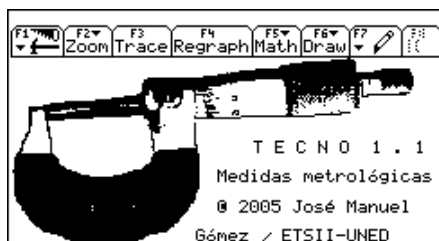


# Tecno 1.1

## MEDIDAS METROLÓGICAS CON VALORES DE INCERTIDUMBRE PARTIENDO DE MEDIDAS DE INSTRUMENTOS Y DE CALIBRACIÓN,

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 de Tecno 1.1](#)

[2. Tipo de Calculadora, instalación](#)

[3. ¿Qué hace Tecno 1.1 ?](#)

[4. Problema resuelto con Tecno 1.1](#)

[5. Filtros de robustez de Tecno 1.1.](#)

[6. El autor de Tecno 1.1](#)

Se trata de un programa que calcula las medidas metrológicas de acuerdo a medidas tomadas de instrumentos y de aparatos de calibración. No hay versiones previas. He numerado versión 1.1 pues es muy consistente aunque sea la primera versión pública.

## Instalación

La instalación genera en la calculadora la carpeta *Tecno* que contiene el programa *Tecno*. *Tecno* es el único programa de cálculo mientras que existe un gráfico en formato .pic, micro, que sirve para ilustrar la pantalla de presentación del programa. Usa TI GraphLink o TI Connect para transferir el programa a la calculadora. Puede llamarse desde la carpeta *Tecno*, directamente con *tecno* (), o bien desde cualquier otra con *tecno\tecno* (). Las variables de datos en memoria se borran sólo si se sale de forma normal con la opción del menú salir.

## 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 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. 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 se usa el emulador y se envía, se cargan pero con la protección Lock (¡pero sin archivar!), por lo que el programa correrá más despacio. Se recomienda realizar *Unlock tecno* que desbloquea el programa, y seguidamente cargar dicho programa (en la carpeta *tecno*), mediante *tecno*(). Seguidamente pulsar ON y esperar hasta que pasen unos segundos hasta que el programa haga BREAK. Acto seguido se archiva el programa con *Archive tecno*(). De esta forma se consigue que dicho programa arranque automáticamente cuando se le llame con *tecno*(). Se recuerda que el C.A.S de la TI no diferencia entre mayúsculas y minúsculas por lo que *Tecno* (), *tecno* () y *TeCnO* () son idénticas formas de llamar al programa.

## Breve descripción programas

**tecno\tecno()** - Programa que calcula las medidas metrológicas (media e incertidumbre) ajustada según datos de medidas por instrumentos y medidas de calibración de los aparatos de medida.

**Tipo archivo:** Programa Ti Basic

**Sintaxis:** *tecno\tecno* () (desde cualquier carpeta)

**Objetivo:** Presentar en pantalla mediante cálculo todas las variables implicadas en los cálculos metrológicos..

## Garantía

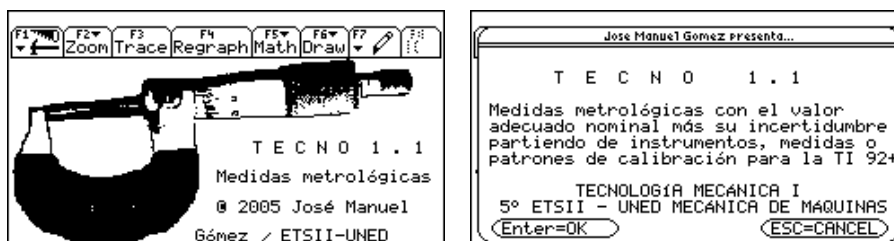
El autor no se responsabiliza de cualquier tipo de error o problema que se pueda derivar con la ejecución de *Tecno*(), pues no tiene garantía de ningún tipo. Este programa es de licencia libre; puede difundirse, mejorarse, alterarse, copiarse, etc, citando la referencia del autor. Si se modifica el programa rogaría se me comunicase, para así estar al tanto de la evolución de *Tecno* 1.1.

Tecno es un programa que permite presentar en pantalla todos los resultados de un cálculo metrológico. Pueden tomarse varios puntos de calibración y dentro de los mismos varias medidas de calibración; igualmente vale para calcular resultados sobre varios puntos de medida de instrumentos, con o sin repetición cada uno de ellos. Para realizar los cálculos me he basado en el libro "Fundamentos de Metrología" de Sánchez Pérez, A.M.. Sección de Publicaciones de la ETS Ingenieros Industriales de la UPM, Madrid, 1999. Allí se explicita el método simplificado de cálculo de las medidas metrológicas. El programa es útil para encontrar la medida proporcionada por un instrumento y su incertidumbre asociada, tal y como se describe en dicho libro. Como la presentación de resultados en pantalla incluye las ecuaciones asociadas a cada valor, se irán indicando dichas operaciones a medida que vayamos describiendo un problema resuelto.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS MENÚS.

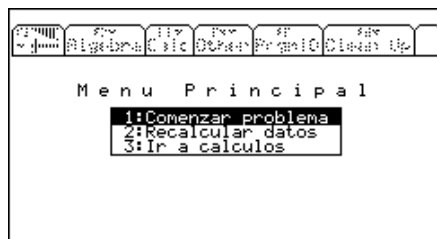
Nada más arrancar el programa ofrece las siguientes pantallas:

#### MENÚ de PRESENTACIÓN



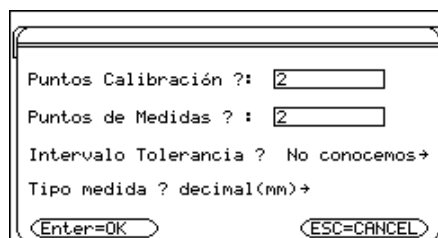
#### MENÚ PRINCIPAL

El menú principal consta de 3 selecciones: **1:Comenzar problema**, **2: Recalcular datos**, **3:Ir a cálculos**. Comenzaremos con un nuevo problema por lo que pulsaremos o seleccionaremos 1.



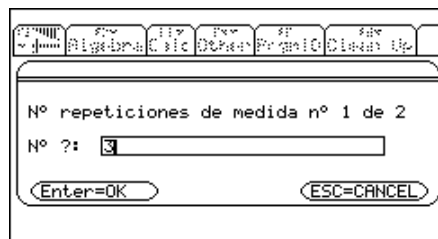
#### MENÚ de SELECCIÓN DE PUNTOS

A continuación seleccionamos los puntos, tanto de calibración como de medidas, si conocemos o no el intervalo de tolerancia y el tipo de medidas (decimal en mm y sexagesimal en grados, minutos y segundos).

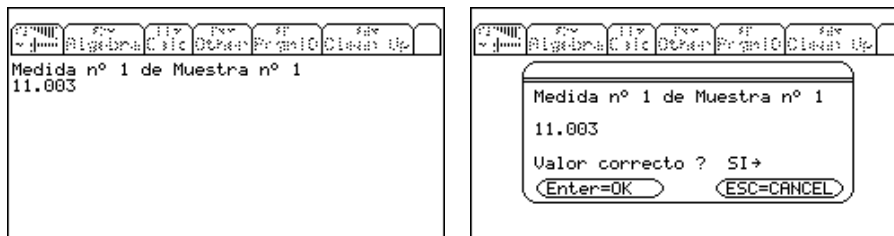


#### DIFERENTES PANTALLAS del MENÚ de MEDIDAS

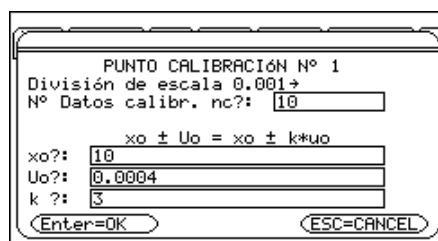
A continuación se introducen las medidas para cada una de las "muestras" o puntos de medida. En caso de que no existiera repetibilidad, deberemos introducir en la pantalla siguiente en "Nº repeticiones de medida ?", el valor 1. En el caso presente se ha supuesto 3 repeticiones para la "muestra" de medida nº 1 de 2 que hay.



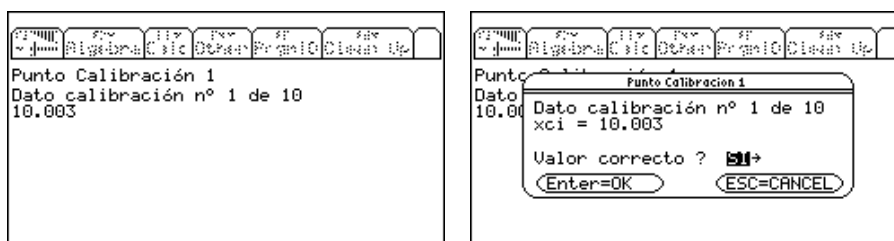
A continuación introduciríamos los valores de las medidas. Además tenemos oportunidad de corregir cada valor una vez introducido.



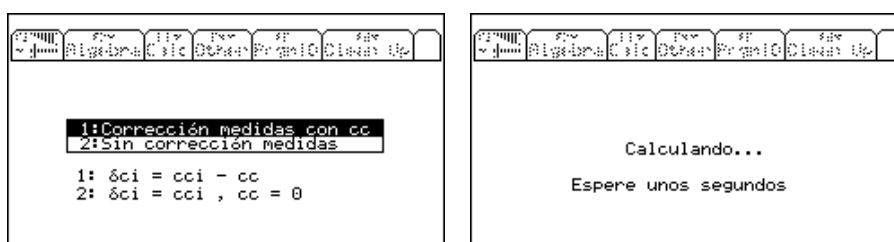
Una vez terminado de introducir todos los datos de las medidas se pasa a definir los puntos de calibración: división de escala (unidad decimal para el cálculo del punto, independiente uno de otro), datos de calibración: nº datos del punto,  $x_o$ : medida del patrón calibración,  $U_o$ : incertidumbre del patrón,  $k$ : factor recubrimiento.



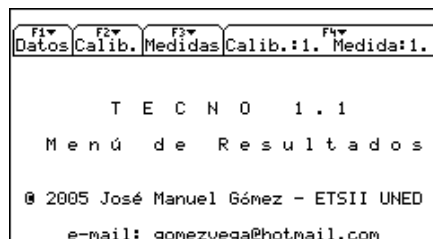
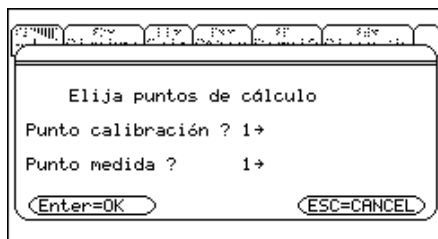
Al igual que para las medidas tenemos la introducción de datos para los datos de los puntos de calibración, que permiten también su corrección instantánea.



Una vez introducidos todos estos datos, se llega a la pantalla de selección de modo de cálculo, que lo hará según: **1: Corrección medidas con cc y 2: Sin corrección medidas**. En el primer caso, la corrección se hará con la corrección global  $cc$  para las medidas, y en el segundo caso, no se corregirán las medidas. Hay que aclarar que la corrección global  $cc$  existirá si hay más de un punto de calibración, pues en caso contrario dará igual seleccionar un caso u otro, pues el cálculo será idéntico. Sin embargo, para varios puntos de calibración, sí es efectivo este modo de cálculo.



A continuación se nos pide un punto de calibración y un punto de medida inicial, que podrá ser cambiado posteriormente. Aparece el Menú de resultados donde se puede seleccionar todos los cálculos del programa y que vamos a describir a continuación.



La Barra de menús del Menú Resultados ofrece las siguientes selecciones:

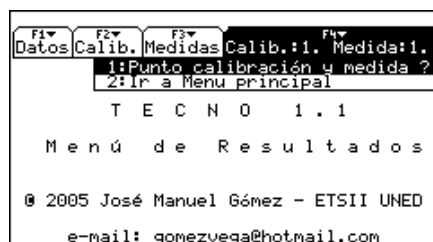
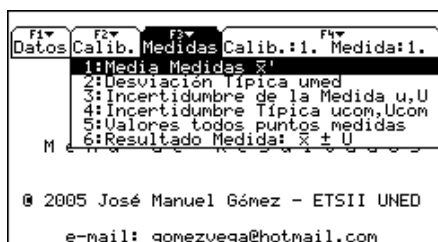
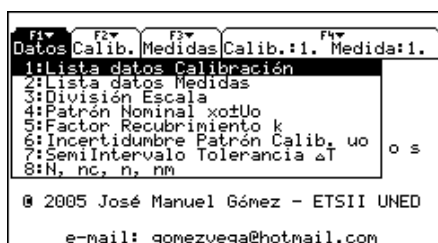
**F1 Datos:** A través de este submenú se obtienen todos los datos introducidos.

**F2 Calib.:** Se dan todos los cálculos de la calibración.

**F3 Medidas:** Se ofrecen los cálculos de las medidas.

**F4 Calib.: i. Medida: j:** Muestra en pantalla el punto de calibración y de medida actual, permite cambiar dichos puntos y permite redireccionar a otras partes e incluso salir del programa.

El detalle de estos menús no es necesario describir, pues queda reflejado en las imágenes de las pantallas siguientes. No obstante, a continuación describiremos un problema resuelto, en el que se detallará cada uno de los cálculos.



**PRUEBA PERSONAL DE “TECNOLOGÍA MECÁNICA I” (105236)****2ª Prueba Personal, Mayo de 2004****Primera Semana**

Duración: 2 horas

Se permite la utilización de material de consulta y el empleo de calculadora.

**Ejercicio 1 (5 puntos)**

En un taller de fabricación se dispone de dos micrómetros milésimales (micrómetro 1 y micrómetro 2) y se procede a la medición del diámetro de una pieza con tres replicas, obteniéndose:

Micrómetro 1:	11,003	11,001	11,001
Micrómetro 2:	11,002	11,002	11,003

Por su parte las respectivas calibraciones de ambos instrumentos, sobre un patrón de  $10 \pm 0,0004$  mm, han producido los siguientes valores:

Micrómetro 1:	10,003	10,002	10,003	10,003	10,005
	10,002	10,004	10,004	10,005	10,004
Micrómetro 2:	9,999	10,002	10,003	10,003	10,000
	10,002	9,998	10,000	10,001	10,004

- Se pide:
- Expresar el resultado de la medida del diámetro de la pieza que se obtiene con cada uno de dichos instrumentos.
  - Indicar con cuál de ellos el resultado de la medida tiene mayor precisión y por qué (justificar la respuesta dada).

Nota: En todos los casos se considerará un factor de recubrimiento de valor 3.

Se trata de un problema aparecido en un examen de años anteriores de la asignatura "Tecnología Mecánica I", de ingenieros industriales de la Uned.

Los datos introducidos anteriormente sirven para ilustrar este problema, por lo que nos situamos ya en el Menú de Resultados. No parece necesaria la aportación de ningún comentario particular a las pantallas que aparecen en secuencia.

Comenzamos por comprobar los datos del cálculo.

F1▼ F2▼ F3▼ F4▼  
**Datos Calib. Medidas Calib.:1. Medida:1.**  
1:Lista datos Calibración  
2:Lista datos Medidas  
3:División Escala  
4:Patrón Nominal xotUo  
5:Factor Recubrimiento k  
6:Incertidumbre Patrón Calib. uo  
7:SemiIntervalo Tolerancia ΔT  
8:N, nc, n, nm  
  
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED  
e-mail: gomezvega@hotmail.com

F5 F6 F7 F8 F9  
Algebra Calc Stats PrgmIO Clear Up  
Nº puntos calibración ncj  
ncj = 10.  
  
Nº puntos distintos calibración N  
N = 2.  
  
La lista de puntos de calibración es:  
(10.003 10.002 10.002 10.004 10.00)

En la lista pulsaríamos en las flechas de la calculadora para correr el desplazamiento y permitir verla en su totalidad.

F1▼ F2▼ F3▼ F4▼  
**Datos Calib. Medidas Calib.:1. Medida:1.**  
1:Lista datos Calibración  
2:Lista datos Medidas  
3:División Escala  
4:Patrón Nominal xotUo  
5:Factor Recubrimiento k  
6:Incertidumbre Patrón Calib. uo  
7:SemiIntervalo Tolerancia ΔT  
8:N, nc, n, nm  
  
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED  
e-mail: gomezvega@hotmail.com

F5 F6 F7 F8 F9  
Algebra Calc Stats PrgmIO Clear Up  
Nº puntos medida nj  
nj = 3.  
  
Nº puntos distintos medida n  
n = 2.  
  
La lista de medición es:  
(11.003 11.001 11.001)

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
División de escala $D = e^{-3}$					

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Patrón nominal $x_0 \pm U_0 = 10. \pm 4.e^{-4}$					

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Factor Recubrimiento K $K = 3.$					

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Incertidumbre Patrón Calibración $u_0$ $u_0 = U_0 / k$ $u_0 = 1.333333333333e^{-4}$					

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ Al no haberse elegido ningún valor para $\Delta T$ se toma el valor $U_0$ correspondiente del certificado de calibración $\Delta T = 4.e^{-4}$					

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Lista datos Calibración 2:Lista datos Medidas 3:División Escala 4:Patrón Nominal $x_0 \pm U_0$ 5:Factor Recubrimiento k 6:Incertidumbre Patrón Calib. $u_0$ 7:Semiintervalo Tolerancia $\Delta T$ 8:N, $n_c$ , n, $n_m$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Nº puntos calibración: N = 2. Nº medidas calib. punto 1. : $n_c = 10.$ Nº puntos medida: n = 2. Nº medidas repetidas punto 1. : $n_m = 3.$					

Vamos a empezar los cálculos de la calibración; sólo veremos el proceso para el punto 1.

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib.	Medidas	Calib.:1. Medida:1.
1:Media Calibración $\bar{x}_c$ 2:Corrección Calibración $cc_1$ 3:Corrección Global $cc$ 4:Corrección Residual $\delta c_1$ 5:Variabilidad indicaciones $sc^2$ 6:Desviación típica $sc$ 7:Incert. Correc. Calibr. $u_c, U_c$ 8:Incert. Correc. Calib. Global $U_c$ 9:Valores todos puntos calibrac. © 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1	F2	F3	F4	F5	F6
Algebra	Calc	Other	PrmIO	Clear	Up
Media calibración $\bar{x}_c$ $\bar{x}_c = (1/n_{c1}) * \sum(x_{c1})$ $\bar{x}_c = 10.0035$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Corrección calibración cci					
$cci = x_{ci} - \bar{x}_c$					
$cci = -.0035$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Corrección global cc					
$cc = (1/N) * \sum(cci)$					
$cc = -.00235$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Corrección residual $\delta ci$					
$\delta ci = cci - cc$					
$\delta c = -.00115$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Variabilidad indicaciones $sc^2$					
$sc^2 = [1/(n_{ci}-1)] * \sum(x_{ci} - \bar{x}_c)^2$					
$sc^2 = 1.1666666667E-6$					
En la ecuación de u se usa $sc^2/nc$					
$sc^2/nc = 1.1666666667E-7$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Desviación típica de calibración sc					
$sc = \sqrt{[1/(n_{ci}-1)] * \sum(x_{ci} - \bar{x}_c)^2}$					
$sc = .00108012345$					

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Incertidumbre corrección calibración uc					
$uc^2 = uoi^2 + (sc^2/nc) + (\delta ci^2/9)$					
$uc^2 = 2.8138888889E-7$					
$uc = 5.30461015428E-4$					
Incertidumbre expandida correc. calib.Uc					
$Uc = k * uc$					
$Uc = .001591383046$					

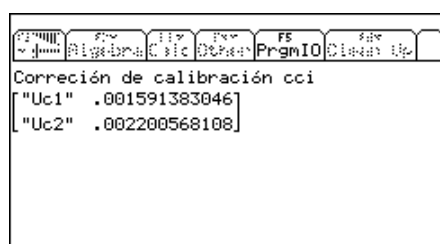
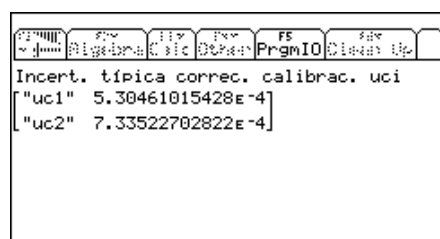
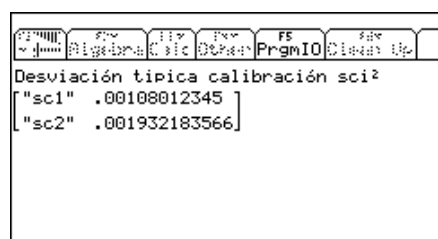
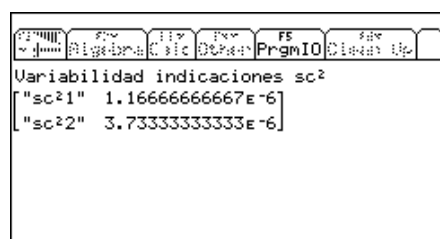
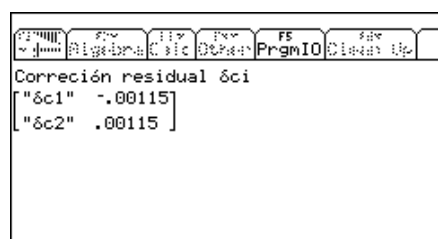
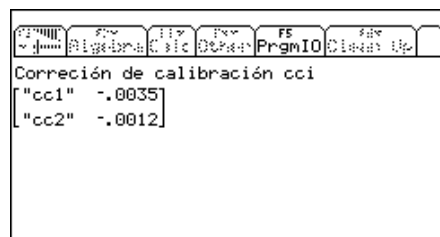
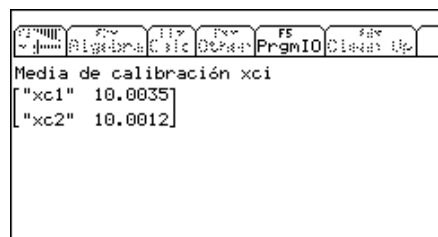
F1▼	F2▼	F3▼	F4▼
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
		1:Media Calibración $\bar{x}_c$	
		2:Corrección Calibración cci	
		3:Corrección Global cc	
		4:Corrección Residual $\delta ci$	
		5:Variabilidad indicaciones $sc^2$	
		6:Desviación Típica sc	
		7:Incert.Correc.Calibr. uc, Uc	
		8:Incert.Correc.Calib.Global Uc	
		9:Valores todos puntos calibrac.	
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED			
e-mail: gomezvega@hotmail.com			

F1▼	F2▼	F3▼	F4▼	F5	F6
	Algebra	CiC	OTPA	PrgmIO	Clear Up
Incertidumbre calibración global Uc					
$Uc = \max(.001591, .002201)$					
$Uc = .002$					

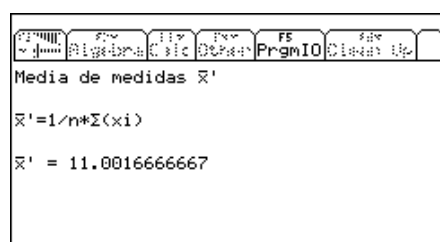
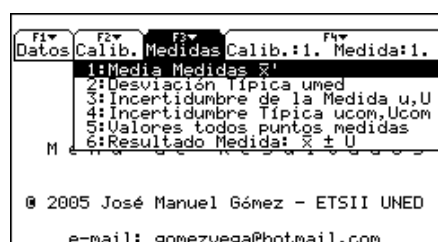
Podemos contemplar cada uno de los datos de los puntos de calibración en una matriz, independientemente del punto de calibración que sea.



Esta es la opción 9 del menú de calibración.



Aquí comenzamos el estudio de las medidas de los instrumentos.



F1	F2	F3	F4
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
1:Media Medidas $\bar{x}$ 2:Desviación típica $u_{med}$ 3:Incertidumbre de la Medida $u, U$ 4:Incertidumbre típica $u_{com}, U_{com}$ 5:Valores todos puntos medidas 6:Resultado Medida: $\bar{x} \pm U$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Desviaciones típicas de las medidas $u_{med}$				
$u_{med} = \sqrt{[1/(n-1)] \cdot \sum (x_i - \bar{x})^2}$ $u_{med} = .001154700538$				
En la ecuación para $u$ , aparece $u_{med}^2/nm$ $u_{med}^2/nm = 4.444444444444e-7$				

Obsérvese que para  $u_{med}$  existe otra fórmula diferente cuando  $n$  es 1, es decir, cuando la medida en el punto es sin repetición. Y también debe observarse que existe una errata en el libro "Fundamentos de Metrología":  $nm$  no divide a la ecuación de  $u_{med}$  de abajo, sino a la expresión al cuadrado de  $u_{med}$  para la incertidumbre de la medida  $u$ , un poco más abajo.

Esta pantalla no pertenece al problema, es sólo para ver la ecuación alternativa de  $u_{med}$ .

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Desviaciones típicas de las medidas $u_{med}$				
$u_{med} = \sqrt{[sc^2 + u_{m2}] = \sqrt{[sc^2 + (1/3) \cdot \Delta T^2]}$ $u_{med} = .700035715756$				
En la ecuación para $u$ , aparece $u_{med}^2/nm$ $u_{med}^2/nm = .490050003333$				

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
1:Media Medidas $\bar{x}$ 2:Desviación típica $u_{med}$ 3:Incertidumbre de la Medida $u, U$ 4:Incertidumbre típica $u_{com}, U_{com}$ 5:Valores todos puntos medidas 6:Resultado Medida: $\bar{x} \pm U$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Incertidumbre de la medida $u$				
$u = \sqrt{[u_{o2} + (sc^2/nc) + (u_{med}^2/nm) + (\delta c^2/9)]}$ $u = 8.51958527942e-4$				
Incertidumbre expandida de la medida $U$				
$U = k \cdot u$ $U = .002555875584$				

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
1:Media Medidas $\bar{x}$ 2:Desviación típica $u_{med}$ 3:Incertidumbre de la Medida $u, U$ 4:Incertidumbre típica $u_{com}, U_{com}$ 5:Valores todos puntos medidas 6:Resultado Medida: $\bar{x} \pm U$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Incertidumbre típica $u_{com}$				
$u_{com} = \sqrt{[u_{o2} + sc^2 \cdot (1/nc + 1/nm) + (\delta c^2/9)]}$ $u_{com} = 8.18704939388e-4$				
Incertidumbre de capacidad óptima de medida $U_{com}$				
$U_{com} = u_{com} \cdot k$ $U_{com} = .002456114818$				

Ahora podremos observar también los resultados para todos los puntos de medidas en cómodas matrices.

F1	F2	F3	F4
Datos	Calib. Medidas	Calib.:1. Medida:1.	
1:Media Medidas $\bar{x}$ 2:Desviación típica $u_{med}$ 3:Incertidumbre de la Medida $u, U$ 4:Incertidumbre típica $u_{com}, U_{com}$ 5:Valores todos puntos medidas 6:Resultado Medida: $\bar{x} \pm U$			
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED e-mail: gomezvega@hotmail.com			

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
1: $\bar{x}$ 2: $u_{med}$ 3: $u$ 4: $U$ 5: $u_{com}$ 6: $U_{com}$				
Elija la variable para todos los puntos de medidas. Saldrá en formato matriz				

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Media de la medida $\bar{x}$				
$[\bar{x}'1 \quad 11.0016666667]$ $[\bar{x}'2 \quad 11.0023333333]$				

Algebra	Clic	Other	PrmIO	Clear Up
Desviaciones típicas medidas $u_{med}$				
$["u_{med}1" \quad .001154700538]$ $["u_{med}2" \quad 5.7735026919e-4]$				

```

Incumbencia de la medida uij
i=punto calibración. i=punto medida
["u11" 8.51958527942E-4 "u12" 6.26498E-4
"u21" 9.9121138008E-4 "u22" 8.05708E-4]

```

```

Incumbencia expandida de la medida Uij
i=punto calibración. i=punto medida
["U11" .002555875584 "U12" .001879494E-4
"U21" .00297363414 "U22" .002417126E-4]

```

```

Incumbencia típica ucom.i
["ucom1" 8.18704939388E-4]
["ucom2" .001335102992]

```

```

Incert. capacidad óptima medida Ucom.i
["Ucom1" .002456114818]
["Ucom2" .004005308977]

```

Se llega al resultado de la medida, calculando la U mediante el máximo de todos los puntos de calibración. Obsérvese que se calcula para todos los puntos de calibración y todos los puntos de medida, conjuntamente, por lo que se engloban los 4 valores (2 de calibración y 2 de medida).

```

F1 Datos F2 Calib. F3 Medidas F4 Calib.:1. Medida:1.
1:Media Medidas x'
2:Desviación Típica uned
3:Incumbencia de la Medida u,U
4:Incumbencia Típica ucom,Ucom
5:Valores todos puntos medidas
6:Resultado Medida: x ± U
M
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED
e-mail: gomezvega@hotmail.com

```

```

Media x : x = x' + cc
x = 10.9993166667

Incumbencia expandida U : U = k * u
U = max(.003,.003,.002,.002) = .003

Resultado de la medida :
x ± U = 10.999 ± .003

```

```

F1 Datos F2 Calib. F3 Medidas F4 Calib.:1. Medida:1.
1:Punto calibración y medida ?
2:Ir a Menu principal
T E C N O 1.1
Menú de Resultados
© 2005 José Manuel Gómez - ETSII UNED
e-mail: gomezvega@hotmail.com

```

```

1:Ir a Menu Principal
2:Continuar Menu Resultados
3:Salir Programa

```

[Anterior](#)

## 5. Filtros de robustez de Tecno 1.1.

[Siguiente](#)

Como ya se refirió, el programa cuenta con filtros que descartan cálculos imposibles o salidas indeseadas por error. Este es un ejemplo de una salida por error en el programa y de una introducción de datos incorrecta:

```

Error causado por intento de cálculo
imposible. Puede deberse a:
1) Intento de recálculo sin algunas
variables de datos
2) Salida con error tras pulsar ESC
COMIENCE DE NUEVO EL PROBLEMA...

```

```

Puntos Calibración ? : 5u
Puntos de Medidas ? : 1
Intervalo Tolerancia ? Conocemos+
Tipo medida ? decimal(mm)+
Enter=OK ESC=CANCEL

```

Están cuidadas las entradas de datos, de tal forma que cualquier entrada no contemplada en el programa es descartada. En las pantallas anteriores, en la 1ª existe un error bien por un intento de recálculo faltando variables de datos o bien por una salida pulsando la tecla ESC. La única salida que permite borrar las variables de datos almacenadas es mediante la opción "Salir del programa".

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 36 años) y desde hace tres años descubrí esta calculadora. Llevo cerca de dos años de experiencia como programador, partiendo de cero, aunque ya conocía la estructura del Basic. Tengo varios programas más publicados en tical.org.

Visita la página:

<http://www.ticalc.org/archives/files/authors/85/8589.html>

donde están listados todos mis programas publicados hasta el momento, que se pueden descargar directamente. También los tengo en la página recomendada más abajo. No obstante, esta página está en período de reformas.

Estoy *enfrascado* en proyectos importantes en varias áreas (Cálculo de Estructuras y Refrigeración-Calefacción) que me absorben la mayor parte del tiempo que dedico a la programación. Me gustaría que este programa (Ajustes 1.1) fuera útil y libre de errores (bugs). Está en preparación y listo para publicar dos importantes programas: **Autoeng**, sobre cálculo automático de engranajes y **Ajustes**, sobre medidas de calibración metrológicas, aparte tengo pendiente mejoras de Anesmef, un programa de cálculo de estructuras, que por problemas de tiempo todavía no han podido efectuarse.

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.