

# cross 1.1

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS PARA ESTRUCTURAS POR  
EL MÉTODO ITERATIVO APROXIMADO DE HARDY CROSS PARA LA

## TEXAS INSTRUMENTS 92 PLUS.

por

José Manuel Gómez Vega

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

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

### ÍNDICE

- [1. Historia y origen de Cross 1.1](#)
- [2. Tipo de Calculadora, instalación](#)
- [3. ¿Qué hace Cross 1.1?](#)
- [4. Problema resuelto con Cross 1.1](#)
- [5. El autor de Cross 1.1](#)

[Anterior](#)

***1. Historia y origen de Cross 1.1***

[Siguiente](#)

El motivo de la realización de este programa se debe a que realizar el método de Cross a mano puede resultar tedioso, aparte que me resultó un poco difícil de asimilar el método, entre otras causas debido a que algunos autores resolvían los problemas de Cross poniendo unas rayas al lado de la estructura que dificultaban la asimilación. Lo mejor es hacerlo mediante una tabla, que es como lo hace este programa. Al buscar en Internet sobre programas hechos para la TI 92 plus encontré un programa llamado Cross de Germán Flores Jarquín, el cual calcula los momentos perfectamente; sin embargo mi programa ofrece mayor versatilidad, pues había algunos asuntos que mejorar. No obstante, el programa de Germán está protegido contra escritura (y también contra lectura), por lo que no he podido ver su código; este programa está escrito enteramente por su autor, José Manuel Gómez Vega.

[Anterior](#)

## 2. Tipo de Calculadora, instalación.

[Siguiente](#)

### Instalación

Después de instalar, no hay que mover, renombrar o borrar ninguno de los 5 programas que integran Cross 1.1. Si se omite esta advertencia puede que los programas operen de forma extraña o no lo hagan indicando errores. Use TI GraphLink o TI Connect para transferir los ficheros a la calculadora (preferentemente TI Connect, pues envía los programas archivados siempre). Los ficheros se envían automáticamente a la carpeta *Cross*. Se recomienda crear una carpeta nueva con *Newfold* nombre de carpeta, por ejemplo, *Newfold Cross10* para el problema 10 y de esa forma tendremos dos ventajas:

- 1) Podremos borrar directamente las variables cuando estén en memoria sin confundir con las variables que haya en *Cross*.
- 2) Podremos tener varios problemas simultáneamente en memoria y abrir el problema que se quiera cada vez, sin necesidad de introducir los datos.

Para borrar los datos, simplemente se borra la carpeta. Para eso se iría a 2nd + Var-Link y desde allí se borraría, siguiendo las instrucciones del manual de la calculadora.

### Tipo Calculadora y S.O

El programa se ha realizado para la Texas Instruments 92 Plus. Aunque no lo he probado, debe valer igualmente para la Voyage 200 pues no existen diferencias salvo en recursos de memoria. Sin embargo, para la Texas Instruments 89 no debe funcionar por problemas de dimensión de ancho y alto de columnas en funciones Text, Disp, Output, etc y graficado de funciones que habría que modificar para hacerlo compatible.

Lo he probado en sistemas operativos AMS 2.05, 2.08 y 2.09 sin problemas de cuelgues o fallos. Los archivos cuando se instalan en la calculadora están archivados. De esta forma, si se envían a la calculadora mediante TI Connect o TI Graph Link, van preparados para ejecutarse con rapidez, ocupando poca memoria. Si se usa el emulador y se envía, se cargan pero con la protección Lock (¡pero sin archivar!), por lo que los programas correrán más despacio. Para evitar esto, incluyo el archivo Cross.sav que es un estado del emulador Vti 2.5 Beta. Si se carga mediante Load State Image, se tiene el programa cargado en el emulador directamente, sin necesidad de nada más.

### Protección

Dado que existe una gran proliferación a la protección de programas por otros autores en el área de Estructuras y además como quizás piense hacer mi proyecto Fin de Carrera en este campo (tengo escritos muchos programas, pero no publicados, precisamente por este motivo), he decidido proteger todos mis programas en esta área con el programa **Protector 92+ v1.0 (Beta)** de C Prgm Software, cuya página web es: <http://cprgmsw.rietta.com>, y su correo: [tistuff@cprgmsw.hypermart.net](mailto:tistuff@cprgmsw.hypermart.net). Se encuentra también en: [www.ticalc.org](http://www.ticalc.org) sección DOS.

Por ello, una vez introducidos en la calculadora los programas, es preciso realizar un reset, mediante 2nd+Lock (Hand)+On, siempre que los programas estén archivados. Este Reset produce en la memoria el borrado de todo aquel dato o programa que no este archivado (no vale protección Lock), por lo que habrá que efectuarse una copia de seguridad de los datos en el ordenador y/o archivar todo.

Si no se procede como se ha descrito el mensaje "Internal Error", aparecerá si se intenta editar el programa o se intenta ejecutar. No vale el procedimiento de Reset a través de *Mem*.

### Contenido carpeta Cross92P

**La carpeta Cross92P contiene todos los archivos agrupados antes de enviarse a la calculadora.**

**Carpeta de programas y funciones en calculadora: cross\**

**Programa principal:** cross() (ejecutado llama a los demás programas y funciones involucrados).

**Tipo Archivos:** Programas y Funciones (en TI Basic).

**Materia:** Colección de funciones y programas de Ingeniería Mecánica, área de Estructuras.

**Ejecución programa principal:** cross\cross() (desde cualquier carpeta).

**Otras carpetas:** No.

**Archivos necesarios** (se incorporan todos en el archivo de instalación):

**La carpeta cross\ debe contener los 5 siguientes programas :** cross, crosscor, decimef, deciauto, decicl

**Todas las variables creadas pueden borrarse una vez que se ha calculado un problema. Para borrar las variables no se ha dispuesto de programa borrador; se borran manualmente con Var-Link.**

### Breve descripción funciones y programas

**cross\cross() - Programa principal, ejecuta el Método de Momentos distribuidos de Cross.**

**Tipo archivo:** Programa

**Sintaxis:** cross\cross()

**Objetivo:** Disponer en una tabla de los momentos distribuidos de Cross, de acuerdo a un grado de aproximación, en un modo decimal (que puede cambiarse fácilmente).

**cross\crosscor() - Subprograma interno sin ejecución propia, subordinado a Cross.**

**Tipo archivo:** Programa

**Sintaxis:** se ejecuta internamente con cross()

**Objetivo:** Subprograma que permite corregir datos de la tabla de una forma fácil y cómoda.

**cross\decimef() - Menú decimales**

**Tipo archivo:** Programa

**Sintaxis:** cross\decimef()

**Objetivo:** Cambia los modos decimales y de presentación numérica de una forma sencilla. Puede usarse fuera del programa cross().

**cross\deci() - Muestra los decimales según decimef().**

**Tipo archivo:** Programa

**Sintaxis:** cross\deci()

**Objetivo:** Efectúa los cambios en los modos decimales que hizo decimef().

**cross\deciauto() - Muestra los decimales según modo estándar.**

**Tipo archivo:** Programa

**Sintaxis:** cross\deciauto()

**Objetivo:** Muestra modo decimal estándar: modo: AUTO, dígitos FLOAT, formato exponencial: NORMAL.

### Garantía

El autor no se responsabiliza de cualquier tipo de error o problema que se pueda derivar con la ejecución del grupo de programas de Cross(), pues no tiene garantía de ningún tipo. Este programa no es de licencia libre y tiene copyright contra copia y manipulación y está prohibida su copia. El autor (José Manuel Gómez Vega) es propietario de todas las subrutinas y programas que componen Cross().

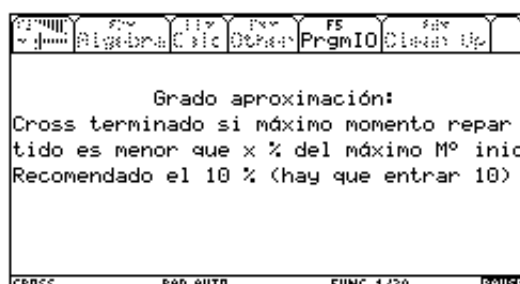
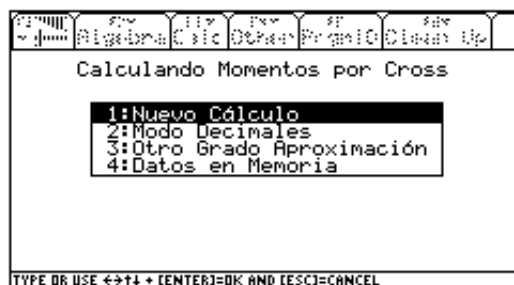
[Anterior](#)**3. ¿Qué hace Cross 1.1?**[Siguiente](#)**BREVE DESCRIPCIÓN. PROBLEMAS QUE RESUELVE**

Cross 1.1 permite calcular los momentos distribuidos en nodos en una estructura reticulada mediante el método iterativo de distribución de Hardy Cross, que es un procedimiento clásico y aproximado, ya que actualmente se usan otros procesos de cálculo como los matriciales o métodos de elementos finitos. Se permite realizar una aproximación marcando un grado del mismo (en porcentaje) que se define de la siguiente forma: **"la iteración del método termina si el máximo momento repartido es menor que x % del máximo momento inicial de los tomados"**. Esta idea me surgió al observar los problemas del libro "Cálculo de Estructuras", de José Alberto Corchero Rubio. Este autor, por ejemplo, considera una buena aproximación el 10 %, y he comprobado que así resulta en sus cálculos, por lo que es lo que recomiendo para el programa. No obstante, se puede hacer la aproximación que se desee; lógicamente cuanto más pequeño sea el valor del porcentaje mayor será el número de iteraciones, pero también mayor el tiempo de cálculo. Este programa permite realizar algunas funcionalidades que permiten dotarlo de gran versatilidad y flexibilidad, como:

- 1) Permite calcular **momentos simbólicos** (únicamente si se nombran m, m1 y m2). El cálculo normal es numérico.
- 2) Permite la introducción de **momentos externos de la estructura, aplicados en los nodos**. Se deben introducir con signo contrario a cómo están realmente (debido a que cuentan así por el desequilibrio). La introducción de datos de momentos externos es diferente a la de momentos iniciales.
- 3) Permite operar con nudos correlativos o alternos y con letras o números. Por ejemplo, nudos: A, E, F, G, M. Esto sirve para definir un problema exactamente a como está enunciado y que no existan errores de mala interpretación.
- 4) Los cálculos de los momentos se hacen de dos formas: la manera normal y la forma aproximada que solo modifica las barras que tienen empotramientos, mediante la fórmula  $M1 = M2^\circ + c12 * (M2 - M2^\circ)$ , donde 1 es el nudo empotrado y 2 el del otro extremo de la barra y el símbolo  $^\circ$  hace referencia a los momentos de empotramiento, y c12 es el coeficiente de transmisión de 1 a 2.
- 5) Permite modificar algún dato que esté mal de una forma muy cómoda, recalculando todo al instante.
- 6) Permite **variar el formato de dígitos, los decimales, una vez calculados** los momentos de una forma rápida.
- 7) Permite elegir entre múltiples presentaciones por si la matriz de cálculos es muy grande para poderse manejar.

En definitiva, el programa Cross 1.1 presente mejora muy mucho cualquier programa visto sobre este tema, además que permite una mayor sencillez de introducción y corrección de los datos frente a lo visto en otros programas.

Se puede decir que es un programa "paso a paso" también pues muestra todas las iteraciones llevadas a cabo antes de ofrecer los resultados de los momentos finales.

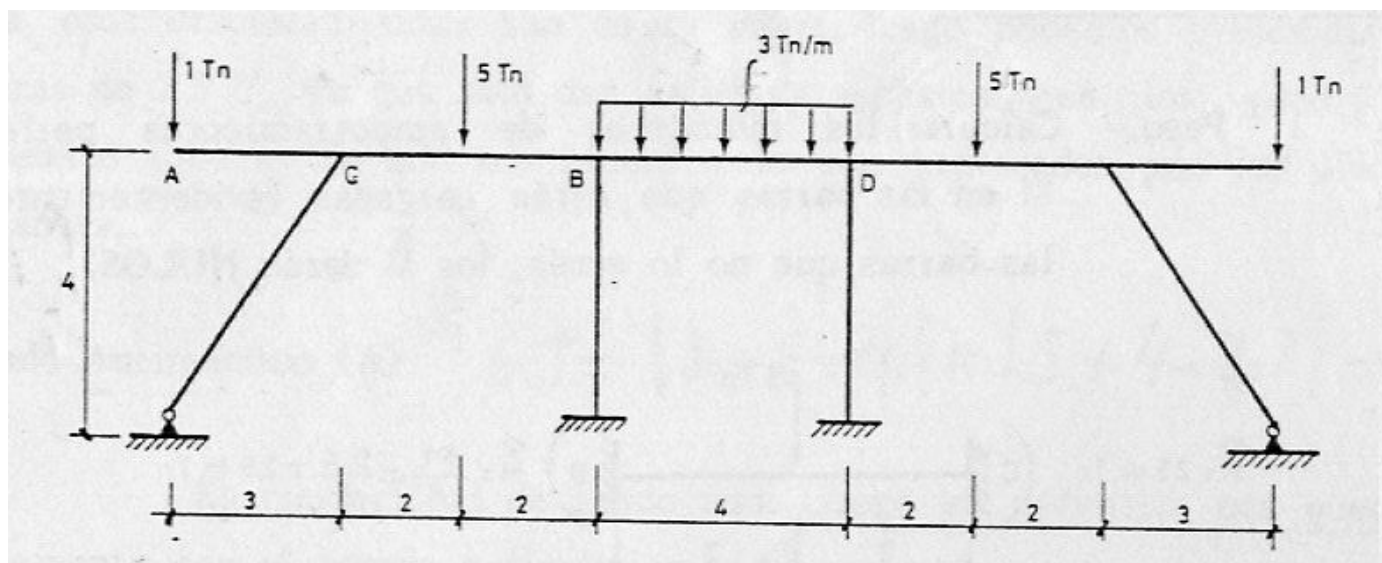
**MENÚS**

[Anterior](#)**4. Problema resuelto con Cross 1.1.**[Siguiente](#)

“Cálculo de estructuras. Resolución práctica”, de José Alberto Corchero Rubio  
(Colegio Ingenieros Caminos Canales y Puertos, Colección Escuelas UPM).

## **Problema 2 de Estructuras Reticuladas.**

**Dada la estructura:**



**Calcular los momentos distribuidos aplicando el método de Cross.**

1º) Se quitan las ménsulas y aparecen:

-en nudo C: un momento antihorario de  $3\text{ m}\cdot\text{Tn}$  y una carga puntual hacia debajo de  $1\text{ Tn}$ .

-en el otro nudo extremal simétrico aparecen las mismas cargas, pero este nudo no interesa porque la estructura se cortará por simetría.

2º) Las cargas verticales anteriores en los nudos solo producen esfuerzos axiales (axiles); para calcular momentos se suprimen (para otros cálculos no).

3º) Se calculan los momentos de empotramiento en las barras cargadas, pues en las que no están son nulos. Para ello se toman las barras con biempotramiento. Se obtienen:

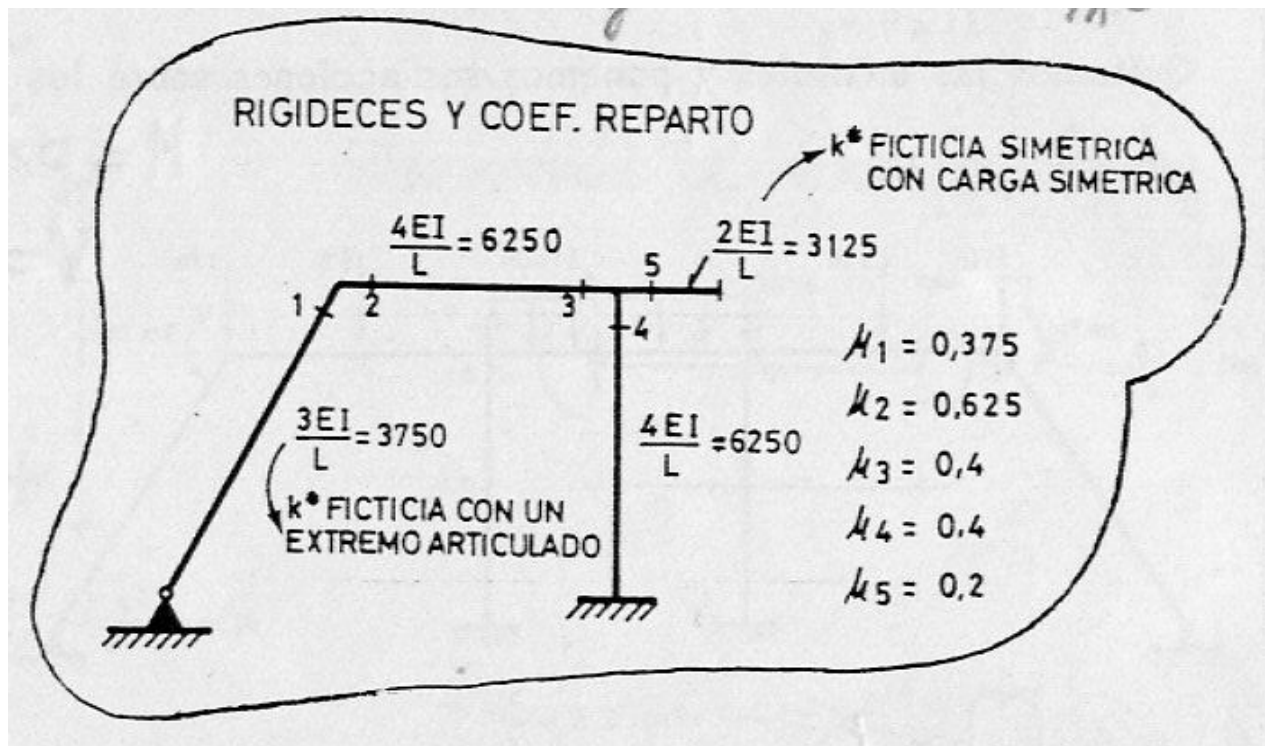
-Barra CB:  $M^o = 2,5\text{ m}\cdot\text{Tn}$

-Barra BD:  $M^o = 4\text{ m}\cdot\text{Tn}$

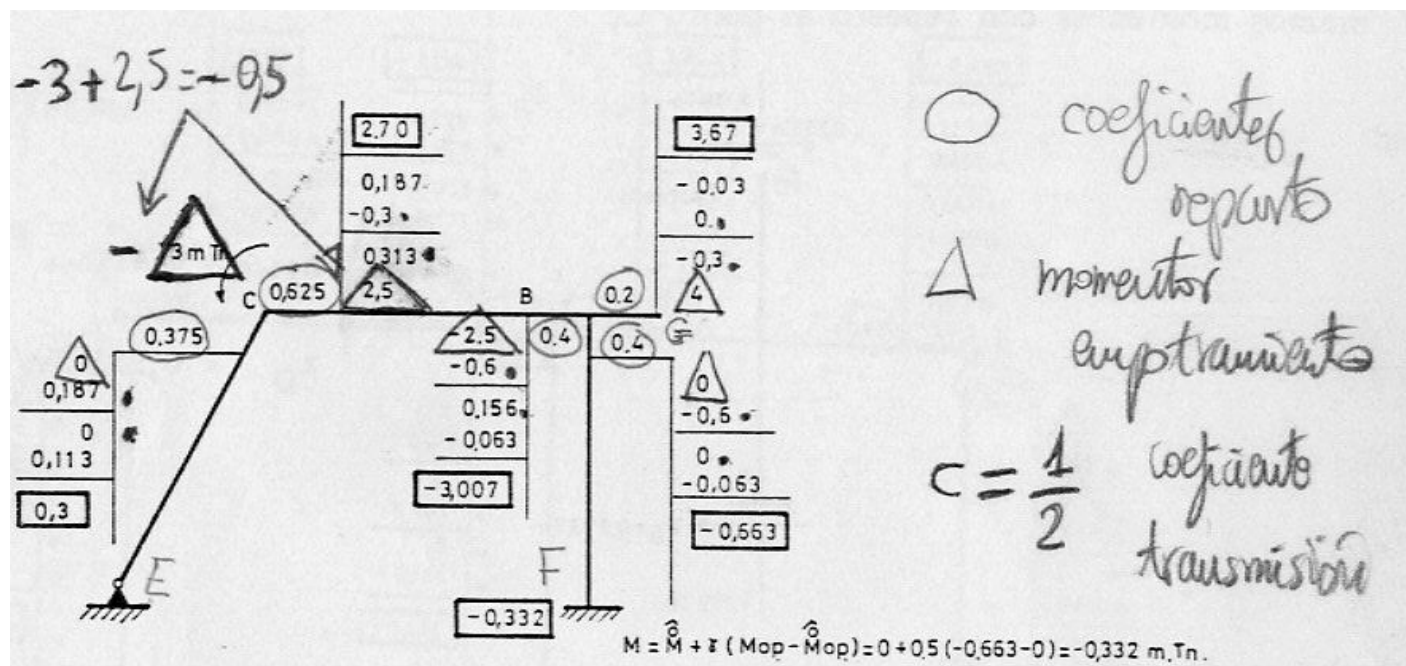
El momento externo se aplica en el nudo C para la barra CB y vale  $3\text{ m}\cdot\text{Tn}$  (sentido antihorario), pero al ponerlo en el Cross habrá que invertirlo y poner  $-3\text{ m}\cdot\text{Tm}$ . Nótese que podría haberse tomado para la barra CE, también.

4º) Rigideces de las barras y repartos:  $E.I = 2000000 \cdot (0,3 \cdot 0,5^3)/12 = 6250 \text{ Tn.m}^2$

Por simetría nos quedamos con una parte de la estructura:



Los resultados de Cross serán:



## Obtención de los resultados tabulados mediante Cross 1.1:

Calculo Momentos Empotramiento por Cross

Nº Miembros ? : 4

Nº Nudos ? : 5

Grado aproximación ? : 10

Nudos en orden secuencial NO→

Enter=OK ESC=CANCEL

USE ← AND → TO OPEN CHOICES

1:Nudos en Números

2:Nudos en Letras

CROSS RAD AUTO FUNC 1/30

En este caso se resuelve un problema donde los nudos están en letras y además sin orden correlativo. De ahí la importancia de tener esta opción el programa pues al renombrar puede haber errores.

Letra de Nudo 1º

e

CROSS RAD AUTO FUNC 1/30

Nudos: (e,c,b,f,g)

Nudos en Miembro 1

Nudo Inicial ? e→

Nudo Final ?

1:e

2:c

3:b

4:f

5:g

Enter=OK CANCEL

CROSS RAD AUTO FUNC 1/30

Nudo b conecta con... (4,3,2)

1:Otra Conexión mismo Nudo

2:Pasas a otro Nudo

3>Error en Nudo actual

CROSS RAD AUTO FUNC 1/30

Barras

[bc bf bg cb ce ec fb gb]

1:Seguir

2:Volver a empezar

TYPE OR USE ←+1 + (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL

Llegado aquí aparecen las barras o elementos de la estructura. Si hay errores, habrá que retomar los cálculos.

Reportes en Miembro bc

VALOR REPARTO  $\mu$  ? : 0.4

(Si es apoyo art. o emp.  $\rightarrow \mu=0$ )

COEF. TRANSMISIÓN c ? : 1/2

(Transmisión nula si hay articulación)

MOMENTO INICIAL  $M_i$  ? : -2.5

MOMENTO EXTERNO  $M_e$  ? : 0

( $M_e$   $\rightarrow$  signo contrario al real)

Enter=OK ESC=CANCEL

CROSS RAD AUTO FUNC 4/30

Reportes en Miembro cb

VALOR REPARTO  $\mu$  ? : 0.625

(Si es apoyo art. o emp.  $\rightarrow \mu=0$ )

COEF. TRANSMISIÓN c ? : 1/2

(Transmisión nula si hay articulación)

MOMENTO INICIAL  $M_i$  ? : 2.5

MOMENTO EXTERNO  $M_e$  ? : -3

( $M_e$   $\rightarrow$  signo contrario al real)

Enter=OK ESC=CANCEL

TYPE + (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL

El valor del reparto será nulo si es un apoyo articulado, uno empotrado o es un nudo de una barra cortada por simetrías en la parte del corte.

La transmisión es nula si hay articulación o si el nudo es de una barra cortada en la parte del corte. Si existe momento externo se tomará el signo contrario al que tiene en la estructura.

Reportes en Miembro ec

VALOR REPARTO  $\mu$  ? : 0

(Si es apoyo art. o emp.  $\rightarrow \mu=0$ )

COEF. TRANSMISIÓN c ? : 0

(Transmisión nula si hay articulación)

MOMENTO INICIAL  $M_i$  ? : 0

MOMENTO EXTERNO  $M_e$  ? : 0

( $M_e$   $\rightarrow$  signo contrario al real)

Enter=OK ESC=CANCEL

CROSS RAD AUTO FUNC 4/30

1:Seguir

2:Mostrar Datos

3:Corregir Datos

4:Nuevo Cálculo

TYPE OR USE ←+1 + (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL



	Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
DATOS ALMACENADOS					
"Barras"	bc	bf	bg	cb	ce
"Repartos"	.4	.4	.2	.625	.37
"Coef Transm"	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
"M°Externo"	0	0	0	-3	0
"M°Inicial"	-2.5	0	4	2.5	0
CROSS	RAD AUTO	FUNC 4/20	PAUSE		

	Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up		
DATOS ALMACENADOS							
bc	bf	bg	cb	ce	ec	fb	gb
.4	.4	.2	.625	.375	0	0	0
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0	1/2	1/2
0	0	0	-3	0	0	0	0
-2.5	0	4	2.5	0	0	0	0
CROSS	RAD AUTO		FUNC 4/20		PAUSE		

Se muestran los datos almacenados. Obsérvese cómo erróneamente se ha puesto en la barra gb como coeficiente de transmisión 1/2. Luego posteriormente el programa puede corregir valores y recalcular, como así se hizo.

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
PROCESANDO CROSS				
Espere, por favor...				
CROSS	RAD AUTO	FUNC 4/20	BUSY	

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
1:Ver datos por si están mal 2:Otro Modo Decimal 3:Otro Grado Aproximación 4:Mostrar Matriz Datos 5:Mostrar Datos por Iteraciones 6:Aproximación Empotramientos 7:Salir				
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL				

Se muestra el menú general de resultados y luego el menú de mostrar datos por iteraciones.

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
1:Datos 2:Iteración 3:Resultados Finales 4:Volver Menú				
CROSS	RAD APPROX	FUNC 4/20		

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
1:1 2:2 3:3 4:4 5:5 6:6 7:7 8:8 9:9 0:0 10:10 11:11 12:12				
Momentos Distr N° Iteración Enter=OK ESC=CANCEL				
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL				

Se muestra la 2ª iteración. De esta forma se ven los datos mejor que con la opción mostrar matriz de datos.

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
ITERACIÓN N° 2				
"Barras"	bc	bf	bg	cb
"M Deseq 2"	-.063	-.063	-.031	.188
"M Repart 2"	"_"	"_"	"_"	"_"
CROSS	RAD APPROX	FUNC 4/20	PAUSE	

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
1:Ver datos por si están mal 2:Otro Modo Decimal 3:Otro Grado Aproximación 4:Mostrar Matriz Datos 5:Mostrar Datos por Iteraciones 6:Aproximación Empotramientos 7:Salir				
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL				

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up
Aproximación para empotramientos Se usa la fórmula: $M1=M2^{\circ}+c12(M2-M2^{\circ})$ , donde 1 es apoyo empotrado				
CROSS	RAD APPROX	FUNC 5/20	PAUSE	

Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clean Up	
.000	3.000	0.000	0.000	0.000	0.000
.000	2.500	0.000	0.000	0.000	0.000
.300	.313	.188	0.000	0.000	0.000
.000	-.300	0.000	0.000	0.000	0.000
.031	.188	.113	0.000	0.000	0.000
"	"	"	"	"	"
.669	2.700	.300	0.000	-.331	0.000
g	cb	ce	ec	fb	gb
CROSS	RAD APPROX	FUNC 5/20	PAUSE		

La aproximación por empotramientos es una idea surgida del método de resolución del autor de este problema. Emplea la fórmula de la pantalla de arriba para calcular los momentos en los apoyos con empotramiento, en lugar de emplear el método general. Este programa ofrece los dos resultados. Obsérvese como el momento final vale -0,331 (con la aproximación para empotramientos) mientras que de la forma general da -0,300. En el libro se obtuvo -0,332, aunque aquí se redondea al final, por lo que es más exacto. Los cálculos efectuados con el programa son a nivel de cálculo más exactos pues arrastran todos los decimales.



Algebra	Cálculo	Otras	Programa	Clean Up
0.000	3.000	0.000	0.000	0.000
0.000	2.500	0.000	0.000	0.000
0.300	.313	.188	0.000	0.000
0.000	-.300	0.000	0.000	-.300
0.031	.188	.113	0.000	0.000
0.669	2.700	.300	0.000	-.300
g	cb	ce	ec	fb
CROSS	RAD APPROX	FUNC 5/30	PAUSE	

Algebra	Cálculo	Otras	Programa	Clean Up
MATRIZ DE DATOS				
"Barras"	bc	bf	bg	cb
"Repartos"	.400	.400	.200	.62
"Coef Transm"	.500	.500	.500	.50
"M° Externo"	0.000	0.000	0.000	-3.
"M° Inicial"	-2.500	0.000	4.000	2.5
CROSS	RAD APPROX	FUNC 5/30	PAUSE	

Algebra	Cálculo	Otras	Programa	Clean Up
MOMENTOS FINALES				
"Barras"	bc	bf	bg	cb
"M° Total"	-3.006	-.663	3.669	2.700
CROSS	RAD APPROX	FUNC 5/30	PAUSE	

Cambio de datos que estan mal	
Indique la barra y la variable para corregir el valor	
Barra ? cb→	
Variable a cambiar ?	1:Repartos 2:Coef Transm 3:M° Externo 4:M° Inicial
Enter=OK	
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL	

Es muy fácil corregir datos, una vez introducidos y recalcularlos nuevamente (con el nivel de aproximación que se quiera cada vez).

Algebra	Cálculo	Otras	Programa	Clean Up
En la barra cb el valor de "Coef Transm" es .500				
1:Cambiar Valor 2:Otro Valor (Este No)				
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL				

Algebra	Cálculo	Otras	Programa	Clean Up
DATOS ALMACENADOS				
"Barras"	bc	bf	bg	cb
"Repartos"	1:Recalcular Cross	200	.62	
"Coef Tra"	2:Datos siguen mal	500	.50	
"M° Externo"	3:Volver Menú	0.000	0.000	-3.
"M° Inicial"		-2.500	0.000	4.000
TYPE OR USE ←+1+ (ENTER)=OK AND (ESC)=CANCEL				

[Anterior](#)

5. El autor de Cross 1.1.

[Ir al Principio](#)

Soy estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, especialidad Mecánica de Máquinas por la U.N.E.D (Universidad Nacional de Educación a Distancia), universidad a distancia española. Simultaneo estudios con trabajo (tengo 35 años) y desde hace casi tres años descubrí esta calculadora. Llevo más de un año de experiencia como programador, partiendo de cero, aunque ya conocía la estructura del Basic. No he podido hasta ahora publicar ningún programa, debido a la falta de tiempo, sobre todo, para hacer manuales.

Estoy *enfrascado* en varios proyectos importantes en el área de Cálculo de Estructuras que me absorben la mayor parte del tiempo que dedico a la programación. Me gustaría que este programa (Cross 1.1) fuera útil y libre de errores (bugs). Espero que este programa sea útil y provechoso para estudiantes de estos temas.

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

[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.

[Inicio](#)
[Manejo Cross 1.1](#)
[Problema Resuelto](#)