21
X1	1	0	1/4	-1/2	0	0	3
X2	0	1	-1/8	3/4	0	0	3/2
s3	0	0	3/8	-5/4	1	0	5/2
s4	0	0	1/8	-3/4	0	1	1/2



### Resumen Solución

Título: Reddy Mikks  
Iteración final No. :3  
Estado final: (óptima)  
Valor Objetivo (Max) = 21  
 $x_1 = 3$   
 $x_2 = 3/2$   
 $s_3 = 5/2$   
 $s_4 = 1/2$

### Variables Almacenadas:

En caso de seleccionar una variable almacenada aparecerán varias ya cargadas:

HP Prime TORA 15:57 Seleccione la variable a cargar 15:58

HP Prime TORA  
© 2023 Carlos Navarro Cera  
(HPCarnace)  
carnace@gmail.com  
Todos

Variable: ☒ datos0  
datos1  
ReddyMikks  
Ejemplo3\_5\_3  
OzarkFarms  
Ejemplo2\_4\_1  
Ex2\_4\_9

Seleccione el modo de entrada:  
1 Introducir Nuevo Problema  
2 Seleccionar variable almacenada

Seleccione de la lista desplegable

OK

La variable datos0 y ReddyMikks contienen la misma información.

La variable datos1 contiene el ejemplo 3.4-1 del Libro de Investigación de Operaciones (Taha).

### Método de la Gran M:

#### Ejemplo 3.4-1

Minimizar  $z = 4x_1 + x_2$

sujeto a

$$3x_1 + x_2 = 3$$

$$4x_1 + 3x_2 \geq 6$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Método Simplex HPTora	Función Objetivo
<p>Título del problema: Ej3.4-1</p> <p>Maximizar: <input type="checkbox"/></p> <p>Minimizar: <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>No. Variables: 2</p> <p>No. Restricciones: 3</p> <p>No. decimales: 2</p> <p>Mostrar como fracc.: <input type="checkbox"/></p> <p>No. decimales a mostrar</p> <p>Restricción No 1</p> <p>Restricción en forma matricial</p> <p>Restricción No 3</p> <p>Restricción en forma matricial</p>	<p>Min Z= [[4, 1]]</p> <p>Func Obj en forma matricial</p> <p>Restricción No 2</p> <p>Restricción en forma matricial</p> <p>HPPrime TORA</p> <p>HP Prime TORA © 2023 Carlos Navarro Cera (HPCarnace carnace@gr Todos los d</p> <div><p>Seleccione el método:</p><ul style="list-style-type: none"><li>1 Todas restricciones &lt;=</li><li>2 De la gran M</li><li>3 De las dos fases</li><li>4 Dual Simplex</li><li>5 Gráfico</li></ul></div>

Valor de M

16:04

Valor de M: 100

Escriba el valor de M grande

Editar

Canc.

OK

Mét. Gran M Tabla 2 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	0.00	167.00	-100.00	0.00	-232.00	0.00	204.00
X1	1.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	1.00
R2	0.00	1.67	-1.00	0.00	-1.33	1.00	2.00
s2	0.00	1.67	0.00	1.00	-0.33	0.00	3.00

Entra X2 sale R2

Mét. Gran M Tabla 4 (óptima) [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	0.00	0.00	0.00	-0.20	-98.60	-100.00	3.40
X1	1.00	0.00	0.00	-0.20	0.40	0.00	0.40
X2	0.00	1.00	0.00	0.60	-0.20	0.00	1.80
s1	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00

Mét. Gran M Tabla 1 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	696.00	399.00	-100.00	0.00	0.00	0.00	900.00
R1	3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00
R2	4.00	3.00	-1.00	0.00	0.00	1.00	6.00
s2	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.00

Entra X1 sale R1

Mét. Gran M Tabla 3 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	0.00	0.00	0.20	0.00	-98.40	-100.20	3.60
X1	1.00	0.00	0.20	0.00	0.60	-0.20	0.60
X2	0.00	1.00	-0.60	0.00	-0.80	0.60	1.20
s2	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00

Entra s1 sale s2

Resumen Solución

Título: Ej3.4-1

Iteración final No. :4

Estado final: (óptima)

Valor Objetivo (Min) = 3.40

X1 = 0.40

X2 = 1.80

s1 = 1.00

## Método de Doble Fase:

Método Simplex HPTora

16:08

Título del problema: Ej3.4-1

Maximizar: ☐

Minimizar: ☒

No. Variables: 2

No. Restricciones: 3

No. decimales: 2

Mostrar como fracc.: ☐

Nombre del problema

Editar

Canc.

OK

Fase 1 Tabla 1 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	7.00	4.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	9.00
R1	3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	3.00
R2	4.00	3.00	-1.00	0.00	0.00	1.00	6.00
s2	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.00

Entra X1 sale R1

Fase 2 Tabla 4 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	SOLUCION
BASE	-1.0E-11	-1.0E-12	0.20	0.00	3.60
X1	1.00	0.00	0.20	0.00	0.60
X2	0.00	1.00	-0.60	0.00	1.20
s2	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

Entra s1 sale s2

Fase 1 Tabla 3 (óptima) [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	R1	R2	SOLUCION
BASE	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00	6.00E-12
X1	1.00	0.00	0.20	0.00	0.60	-0.20	0.60
X2	0.00	1.00	-0.60	0.00	-0.80	0.60	1.20
s2	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00

Fase 2 Tabla 5 (óptima) [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	SOLUCION
BASE	-1.0E-11	0.00	0.00	-0.20	3.40
X1	1.00	0.00	0.00	-0.20	0.40
X2	0.00	1.00	0.00	0.60	1.80
s1	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

### Resumen Solución

Título: Ej3.4-1  
 Iteración final No. :5  
 Estado final: (óptima)  
 Valor Objetivo (Min) = 3.40  
 $X1 = 0.40$   
 $X2 = 1.80$   
 $s1 = 1.00$

### Método Dual Simplex:

#### Método Simplex HPTora

16:11

Título del problema: Ej3.4-1

Maximizar: ☐

Minimizar: ☒

No. Variables: 2

No. Restricciones: 3

No. decimales: 2

Mostrar como fracc.: ☐

Nombre del problema

Editar

Canc.

OK

Dual Simplex Tabla 1 [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	s3	s4	SOLUCION
BASE	-4.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
s1	3.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	3.00
s2	-4.00	-3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	-6.00
s3	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	4.00
s4	-3.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-3.00

Entra X2 sale s2

Dual Simplex Tabla 4 (óptima) [Ej3.4-1]

Z(min)	X1	X2	s1	s2	s3	s4	SOLUCION
BASE	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	-1.40	3.40
s1	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
X2	0.00	1.00	0.00	0.00	0.60	0.20	1.80
X1	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.40	0.40
s2	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-1.00	1.00

Resumen Solución
Título: Ej3.4-1
Iteración final No. :4
Estado final: (óptima)
Valor Objetivo (Min) = 3.40
s1 = 0.00
X2 = 1.80
X1 = 0.40
s2 = 1.00

### Método Gráfico:

En este método se visualiza la región factible de un modelo de programación lineal con dos incógnitas ( $x, y$  ó  $x_1, x_2$ ).

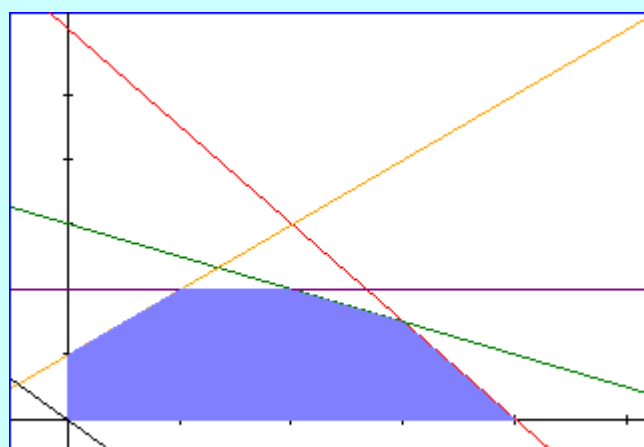
Seleccionando el mismo ejemplo de Reddy Mikks:

Método Simplex HPTora	HPPrime TORA
Título del problema: <input type="text" value="Reddy Mikks"/> Maximizar: <input checked="" type="checkbox"/> Minimizar: <input type="checkbox"/> No. Variables: <input type="text" value="2"/> No. Restricciones: <input type="text" value="4"/> No. decimales: <input type="text" value="2"/> Mostrar como fracc.: <input type="checkbox"/> Nombre del problema <input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Canc."/> <input type="button" value="OK"/>	HP Prime TORA © 2023 Carlos Navarro Cera (HPCarnace carnace@gr Todos los d <div>             Seleccione el método:              1 Todas restricciones &lt;=              2 De la gran M              3 De las dos fases              4 Dual Simplex              5 Gráfico           </div>

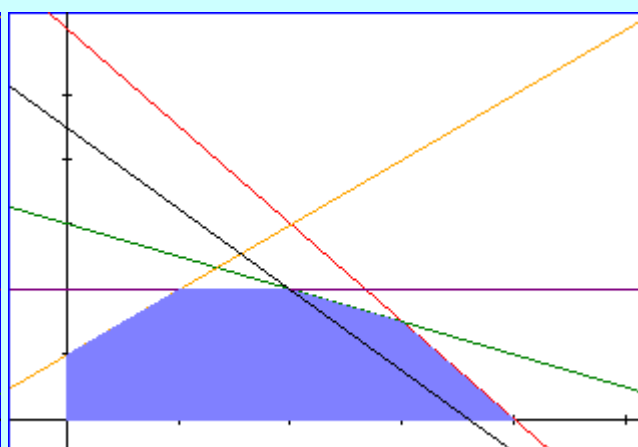
Aparacerá una pantalla de cálculo (puede ser demorado en la calculadora real, pero en el emulador es un poco más rápido. Posiblemente se corrija en futuras versiones):

Calculando ...20.00% Lineas: 59

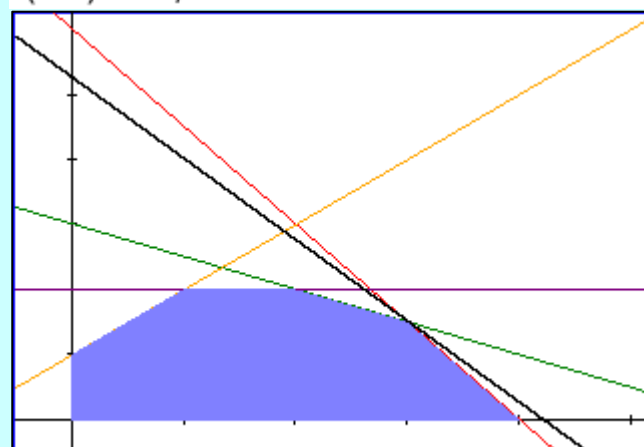
Después mostrará en cada vértice de la región factible cómo cambia la solución de la función objetivo:



$Z(\text{Max}) = 0.00, X = 0.00, Y = 0.00$



$Z(\text{Max}) = 18.00, X = 2.00, Y = 2.00$



$Z(\text{Max}) = 21.00, X = 3.00, Y = 1.50$

Es posible que la pantalla final no muestre una solución óptima, por ejemplo, cuando es un área no acotada o no exista solución, por eso se debe comprobar con los otros métodos.

#### **Advertencia:**

Todavía pueden haber algunos errores, ya que mi calculadora la tengo desde el 3 de Mayo de 2023 y este es mi primer programa para la HP Prime, también pueden haber errores de redondeo acumulativos debido a la precisión de la calculadora.

#### **Agradecimientos:**

(en ningún orden específico)

Edwin Córdoba por su programa VigaG y por la ayuda para poder hacer funcionar la Aplicación en el emulador (para los que tengan el mismo problema, hay que correr el emulador con compatibilidad de Windows 8).

#### **Responsabilidad**

No me responsabilizo de los posibles daños que este programa pueda causar a nivel de datos ni a nivel físico en su calculadora.

## Comentarios o sugerencias

Ing. Carlos Navarro Cera

Ingeniero Industrial Universidad del Atlántico, Barranquilla - Colombia

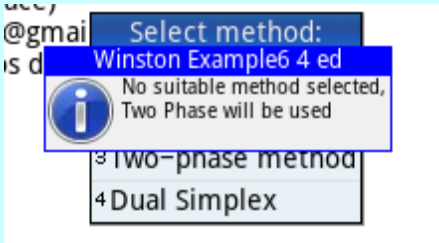
[carnace@gmail.com](mailto:carnace@gmail.com)

## Versiones:

**1.0** Primera versión del programa (28 junio de 2023).

**1.2** (29/08/2023):

- Se usa ahora un archivo de aplicación (Config.txt) para almacenar la configuración del programa (como el número máximo de iteraciones, etc).
- Se usa ahora un MSGBOX personalizado creado con GROBs:



- Se puede ahora usar el touch panel en la tablas simplex:

Phase 1 Tableau 1 [Winston Example6 4 ed]

	X1	X2	X3	X4	s1	s2	s3
1	407.0000	208.0000	155.0000	509.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000
2	400.0000	200.0000	150.0000	500.0000	-1.0000	0.0000	0.0000
3	3.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
4	2.0000	2.0000	4.0000	4.0000	0.0000	0.0000	-1.0000
5	2.0000	4.0000	1.0000	5.0000	0.0000	0.0000	0.0000

scrolling with touch screen

General configuration 16:11

Epsilon: 0.000000001

Max Iterations: 100

Xmin: -0.5

Ymin: -0.5

Labels on Axes ☒

X Tick (Gr... 1 Auto X Tick (Graph Meth.) ☒

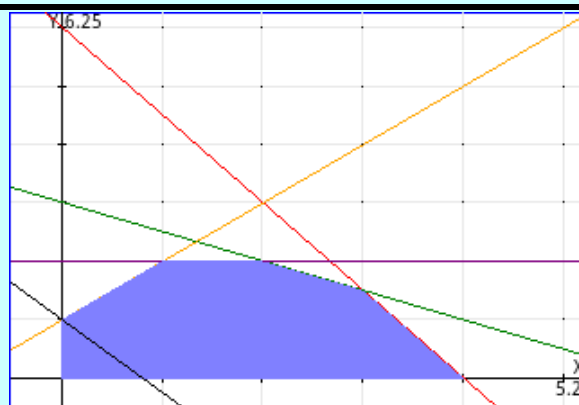
Y Tick (Gr... 1 Auto Y Tick (Graph Meth.) ☒

Enter the limit of E for the conversion to 0

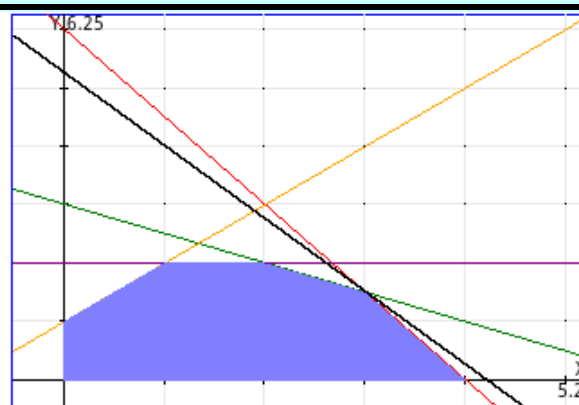
Edit Page 1/2 Cancel OK

- Nuevo Cuadro de diálogo de configuración:
- Mejora el método gráfico al mostrar cuadrícula:





Z(Max)= 4.00, X=0.00 Y=1.00



Z(Max)=21.00 X=3.00 Y=1.50

### 1.3 (02/10/2023):

- Se mejora la visualización en Modo Oscuro:

HP Tora Simplex Method

Problem title: Reddy Mikks

Maximize: ☒

Minimize: ☐

Nbr. of Variables: 2

No. of Constraints: 4

No. decimals: 2

Show as fraction: ☐

blem name

dit

Calculating...55.52% Lines: 162 TT: 6

Phase 2 Tableau 9 (optimum) [Ejemplo 2.4-7]

s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	SOLUTION
0.000	6.700	7.200	8.100	0.000	0.000	2.15e-12	875000.0
0.000	-10.000	-7.187	-8.125	0.000	0.312	0.312	459375.0
1.000	-2.000	-0.875	-1.250	0.000	0.125	0.125	23750.00
0.000	11.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	550000.0
0.000	0.000	0.562	0.000	0.000	0.062	0.000	16875.00
0.000	0.000	0.000	0.375	0.000	0.000	0.063	15000.00
0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50000.00
0.000	0.000	0.437	0.000	0.000	-0.063	0.000	13125.00
0.000	0.000	0.000	0.625	0.000	0.000	-0.063	25000.00

Summary Solution

Title: Ejemplo 2.4-7

Final iteration No.: 9

Final state: (optimum)

Objective value (Max) = 875000.000

s1 = 459375.000

s2 = 875000.000

s3 = 16875.000

s4 = 15000.000

s5 = 50000.000

s6 = 13125.000

s7 = 25000.000

s8 = 25000.000

Alternative solution detected

The next iteration will generate the alternative tableau

Enter X1

leave s6

HP Tora Simplex Method

Problem title: Ejemplo 2.4-7

Maximize: ☒

Minimize: ☐

Nbr. of Variables: 6

No. of Constraints: 8

No. decimals: 3

Show as fraction: ☐

Problem name

Edit

Cancel

OK

Calculating...55.52% Lines: 162 TT: 6

Phase 2 Tableau 10 Alternative sol. [Ejemplo 2.4-7]

s3	s4	s5	s6	s7	s8	SOLUTION	
0.000	6.700	7.200	8.100	-1.3e-12	0.000	2.15e-12	875000.0
0.000	-6.562	-7.187	-8.125	0.313	0.312	0.312	631250.0
0.000	-0.625	-0.875	-1.250	0.125	0.125	0.125	92500.00
0.000	0.687	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	34375.00
0.000	0.000	0.562	0.000	0.000	0.062	0.000	16875.00
0.000	0.000	0.000	0.375	0.000	0.000	0.063	15000.00
0.000	0.312	0.000	0.000	-0.063	0.000	0.000	15625.00
0.000	0.000	0.437	0.000	0.000	-0.063	0.000	13125.00
0.000	0.000	0.000	0.625	0.000	0.000	-0.063	25000.00

Summary Solution

Title: Ejemplo 2.4-7

Final iteration No.: 10

Final state: Alternative sol.

Objective value (Max) = 875000.000

s1 = 631250.000

s2 = 92500.000

s3 = 34375.000

s4 = 16875.000

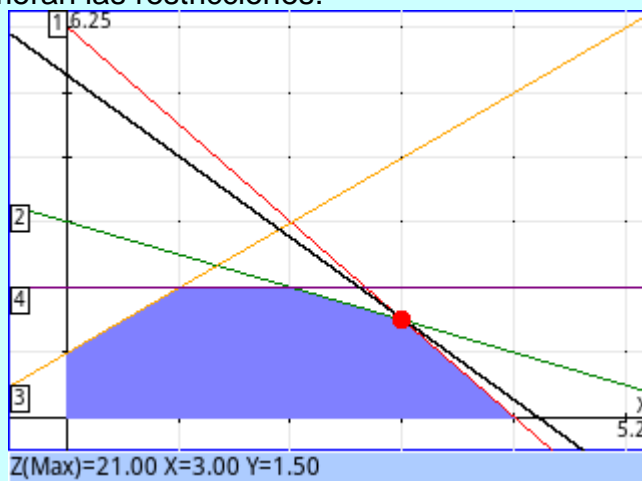
s5 = 15000.000

s6 = 15625.000

s7 = 13125.000

s8 = 25000.000

En el método gráfico ahora se muestra el valor objetivo en un círculo rojo. Además que se numeran las restricciones:



Z(Max)=21.00 X=3.00 Y=1.50

### 1.4 (31/01/2025)

- Pruebas lexicográficas fueron adicionadas (Prawda Juan, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. Vol 1. Métodos determinísticos. México: Limusa. 2004. p. 122-126) 11/08/2024

**Limitaciones:**

- Pueden haber errores de redondeo.
- En el método de la Gran M se pueden tener resultados confusos al seleccionar un “M grande no adecuado”, por eso no se utiliza demasiado este método en computadores y en su lugar se suele usar el de Dos Fases.
- Este programa es netamente académico, por lo que no es un programa comercial para ser distribuido con algún pago. **Este programa es gratuito.**
- Espero revisar los bugs y ampliar las capacidades del programa con otras características.

**Bibliografía**

Taha, Hamdy A. (2017) Investigación de Operaciones. 10ª ed. Pearson.