

# Cómo transformar la impresora PC-100 en un trazador de curvas

Si se dispone de una impresora PC 100 A, B o C, se pueden trazar curvas con la TI-59. ¿Cómo?, utilizando el pequeño programa que seguidamente se va a mostrar.

```

116 76 LBL
117 16 H'
118 53 (
119 43 RCL
120 01 01
121 65 X
122 04 4
123 54 )
124 39 CDS
125 85 +
126 53 (
127 43 RCL
128 01 01
129 65 X
130 03 3
131 54 )
132 38 SIN
133 95 =
134 42 STO
135 02 02
136 92 RTN
137 00 0
    
```

Con la ayuda de estas líneas...

De las cuarenta operaciones especiales de la TI 58/59, diez están reservadas a los diferentes comandos de la impresora. Son las operaciones 00 a 08 y la 40.

La octava (2<sup>nd</sup> op. 07), provoca la impresión de un asterisco en la columna (0 a 19), dependiendo del número que está contenido en el registro de visualización. El número que corresponde a la columna de la izquierda, y el 19 a la de la derecha. Solo se tiene en cuenta la parte entera del número visualizado así, con 5,99999999 en pantalla, el asterisco queda en la quinta columna).

La operación 07 está destinada a permitir el trazado de una curva punto por punto durante la ejecución de un programa.

Antes de lanzar el programa hay que asegurarse de que el número visualizado estará siempre comprendido entre 0 y 19. Hay que verificar por tanto, que los valores mínimo y máximo de la función no van a pedir la impresión de un asterisco fuera de la banda de papel. De todas formas, el error será señalado por medio de un parpadeo en la visualización.

Por supuesto, se puede pedir a la calculadora que determine la escala óptima antes de trazar la curva. Es lo que se ha hecho. Una restricción evidente es que la parte de curva a trazar no puede tener ramas infinitas.

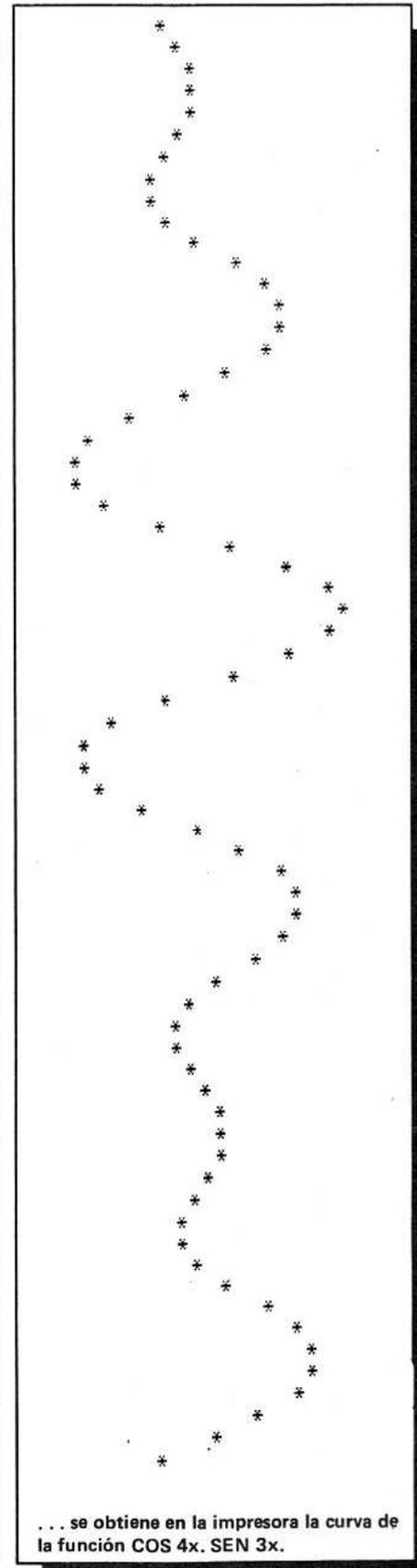
El programa calcula la escala y luego traza la curva punto a punto para las funciones de una sola variable del tipo  $y = f(x)$  entre dos puntos A y B. Dos observaciones:

Las curvas más "bellas" son casi siempre aquellas cuya ecuación esté compuesta por senos y cosenos, ya que son periódicas y los valores extremos son pequeños.

El eje de las x es vertical

Se va a empezar por la introducción de datos (2<sup>nd</sup> Lbl A).

Hay que suministrar al programa el extremo inferior A (abcisa de partida), el extremo superior B (abcisa final) y .P, el paso de incremento sobre el eje de las abcisas. Si  $x_0 = A$ ,  $x_i = A + (i.P)$ .



... se obtiene en la impresora la curva de la función  $\text{COS } 4x$ . SEN 3x.

El número de asteriscos que se han imprimido es (B-A)/P. Variando P a tientas, se obtendrá una curva armónica.

Ahora se tienen que buscar los extremos de la curva (2nd Lbl B). Esta parte del programa calcula el valor máximo (FMAX) y el valor mínimo (FMIN) de la función, llamando al subprograma 2nd Lbl SUM, que permite determinar la abcisa y la ordenada (se volverá sobre este tema). Cuanto mayor sea el intervalo [A,B] mayor será la ejecución de esta parte del programa. Si se está seguro de que el máximo y el mínimo de la función se encuentran en un intervalo más pequeño que [A,B], se buscarán los extremos de la curva en este pequeño intervalo. El beneficio en cuanto al tiempo puede ser apreciable. Se introducirán de nuevo los extremos previstos antes de lanzar la impresión propiamente dicha.

En el momento en que se ha determinado FMIN y FMAX, se calculará la escala [ECH] en el eje de las ordenadas de la siguiente forma:

$$ECH = \frac{19.9}{FMAX - FMIN}$$

### Registros utilizados

R01	abcisa X
R02	ordenada Y
R03	escala en el eje de las ordenadas
R05	dirección de la bifurcación indirecta (subprograma SUM)
R06-09	disponibles para la ecuación de la curva
R10	extremo inferior A
R11	extremo superior B
R12	Paso de incremento P
R13	máximo de la función: FMAX
R14	mínimo de la función: FMIN

La impresión puede (por fin) comenzar (2nd Lbl C). Es en esta parte del programa (en los pasos 097 y 098) cuando se utiliza la operación especial 07.

El número de la columna se obtiene entre los pasos 086 a 095. (RCL02-RCL14) x RCL03 = (y-FMIN)xECH sólo queda el cálculo de la abcisa y de la ordenada (2nd Lbl SUM). La abcisa se determina por incrementos sucesivos, de forma que  $x_i = A + i \cdot P$ . En cada paso se efectuará una comprobación con el fin

de determinar si se ha alcanzado el final del intervalo (B), en cuyo caso se detiene el programa.

La ordenada se obtiene por medio de la etiqueta 2nd Lbl A' (pasos 116 y 117). Bajo esta etiqueta el usuario deberá escribir la ecuación de la curva que quiera trazar (cf. el ejemplo). La abcisa se carga en el registro R01 y la ordenada en el R02. No hay que olvidarse de terminar con INV SBR, iel subprograma obliga!.

La forma de trabajar es la siguiente: Una vez introducida la ecuación de la curva bajo la etiqueta A', se comprobará la ecuación (2nd A') y luego se suministrarán los datos de partida.

A (abcisa de partida). Pulsar A.  
B (abcisa de final). Pulsar R/S.

P (paso de incremento). Pulsar R/S.  
Pulsando B se pone en marcha el cálculo de los extremos y de la escala. Se puede saltar esta etapa, si se conoce la escala, almacenándola directamente en el registro R03. Para terminar se lanzará la impresión pulsando C.

El ejemplo de la página anterior es el resultado de la impresión de la curva  $\cos 4x \cdot \sin 3x$ , con

$$A = -2\pi$$

$$B = 4\pi/2$$

$$P = \pi/24$$

La duración total de la ejecución es de 10 minutos 30 segundos, la mitad del tiempo para la impresión. Se imprime un asterisco cada 3 segundos.

Programa: pasos del 000 al 117.  
Ecuación de la curva: pasos del 116 al 136

Inicialmente este programa se realizó para obtener algunos efectos del cine animado. La toma de vista de la cámara (super 8) se pone en funcionamiento a cada impresión de un asterisco por medio de la PC-100 B. La proyección a velocidad normal hará aparecer movimientos interesantes (por ejemplo, desfile intermitente de una senoide).

Variando la escala de las ordenadas, se llega a obtener el efecto de la curva enrollándose alrededor del eje de las abcisas.

Le corresponde ahora obtener las curvas que le interesen introduciendo nuevas ecuaciones en el programa.

### Listado del programa en una TI-59.

000	76	LBL	039	77	GE	078	00	0
001	11	A	040	42	STD	079	01	1
002	42	STD	041	42	STD	080	42	STD
003	10	10	042	13	13	081	05	05
004	91	R/S	043	76	LBL	082	76	LBL
005	42	STD	044	42	STD	083	78	Σ+
006	11	11	045	43	RCL	084	71	SBR
007	91	R/S	046	14	14	085	44	SUM
008	42	STD	047	32	X↓T	086	53	(
009	12	12	048	43	RCL	087	43	RCL
010	91	R/S	049	02	02	088	02	02
011	76	LBL	050	77	GE	089	75	-
012	12	B	051	77	GE	090	43	RCL
013	70	RAD	052	42	STD	091	14	14
014	00	0	053	14	14	092	54	)
015	42	STD	054	61	GTO	093	65	x
016	13	13	055	77	GE	094	43	RCL
017	00	0	056	01	1	095	03	03
018	42	STD	057	09	9	096	95	=
019	14	14	058	93	.	097	69	DP
020	43	RCL	059	09	9	098	07	07
021	10	10	060	55	÷	099	61	GTO
022	42	STD	061	53	(	100	78	Σ+
023	01	01	062	43	RCL	101	91	R/S
024	00	0	063	13	13	102	76	LBL
025	05	5	064	75	-	103	44	SUM
026	06	6	065	43	RCL	104	43	RCL
027	42	STD	066	14	14	105	12	12
028	05	05	067	54	)	106	44	SUM
029	76	LBL	068	95	=	107	01	01
030	77	GE	069	42	STD	108	43	RCL
031	71	SBR	070	03	03	109	11	11
032	44	SUM	071	76	LBL	110	32	X↓T
033	43	RCL	072	13	C	111	43	RCL
034	13	13	073	43	RCL	112	01	01
035	32	X↓T	074	10	10	113	77	GE
036	43	RCL	075	42	STD	114	40	IND
037	02	02	076	01	01	115	05	05
038	22	INV	077	01	1	116	76	LBL
						117	16	A'

Dominique Carteau