PROBLEMAS DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS RESUELTOS CON EL PROGRAMA

ANESMEF v. 1.1

PROBLEMA Nº 1.

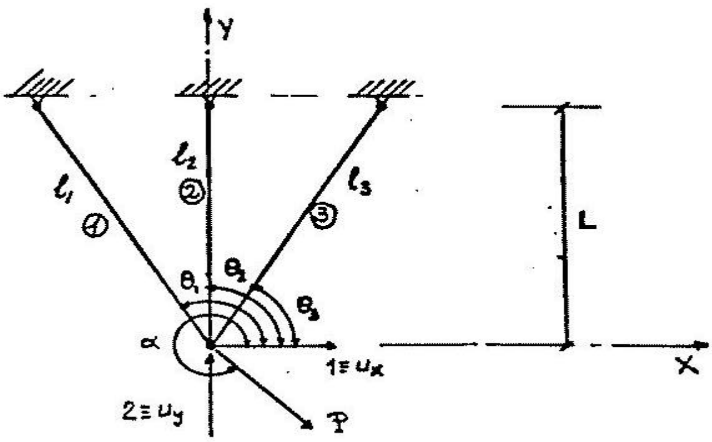
Ejemplo de la página 49 de los apuntes "Notas de teoría de estructuras", del 1er parcial de Análisis de Estructuras. Métodos Numéricos, 4º curso de la ETS Ingenieros Industriales de la UNED.

En la estructura de la figura se pide calcular los desplazamientos.

Los datos son:

Ángulos: $q_1 = 120º$, $q_2 = 90º$, $q_3 = 60º$, $a = 315º$. Secciones: $a_1 = a_2 = a_3 = a$.

Carga: P = 1 (N). Longitudes: $l_2 = l$, $l_1 = l_3$.

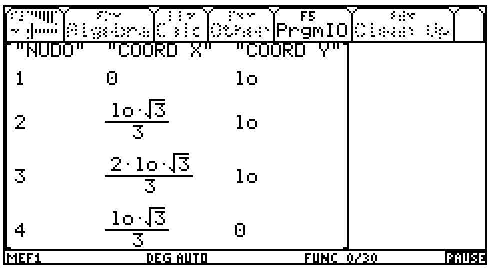


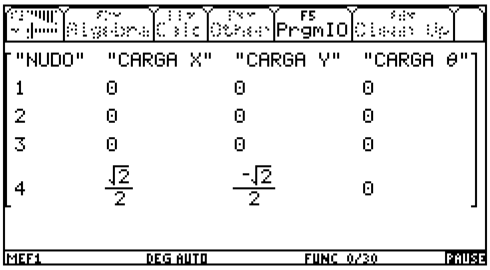
Solución con Anesmef.

Este problema presenta una mezcla de datos simbólicos y numéricos. Empezamos definiendo las coordenadas de los nudos. Anesmef calcula perfectamente problemas con datos simbólicos. No obstante, el valor simbólico debe ser puro para denominarlo como las variables genéricas E, A, L, etc. Este problema presenta la particularidad de que por ejemplo $l_1 = \frac{l_2}{\cos(30)} = \frac{2\sqrt{3}\cdot L}{3}$, (no es seno sino coseno) , pero L es una variable genérica, por lo que no la podremos usar debido a lo mencionado y habrá que hacer un cambio de variable. Tomaremos L_0 en lugar de L.

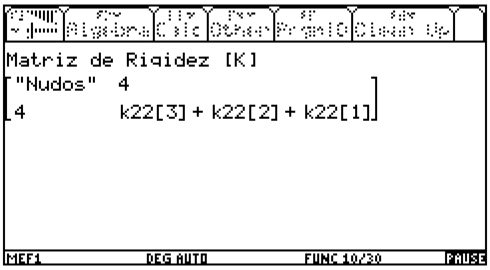
Este problema se desarrolló mediante los métodos clásicos. Aquí se resolverá por el método matricial de Anesmef.

Para el desarrollo de la introducción de datos, léase el manual de Anesmef. Antes que nada se calculan manualmente los nudos y se descompone la carga en el nudo 4 según los ejes. Los datos introducidos al respecto son:



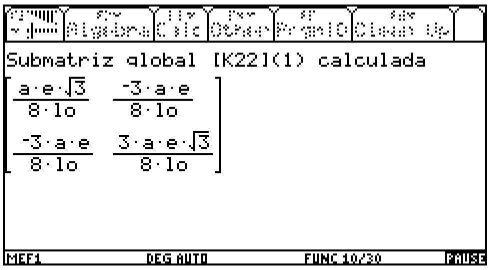


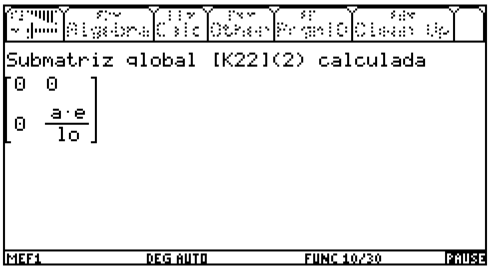
La matriz de rigidez simbólica (en desplazamientos) es fácil de determinar a mano pues únicamente hay desplazamientos en el nudo 4 y según las conexiones entre elementos se llega a:

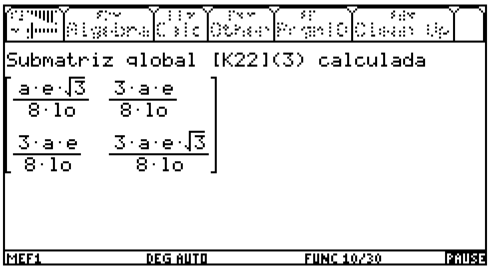


donde se recuerda que dicha matriz simbólica la calcula también el programa.

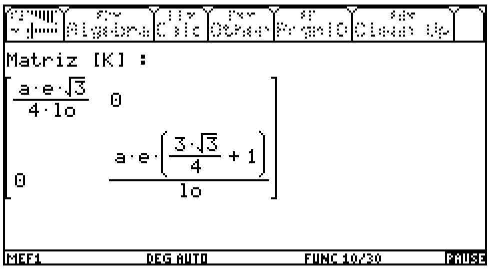
Las submatrices globales calculadas necesarias para la matiz de rigidez son:





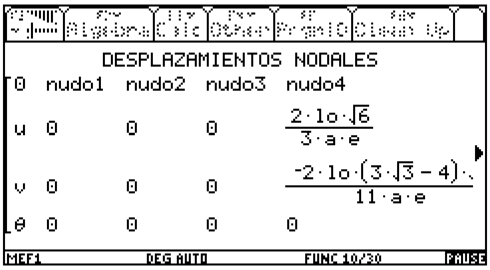


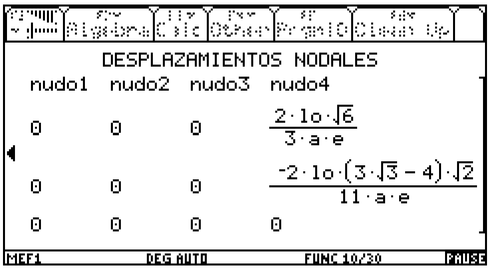
La matriz de rigidez (que en este caso ya está triangularizada) es:



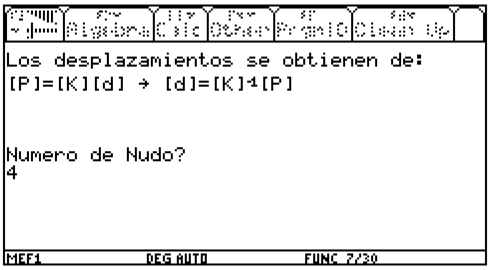
El vector de cargas es:

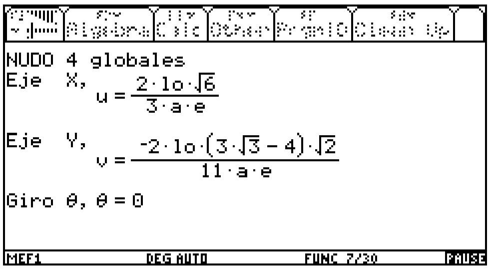
Finalmente, los desplazamientos aplicando la ecuación, son:





que se han hallado mediante la matriz de desplazamientos. Podemos obtener el resultado en el nudo deseado (4º), sabiendo que son resultados globales (así serán si no son nudos con apoyo inclinado).





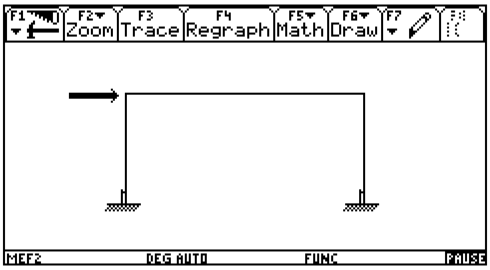
$$\underline{u} = \frac{L}{aE}\begin{Bmatrix} \dfrac{2\sqrt{6}}{3} \\ -\dfrac{2\sqrt{2}}{4+3\sqrt{3}} \end{Bmatrix}$$

El resultado para v_4 no da diferente según el problema de las hojas, sino que la calculadora ofrece el resultado sin el radical en el denominador multiplicando por el conjugado de dicha expresión, como se puede comprobar fácilmente haciendo dicha operación.

PROBLEMA Nº 2.

Ejercicio nº 2 de la 1ª parte del libro "Teoría General del MEF", de Juan José Benito y Ramón Álvarez, ETSII- UNED, página I.22.

Obtener los desplazamientos en los puntos A y B de la estructura de la figura.

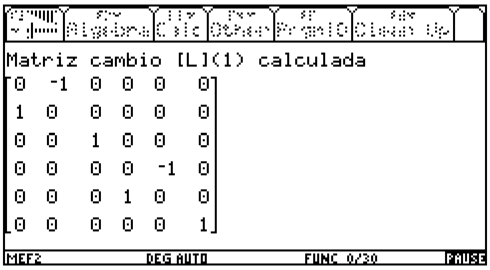


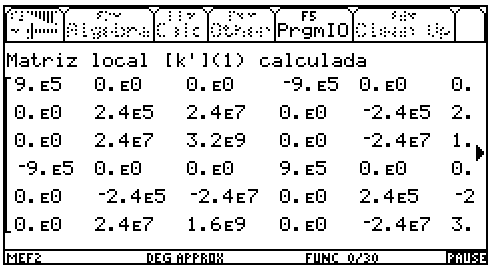
Área de las barras: A = 900 cm^2 ; inercia de las barras: I = 800.000 cm^4 ; módulo de elasticidad del material: E = 200.000 kg / cm^2 ; carga aplicada: F = 10.000 Kg ; longitud AB = 3 m ; altura base apoyos a dintel : 2 m.

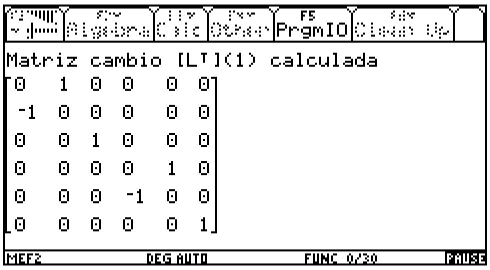
Solución con Anesmef.

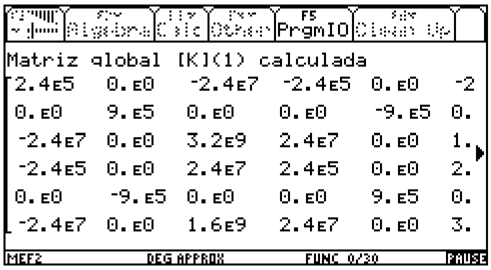
Renombremos los nudos, de izquierda a derecha y de abajo a arriba, como 1,2,3,4, por lo que el nudo A será el 2 mientras que el B el 3. Los 3 elementos serán en el mismo orden antedicho, con conexiones entre nudos: 1 > 2, 2 > 3, 3 > 4.

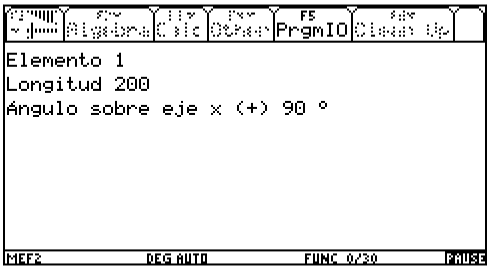
Ejemplo de presentación de Matrices para la barra 1.

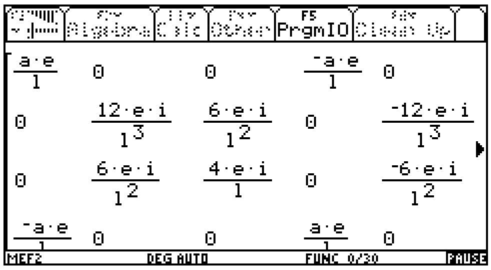




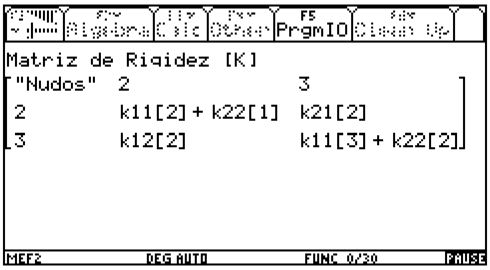


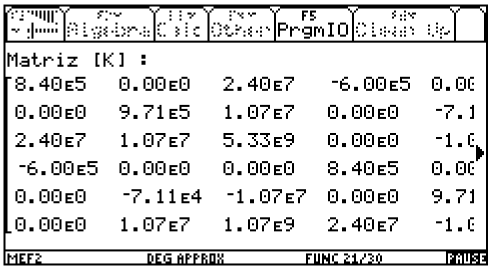




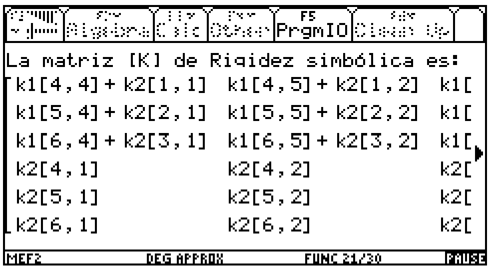


Se omiten las presentaciones para los elementos restantes. Busquemos la matriz de rigidez simbólica y la calculada.

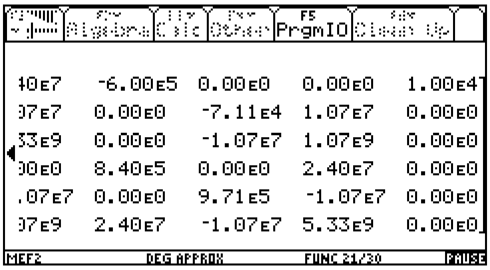


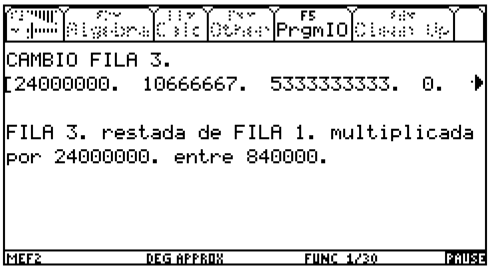


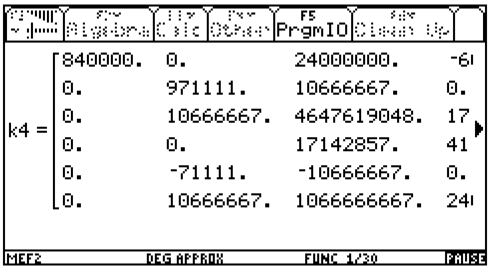
Como aclaración complementaria, puede servir la matriz de los elementos que integran dicha matriz de rigidez.

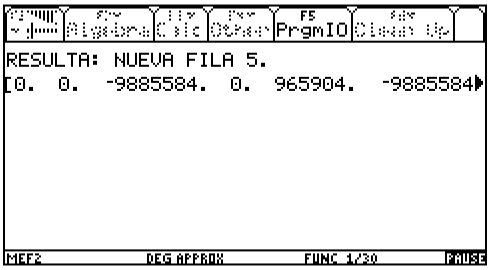


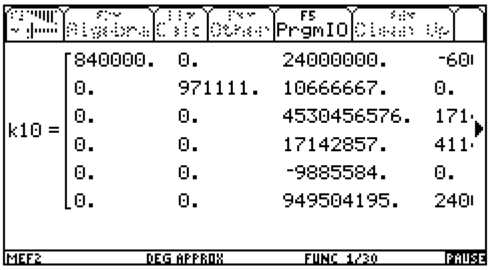
Desarrollo paso a paso de los desplazamientos partiendo de la matriz de rigidez y del vector de cargas. La 1ª pantalla es la matriz de rigidez ampliada con el vector de cargas. Se triangulariza inferiormente dicha matriz y se resuelven las ecuaciones. Se han intercalado varias pantallas.

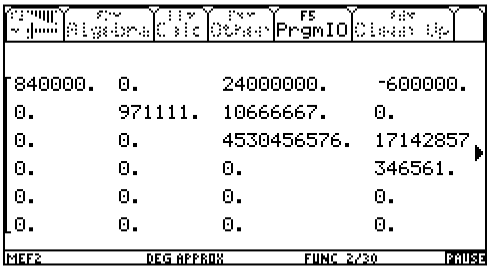


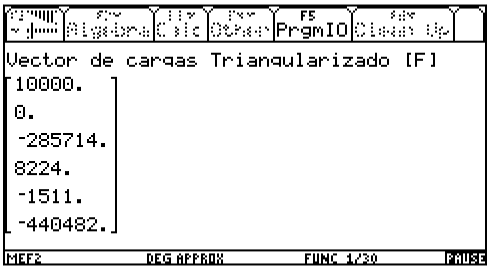


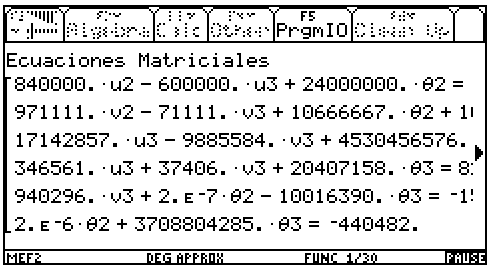




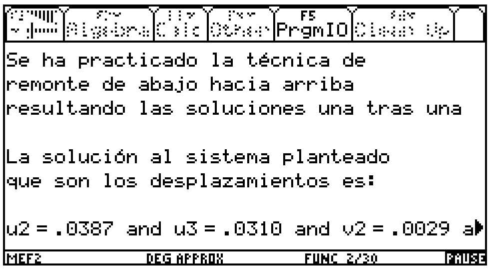


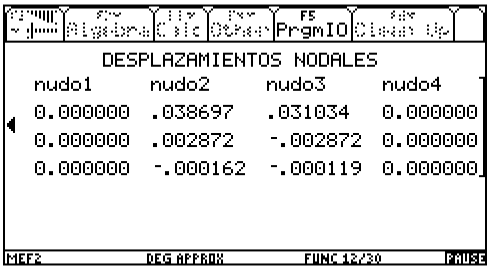




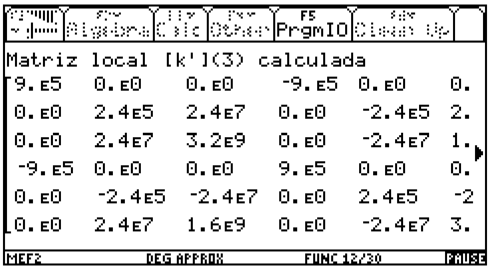


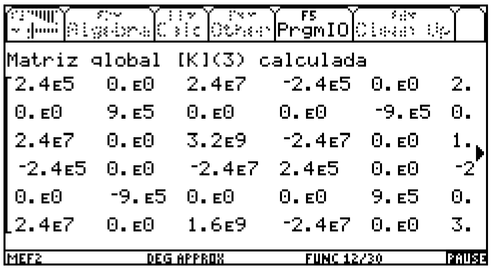
Presentación final de la matriz de desplazamientos. Como se ve, la presentación de decimales y formato de presentación puede ser la que se quiera, y prueba de ello es la mezcla que se ha hecho en este ejemplo con varios formatos.





Finalmente, especificar dos errores de este problema encontrados en el libro. El elemento de la matriz de rigidez local 3 en la fila 6ª, columna 3ª no es 1.6 E7, sino 1.6 E9. Igualmente el elemento de la matriz de rigidez global 3 en la columna 4ª, fila 4ª hay que cambiar de 2.4 E 7 a 2.4 E5, y en la fila 6ª de la misma columna pasaría de 2.4 E7 a -2.4 E7, tal como muestran las pantallas siguientes, en formato de presentación decimal parecido al empleado en el libro.

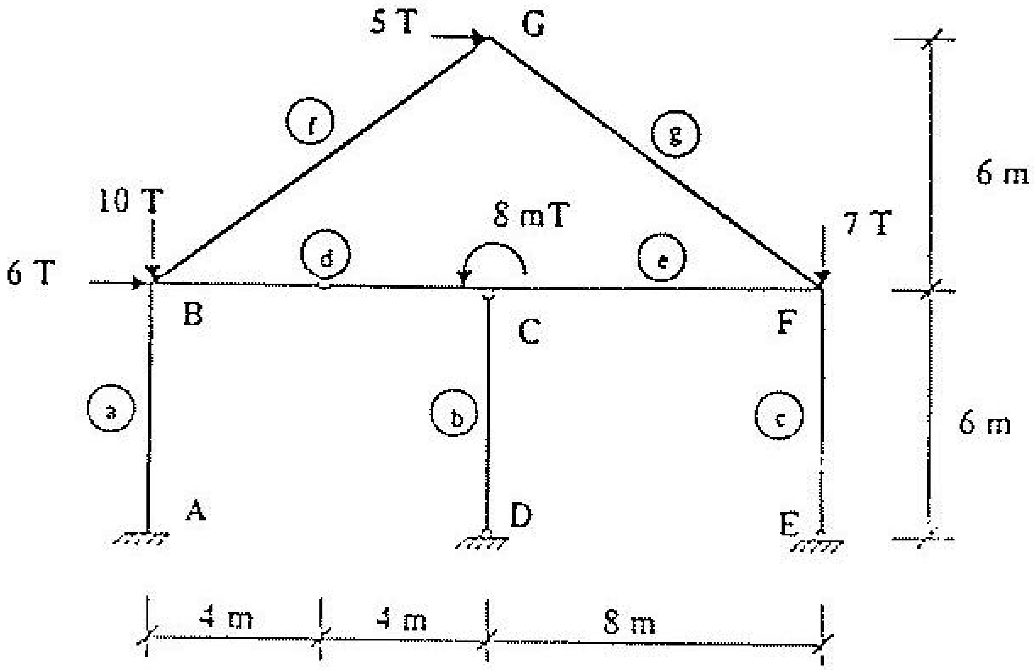




PROBLEMA Nº 3.

Problema nº 5 de los ejercicios de la 1ª parte del libro "Teoría General del MEF", de Juan José Benito y Ramón Álvarez, ETSII- UNED, y también hoja nº 95 de problemas del 2º parcial enviado por profesores de Análisis de Estructuras.

Plantear la ecuación P=K*d para la obtención de los movimientos en todos los nudos, para la estructura reticulada plana que se indica en la figura.



Datos para todas las barras:

Sección constante A = 0,30 * 0,50 m^2 ; módulo elasticidad E = 2,0*10^6 T/m^2