



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

*2013*

FACULTAD DE INGENIERIA

# SISTEMATIZACION DE CALCULOS TOPOGRAFICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO  
DE INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P R E S E N T A

**ANTONIO CORTES HERNANDEZ**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice	Pág.
<b>I.— GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
Antecedentes	2
Objetivos, Metas	3
Introducción a la sistematización	4
 <b>II.— PROGRAMAS PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS PLANIMETRICOS</b>	 <b>5</b>
Programa para calcular azimutes, distancias horizontales, proyecciones y coordenadas de una poligonal	6
Programa para calcular azimutes, distancias horizontales, y coordenadas de un levantamiento por radiaciones	14
Programa para compensar linealmente un polígono y calcular las coordenadas finales	22
Programa para calcular el área de un polígono por el método de diferencia de abscisas	30
Programa para calcular las proyecciones, distancias y rumbos de una poligonal dadas sus coordenadas	36
Programa para efectuar la traslación y rotación de coordenadas de un sistema (Y, X) a un sistema (Y', X')	43
Programa para resolver el problema de los tres vértices o de intersección inversa	55
Programa para calcular las coordenadas de un punto determinado por la intersección de dos radiaciones	66
Programa para compensar un triángulo por el método de mínimos cuadrados	75

Programa para calcular la altura de un triángulo	84
Programa para calcular las raíces de una ecuación de segundo grado	92
Programa para calcular los elementos de una curva horizontal	100
Programa para calcular la superficie de un segmento de anillo circular	106
Programa para calcular el área bajo una curva mediante la segunda fórmula de Thomas Simpson	112
Programa para calcular el azimut del sol por el método de distancia zenitales	120
<b>III.— PROGRAMAS PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS ALTIMETRICOS</b>	<b>130</b>
Programa para determinar el desnivel entre dos puntos a partir de observaciones indirectas (estadimétricas)	131
Programa para calcular la altura de una torre o de un objeto	139
Programa para calcular el volúmen de terracerías por el método de prismas rectangulares	147
Bibliografía	154

## **I.- GENERALIDADES**

**ANTECEDENTES:**

Ante las crecientes demandas que existen de realizar: Estudios Topográficos, los cuales son elementos básicos, para la elaboración de anteproyecto, proyecto y construcción de infraestructura (carreteras, aeropuertos, puentes, puertos, edificios y casas habitacionales etc.) se planteó la necesidad de sistematizar los cálculos topográficos

Para tal efecto, se estudió, en el mercado nacional la existencia de una herramienta con las siguientes características

**PRIMERO:** Capacidad de transportarse prácticamente a cualquier lugar, para resolver problemas simples o complejos y que permita recordar informaciones importantes

**SEGUNDO:** Sencillez en su manejo, en la programación y que no requiera experiencia anterior de conocimientos de lenguajes de programación avanzados

**TERCERO:** De costo accesible

Una vez realizado el estudio de las herramientas existentes se concluyó, que la herramienta que reunía las características antes mencionadas es la "Calculadora Científica Programable", la cual además no requiere de un mantenimiento constante

Posteriormente se procedió al análisis de los problemas mas usuales y que se presentan con frecuencia, en el área de la topografía, así como a la elaboración de los programas, que permitan la solución de los mismos

Un programa es una secuencia de teclas pulsadas que es recordada por la calculadora, se puede ejecutar cierto programa tan frecuentemente como se desea pulsando solo una, dos o tres teclas

**OBJETIVOS:**

La sistematización de cálculos topográficos que se presenta, esta dada por la conjunción de la calculadora con los programas y nos permitirá:

**PRIMERO:** La verificación de los cierres angulares y líneales en el área de trabajo, lo cual da como resultado el rectificar las observaciones y mediciones, ejecutadas erróneamente

**SEGUNDO:** Eliminar el regreso posterior al área de trabajo a rectificar o ratificar la información levantada, dándonos ahorro en tiempo y costo

**TERCERO:** En gabinete el uso de la sistematización es de gran utilidad, debido a que la mayoría de los cálculos topográficos son repetitivos y sumamente tediosos, lo cual genera en ocasiones el manejo de información incorrecta, por lo cual al usar estos dispositivos (Calculadora y Programas) se da una gran versatilidad, agilidad y veracidad a la información procesada

**METAS:**

Con la sistematización se podrán realizar en gran escala Estudios Topográficos, así como la comprobación de los mismos en un tiempo realmente corto

El uso continuo de los elementos que integran la sistematización de cálculos topográficos, le permitirán al Ingeniero Topógrafo y Geodesta, tener la capacidad para elaborar los programas necesarios para resolver los problemas que en particular se le presenten

## INTRODUCCION A LA SISTEMATIZACION:

Los programas que integran la sistematización, estan elaborados para dos tipos de calculadoras (TEXAS INSTRUMENT TI 58, 59 y HEWLETT PACKARD H.P. 11C) esto debido a su diferente forma de operación, programación y capacidad. A la primera se le considera una calculadora aritmética y a la segunda una calculadora lógica; ambas son las mas conocidas y utilizadas en nuestro país

Cabe destacar que para algunos profesionales el uso del sistema operativo de la calculadora Texas Instrument es más sencillo que el de la calculadora Hewlett Packard o viceversa. Este último factor fue el que condicionó la elaboración de los programas en ambas calculadoras

Los programas que se presentan estan constituidos:

**PRIMERO:** Por la especificación del problema, en la cual se indican los métodos y procedimientos utilizados, en el programa para obtener la solución del problema

**SEGUNDO:** Un diagrama de flujo, el cual tiene como objetivo permitir al usuario, observar como se efectúa el cálculo de los elementos que integran el programa

**TERCERO:** Una guía de operación del programa, en esta se informa en primer lugar: En cual calculadora se debe introducir el programa, en segundo lugar: Se indica que registros deberá introducirse los datos. Así como las teclas que deben usarse para la obtención de los resultados, además se presenta una instrucción en la parte inferior de la hoja, para reiniciar la ejecución del programa en caso de cálculos secuenciales

**CUARTO:** La nomenclatura de variables, en la cual se informa sobre el contenido de los registros utilizados en el programa

**QUINTO:** Por último se cuenta con un ejemplo de aplicación del programa, el cual tiene como objetivo, permitir al usuario verificar que al introducir el programa se realizó en forma correcta



**II.- PROGRAMAS PARA LA RESOLUCION  
DE PROBLEMAS PLANIMETRICOS**

**PROGRAMA PARA CALCULAR AZIMUTES, DISTANCIAS HORIZONTALES,  
PROYECCIONES Y COORDENADAS DE UNA POLIGONAL**

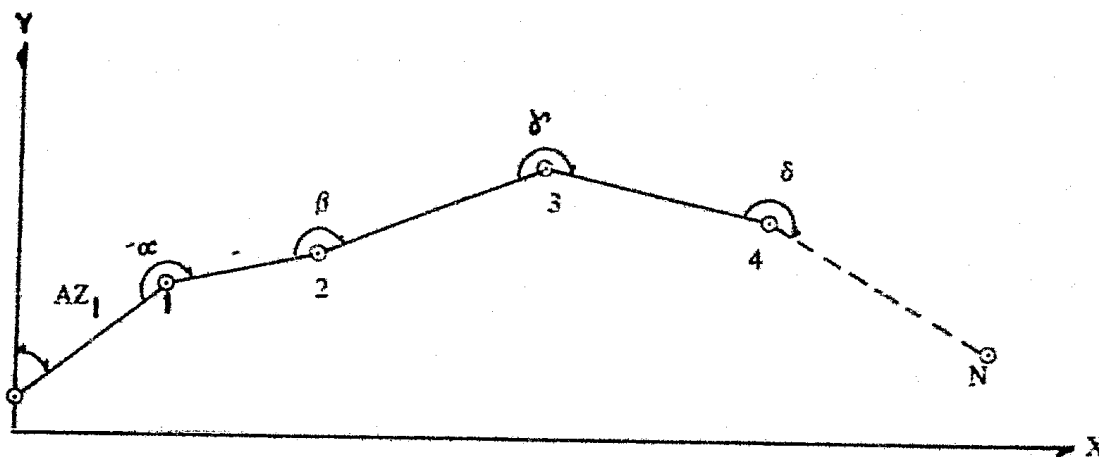
**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

**Datos:**

Azimut ( $AZ_1$ ) y coordenadas de inicio ( $Y_1, X_1$ )  
 Distancias inclinadas (DI)  
 Angulos verticales (AV)  
 Angulos horizontales (AH) a la derecha

**Se requiere calcular:**

Los azimutes ( $AZ_N$ ) de los lados  
 Las distancias horizontales (DH)  
 Las proyecciones (Y, X)  
 y las coordenadas ( $Y_N, X_N$ ) de los puntos



Las fórmulas que se utilizan, en el programa para calcular los elementos antes mencionados, son las que a continuación se describen:

Para calcular los azimutes:

$$AZ_N = AZ_1 + AH + 180$$

Para calcular las distancias horizontales

$$DH = DI \cos (AV)$$

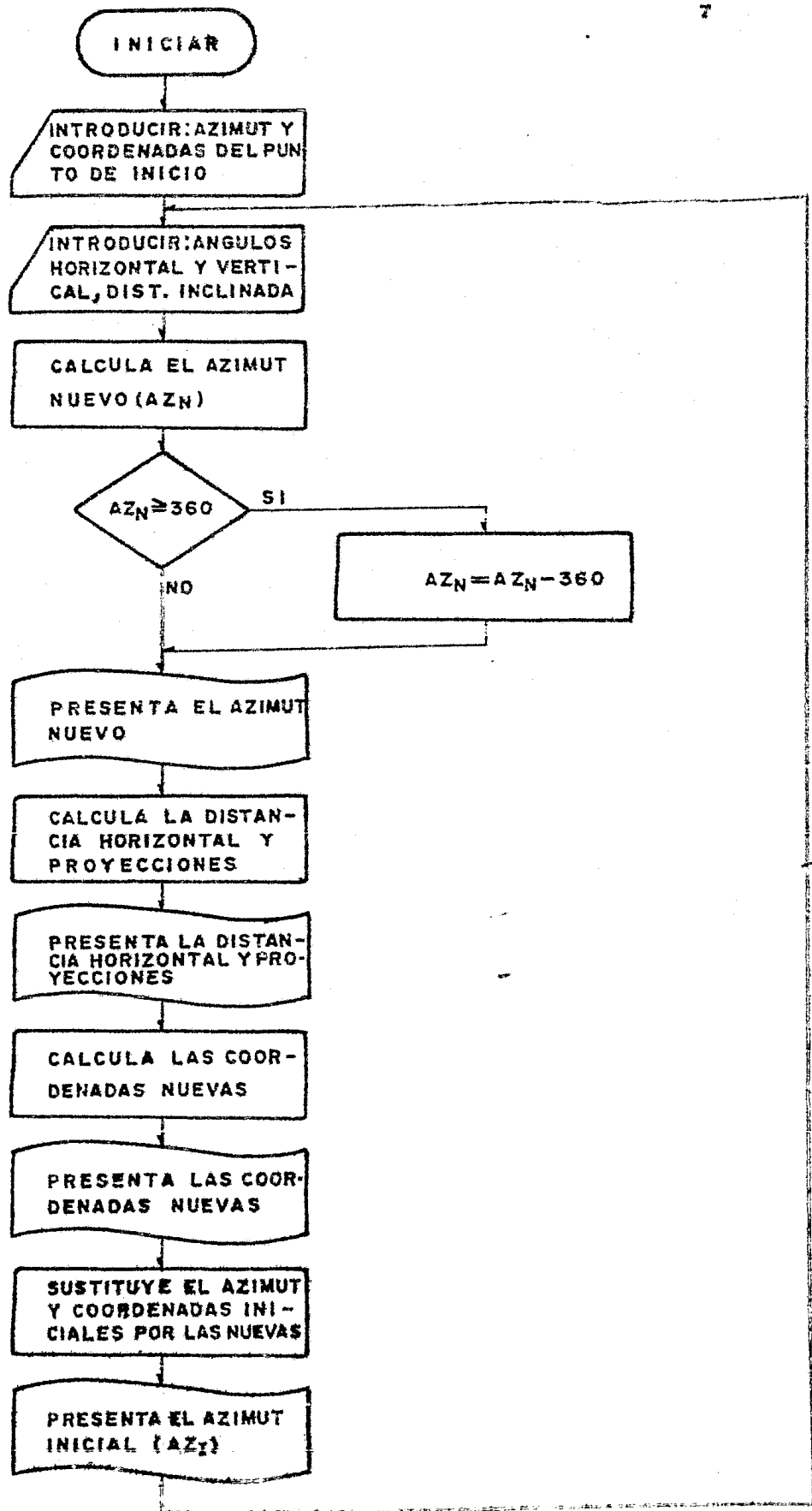
Para calcular las proyecciones y coordenadas se utilizan:

$$\text{Proyección Y} = DH \cos (AZ_N)$$

$$\text{Proyección X} = DH \sin (AZ_N)$$

$$\text{Ordenada } (Y_N) = \text{ordenada } (Y_1) + \text{proyección Y}$$

$$\text{Abscisa } (X_N) = \text{abscisa } (X_1) + \text{proyección X}$$



G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora T1 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 01	0 2	0 1-8 8	
			2nd D.M.S.	0 3	8 5	
			+	0 4	4 3	
	2o. Introducir azimut y coordenadas del punto de inicio, a los registros  Azimut inicial en °" Abscisa inicial Ordenada inicial			RCL 02	0 6	0 2-8 8
				2nd D.M.S.	0 7	9 5
				=	0 8	4 2
				STO 00	1 0	0 0-8 8
			STO 01	+	1 1	0 1
			STO 05	1	1 2	0 8
		STO 06	8	1 3	0 0	
			0	1 4	9 5	
			=	1 5	2 2	
			1 NV	1 6	8 8	
3o. Introducir a los registros  Angulo horizontal en °" Angulo vertical en °" Distancia inclinada			2nd D.M.S.	1 7	4 2	
		STO 02	STO 00	1 9	0 0-3 2	
		STO 03	X $\frac{1}{t}$	2 0	0 3	
		STO 04	3	2 1	0 6	
	4o. Teclar	2nd Pgrn		6	2 2	0 0
		RST		0	2 3	7 7
		R/S	Nos presenta azimut nuevo en °"	2nd X $\frac{1}{t}$	2 4	0.0
		R/S	Distancia horizontal	3 7	2 6	3 7-4 3
		R/S	Proyección 'X'	RCL 00	2 8	0 0-7 5
		R/S	Abscisa nueva	-	2 9	0 3
R/S		Proyección 'Y'	3	3 0	0 6	
R/S		Ordenada nueva	6	3 1	0 0	
R/S		Azimut nuevo en °"	0	3 2	9 5	
			=	3 3	4 2	
		STO 00	3 5	0 0-2 5		
		CLR	3 6	3 2		
		X $\frac{1}{t}$	3 7	4 3		
		RCL 00	3 9	0 0-9 1		
		R/S	4 0	4 2		
		STO 07	4 2	0 7-4 3		
		RCL 03	4 4	0 3-8 8		

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	01	Azimut inicial en grados, minutos y segundos
RCL	02	Angulo horizontal en grados, minutos y segundos
RCL	03	Angulo vertical en grados, minutos y segundos
RCL	04	Distancia inclinada
RCL	05	Abscisa inicial
RCL	06	Ordenada inicial
STO	07	Azimut nuevo en grados, minutos y segundos
STO	08	Distancia horizontal
STO	05	Abscisa nueva que sustituye a la inicial
STO	06	Ordenada nueva que sustituye a la inicial
STO	01	Azimut nuevo (en grados, minutos y segundos) que sustituye al inicial

## EJEMPLO DE APLICACION

EST	P.O.	ANGULO HORIZONTAL	ANGULO VERTICAL	DISTANCIA INCLINADA	AZIMUT (AST. ó MAG)	DISTANCIA HORIZONT.	PROYECCIONES		COORDENADAS	
							± X	± Y	X	Y
4	1				183° 53'				100.00	100.00
1	2	84° 07'	05° 00'	29.48	88° 00'	29.37	+29.35	+ 1.02	129.35	101.02
2	3	79° 23'	10° 00'	34.10	347° 23'	33.58	- 7.34	+32.77	122.01	133.79
3	4	102° 44'	08° 00'	19.92	270° 07'	19.73	-19.73	+ 0.03	102.28	133.83
4	1	93° 46'	12° 00'	34.66	183° 53'	33.90	- 2.29	-33.83	99.99	100.00

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			gP/R		
			fPRGM	0 0 0	
			fLBL A	0 1	42,21,11
			RCL 3	0 2	45 3
			ENTER	0 3	36
			RCL 4	0 4	45 4
			g→H	0 5	43 2
			COS	0 6	24
			X	0 7	20
			STO 7	0 8	44 7
2o. Introducir azimut y coordenadas del punto de inicio, a los registros			R/S	0 9	31
			gCLX	1 0	43 35
			RCL 1	1 1	45 1
			g→H	1 2	43 2
			ENTER	1 3	36
			RCL 2	1 4	45 2
			g→H	1 5	43 2
			+	1 6	40
			ENTER	1 7	36
			:	1 8	1
3o. Introducir a los registros			8	1 9	8
			0	2 0	0
			+	2 1	40
			f→H.M.S.	2 2	42 2
			STO 0	2 3	44 0
			3	2 4	3
			6	2 5	6
			0	2 6	0
			f X=Y	2 7	42 40
			GTO 1	2 8	22 1
4o. Teclar	f A	Nos presenta la distancia horizontal			
	R/S	Azimut nuevo en ° ' "			
	R/S	Proyección 'Y'			
	R/S	Ordenada nueva			
	R/S	Proyección 'X'			
	R/S	Abscisa nueva			
	R/S	Azimut nuevo en ° ' "			
		que sustituye al inicial			
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso					
			3	3 3	3
			6	3 4	6





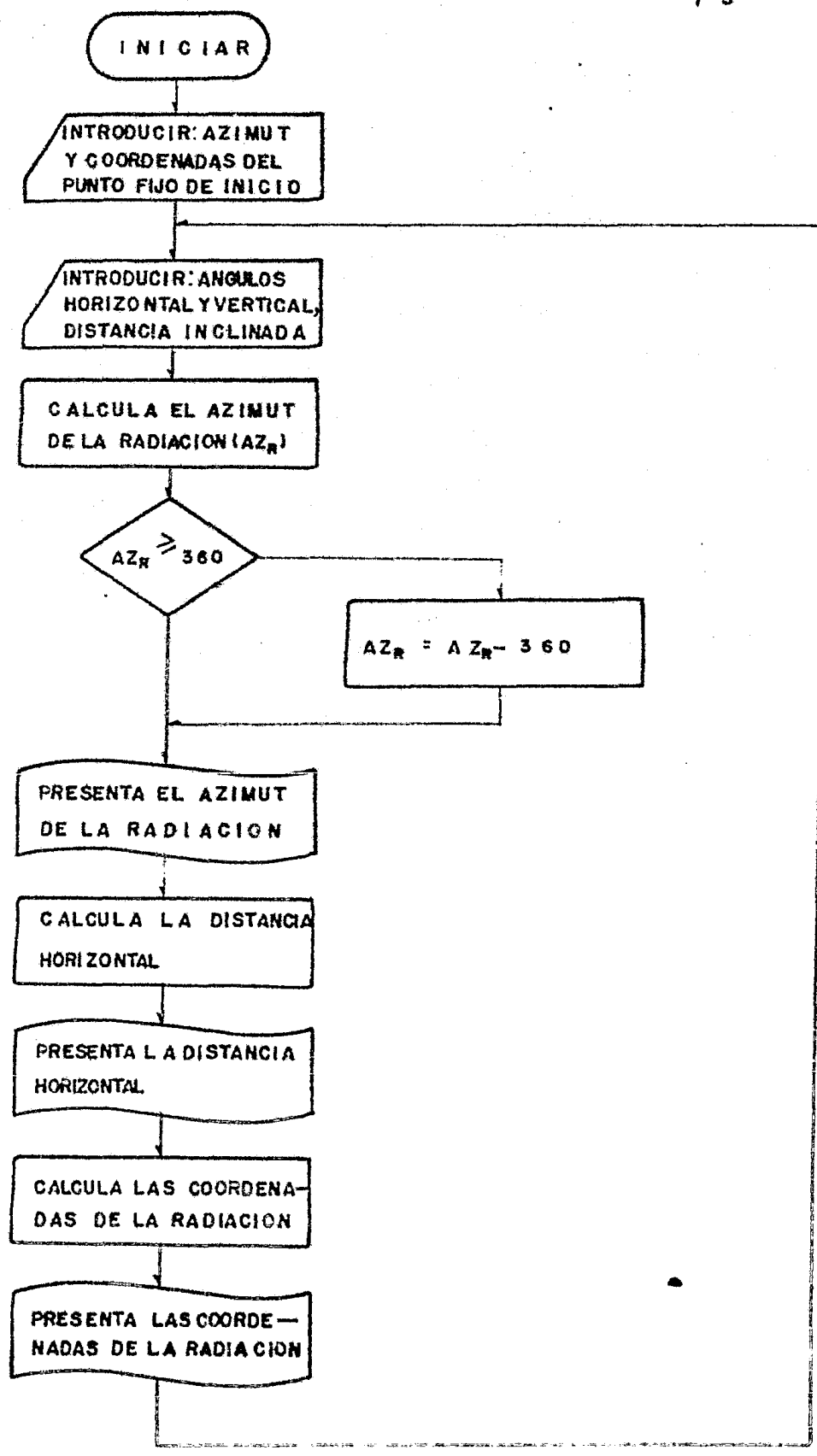
## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 1	Azimut inicial en grados, minutos y segundos
RCL 2	Angulo horizontal en grados, minutos y segundos
RCL 3	Distancia inclinada
RCL 4	Angulo vertical en grados, minutos y segundos
RCL 5	Ordenada inicial
RCL 6	Abscisa inicial
STO 7	Distancia horizontal
STO 0	Azimut nuevo en grados, minutos y segundos
STO 8	Proyección "Y"
STO 5	Ordenada nueva que sustituye a la inicial
STO 9	Proyección "X"
STO 6	Abscisa nueva que sustituye a la inicial
STO 1	Azimut nuevo (en grados, minutos y segundos) que sustituye al inicial

## EJEMPLO DE APLICACION

EST.	P.O.	ANGULO		DISTANCIA		AZIMUT (MAG. ó AST)	PROYECCION		COORDENADAS	
		HORIZONTAL	VERTICAL	INCLINADA	HORIZONT.		± Y	± X	Y	X
4	1					18 3° 5 3'			100.00	100.00
1	2	8 4° 0 7'	0 5° 0 0'	29.48	29.37	8 5° 0 0'	1.02	29.35	101.02	129.35
2	3	7 9° 2 3'	1 0° 0 0'	34.10	33.58	34 7° 2 3'	32.77	-7.34	133.80	122.01
3	4	10 2° 4 4'	0 8° 0 0'	19.92	19.73	27 0° 0 7'	0.04	-19.73	133.84	102.29
4	1	9 3° 4 6'	1 2° 0 0'	34.66	33.90	18 3° 5 3'	-33.83	-2.30	100.01	99.99





GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI58,59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 01	0 2	0 1-8 8	
			2nd D.M.S.	0 3	8 5	
			+	0 4	4 3	
	2o. Introducir azimut y coordenadas del punto fijo de inicio, a los registros  Azimut fijo en $0^{\circ}$ Abscisa fija inicial Ordenada fija inicial	STO 01		RCL 02	0 6	0 2-8 8
		STO 05		2nd D.M.S.	0 7	9 5
		STO 06		=	0 8	4 2
				STO 00	1 0	0 0-8 5
				+	1 1	0 1
				1	1 2	0 8
			8	1 3	0 0	
			0	1 4	9 5	
			=	1 5	2 2	
			INV	1 6	8 8	
3o. Introducir a los registros  Angulo horizontal en $0^{\circ}$ Angulo vertical en $0^{\circ}$ Distancia inclinada	STO 02		2nd D.M.S.	1 7	4 2	
	STO 03		STO 00	1 9	0 0-3 2	
	STO 04		$X \geq 1$	2 0	0 3	
			3	2 1	0 6	
			6	2 2	0 0	
			0	2 3	7 7	
			2nd $X \geq 1$	2 4	0 0	
			3 7	2 6	3 7-4 3	
			RCL 00	2 8	0 0-7 5	
			-	2 9	0 3	
4o. Teclar  2nd Pgm RST R/S R/S R/S R/S		Nos presenta azimut de la radiación en $0^{\circ}$	3	3 0	0 6	
		Distancia horizontal	6	3 1	0 0	
		Abscisa de la radiación	0	3 2	9 5	
		Ordenada de la radiación	=	3 3	4 2	
			STO 00	3 5	0 0-2 5	
			CLR	3 6	3 2	
			$X \geq 1$	3 7	4 3	
			RCL 00	3 9	0 0-9 1	
			R/S	4 0	4 2	
			STO 07	4 2	0 7-4 3	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso			RCL 03	4 4	0 3-8 8	



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	01	Azimut inicial fijo en grados, minutos y segundos
RCL	02	Angulo horizontal en grados, minutos y segundos
RCL	03	Angulo vertical en grados, minutos y segundos
RCL	04	Distancia inclinada
RCL	05	Abscisa fija inicial
RCL	06	Ordenada fija inicial
STO	07	Azimut de la radiación en grados, minutos y segundos
STO	08	Distancia horizontal
STO	09	Abscisa de la radiación
STO	10	Ordenada de la radiación

## EJEMPLO DE APLICACION

EST	P.O.	ANGULO		DISTANCIA INCLINADA	AZIMUT (MAG. O AST.)	DIST HOR.	COORDENADAS	
		HORIZONT.	VERTICAL				Y	X
1	2				88° 00'		101.02	129.35
2	R2	09°25'	03°25'	10.37	277° 25'	10.35	102.36	119.09
	R3	13° 50'	12° 10'	7.32	281° 50'	7.16	102.49	122.35
	R4	24°43'	02°05'	5.33	292° 43'	5.33	103.08	124.44
	R5	49°40'	07°15'	5.20	317° 40'	5.16	104.83	125.88
	R6	70°10'	15°25'	7.78	338° 10'	7.50	107.98	126.56
	R7	71°52'	00°00'	9.31	339° 52'	9.31	109.76	126.15

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA				
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA			
				PASOS	CODIGO		
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P/R				
			f PRGM	0 0 0			
			f LBL A	0 1	4 2, 2 1, 1 1		
			RCL 3	0 2	4 5	3	
			ENTER	0 3		3 6	
	2o. Introducir azimut y coordenadas del punto fijo de inicio, a los registros  Azimut fijo en 0' " Ordenada fija inicial Abscisa fija inicial			RCL 4	0 4	4 5	4
				g →H	0 5	4 3	2
				COS	0 6		2 4
				X	0 7		2 0
			STO 1	STO 7	0 8	4 4	7
		STO 5	R/S	0 9		3 1	
		STO 6	g CLX	1 0	4 3	3 5	
			RCL 1	1 1	4 5	1	
			g →H	1 2	4 3	2	
3o. Introducir a los registros  Angulo horizontal en 0' " Distancia inclinada Angulo vertical en 0' "				ENTER	1 3		3 6
			RCL 2	1 4	4 5	2	
		STO 2	g →H	1 5	4 3	2	
		STO 3	+	1 6		4 0	
		STO 4	ENTER	1 7		3 6	
			I	1 8		1	
	4o. Teclar	f A	Nos presenta la distancia horizontal	B	1 9		8
				0	2 0		0
				+	2 1		4 0
		R/S	Azimut de la radiación en 0' "	f →H.M.S.	2 2	4 2	2
			STO 0	2 3	4 4	0	
R/S		Ordenada de la radiación	3	2 4		3	
R/S		Abscisa de la radiación	6	2 5		6	
			0	2 6		0	
			f X=Y	2 7	4 2	4 0	
			STO 1	2 8	2 2	1	
		f X>Y	2 9	4 2	2 0		
		STO 2	3 0	2 2	2		
		f LBL 1	3 1	4 2, 2 1, 1			
		RCL 0	3 2	4 5	0		
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso			3	3 3		3	
			6	3 4		6	





## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 1	Azimut inicial fijo en grados, minutos y segundos
RCL 2	Angulo horizontal en grados, minutos y segundos
RCL 3	Distancia inclinada
RCL 4	Angulo vertical en grados, minutos y segundos
RCL 5	Ordenada fija inicial
RCL 6	Abscisa fija inicial
STO 0	Azimut de la radiación en grados, minutos y segundos
STO 8	Proyección "Y" de la radiación
STO 9	Ordenada de la radiación
STO .0	Proyección "X" de la radiación
STO .1	Abscisa de la radiación

## EJEMPLO DE APLICACION

E S T	P O	ANGULO	ANGULO	DISTANCIA	DISTANCIA	AZIMUT	COORDENADAS	
		HORIZONTAL	VERTICAL	INCLINADA	HORIZONTAL	MAG <sup>o</sup> AST	Y	X
1	2					88° 00'	101.02	129.35
2	R2	09° 25'	03° 25'	10.37	10.35	277° 25'	102.36	119.09
	R3	13° 50'	12° 10'	7.32	7.16	281° 50'	102.49	122.35
	R4	24° 43'	02° 05'	5.33	5.33	292° 43'	103.08	124.44
	R5	49° 40'	07° 15'	5.20	5.16	317° 40'	104.83	125.88
	R6	70° 10'	15° 25'	7.78	7.50	338° 10'	107.98	126.56
	R7	71 52	0 00	9.31	9.31	338° 52'	109.76	126.15

**PROGRAMA PARA COMPENSAR LINEALMENTE UN POLIGONO  
Y CALCULO DE COORDENADAS FINALES**

**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

**Datos:**

Las proyecciones (Y, X)  
Corrección eje Y, eje X  
Coordenadas del punto de inicio

**Se requiere calcular:**

Las proyecciones corregidas  
Y las coordenadas del polígono

**Método de tránsito:**

Se consideran:

- a) Accidentales los errores de levantamiento por poligonales
  - b) La precisión de las distancias son inferiores a la de la medición de los ángulos
- Se reparten los errores de cierre de las proyecciones proporcionales a las proyecciones de cada lado, es decir:

$$e_y = E_y (Y/(Y))$$

$$e_x = E_x (X/(X))$$

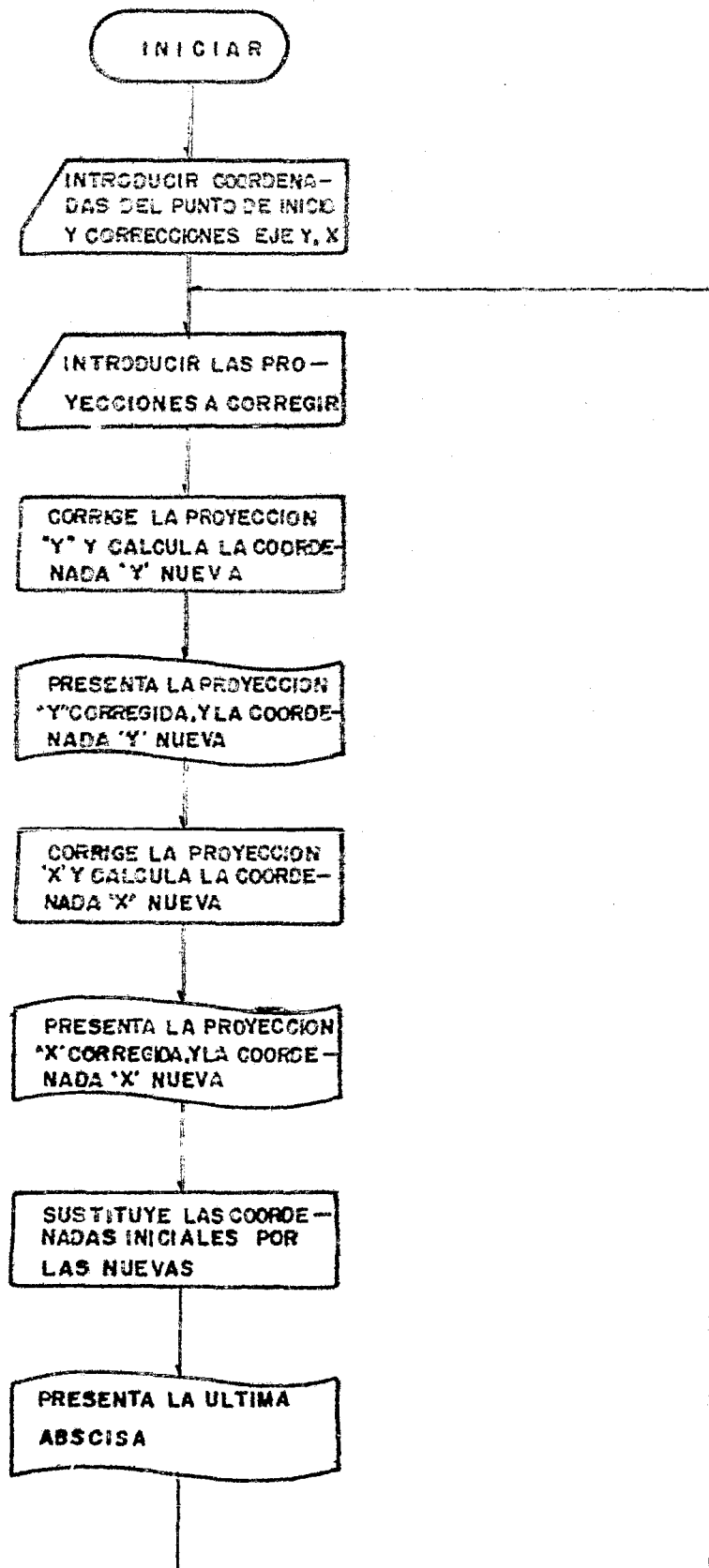
En las cuales:

- $e_x$  : Corrección a la proyección de un lado sobre el eje de las abscisas  
 $e_y$  : Corrección a la proyección de un lado sobre el eje de las ordenadas  
 $E_x$  : Error de cierre de proyecciones en el eje de las abscisas  
 $E_y$  : Error de cierre de proyecciones en el eje de las ordenadas  
 $X$  : Proyección de un lado sobre el eje de las abscisas  
 $Y$  : Proyección de un lado sobre el eje de las ordenadas  
 $(X)$  : Suma de proyecciones sobre el eje de las abscisas  
 $(Y)$  : Suma de las proyecciones sobre el eje de las ordenadas

Se dan coordenadas de inicio que sumadas algebraicamente con las proyecciones corregidas siguientes, se determinarán las coordenadas del vértice siguiente:

$$\text{Ordenada Nueva} = \text{Ordenada Inicial} + \text{proyección corregida 'Y'}$$

$$\text{Abscisa Nueva} = \text{Abscisa Inicial} + \text{proyección corregida 'X'}$$



G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58,59			LRM	0 0 0	4 3	
			RCL 01	0 2	01-50	
			2nd IXI	0 3	6 5	
			X	0 4	4 3	
	2o. Introducir las correcciones y coordenadas del punto de inicio, a los registros			RCL 00	0 6	00-94
				+/-	0 7	9 5
				=	0 8	8 5
				+	0 9	4 3
		Ordenada inicial	STO 04	RCL 01	1 1	01-95
		Abscisa inicial	STO 05	=	1 2	4 2
		Corrección eje Y	STO 00	STO 06	1 4	06-91
		Corrección eje X	STO 03	R/S	1 5	2 5
				CLR	1 6	4 3
			RCL 02	1 8	02-50	
3o. Introducir a los registros			2nd IXI	1 9	6 5	
			X	2 0	4 3	
	Proyección 'Y' a corregir	STO 01	RCL 03	2 2	03-94	
	Proyección 'X' a corregir	STO 02	+/-	2 3	9 5	
			=	2 4	8 5	
			+	2 5	4 3	
			RCL 02	2 7	02-95	
			=	2 8	4 2	
			STO 07	3 0	07-91	
			R/S	3 1	2 5	
4o. Teclar	2nd Pgm		CLR	3 2	4 3	
	RST		RCL 04	3 4	04-85	
	R/S	Nes presenta proyección 'Y' corregida	+	3 5	4 3	
	R/S	Proyección 'X' corregida	RCL 06	3 7	06-95	
	R/S	Ordenada nueva	=	3 8	4 2	
	R/S	Abscisa nueva	STO 04	4 0	04-91	
	R/S	Última abscisa para comprobar sustitución de coordenadas	R/S	4 1	2 5	
			CLR	4 2	4 3	
			RCL 05	4 4	05-85	
			+	4 5	4 3	
			RCL 07	4 7	07-95	

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Corrección eje Y
RCL	01	Proyección "Y" a corregir
RCL	02	Proyección "X" a corregir
RCL	03	Corrección eje X
RCL	04	Ordenada inicial
RCL	05	Abscisa inicial
STO	06	Proyección "Y" corregida
STO	04	Ordenada nueva que sustituye a la inicial
STO	07	Proyección "X" corregida
STO	05	Abscisa nueva que sustituye a la inicial

## EJEMPLO DE APLICACION

$$e_y = -0.00096$$

$$e_x = 0.00058$$

EST.	P. O.	PROYECCION S/CORREGIR		PROYECCION CORREGIDA		COORDENADAS	
		$\pm Y$	$\pm X$	$\pm Y$	$\pm X$	Y	X
1	2					250.00	250.00
2	3	-46.43	88.57	-46.39	88.52	203.61	338.52
3	4	-130.67	-75.43	-130.51	-75.47	73.10	263.04
4	5	-195.16	-227.84	-195.35	-227.97	268.45	35.07
5	1	-171.97	86.48	-171.80	86.44	96.64	121.51
1	2	153.21	128.56	153.36	128.49	250.00	250.00

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			f PGRM	0 0 0		
			f LBL A	0 1	42,2 1,1 1	
			RCL 1	0 2	45 1	
	2o. Introducir las correcciones y coordenadas del punto de inicio, a los registros			g ABS	0 3	43 16
				ENTER	0 4	36
				RCL 0	0 5	45 0
				CHS	0 6	16
		Ordenada inicial	STO 4	X	0 7	20
		Abscisa inicial	STO 5	ENTER	0 8	36
Corrección eje 'Y'		STO 0	RCL 1	0 9	45 1	
Corrección eje 'X'		STO 3	+	1 0	40	
			STO 6	1 1	44 6	
			R/S	1 2	31	
3o. Introducir a los registros			g CLX	1 3	43 35	
			RCL 2	1 4	45 2	
	Proyección 'Y' a corregir	STO 1	g ABS	1 5	43 16	
	Proyección 'X' a corregir	STO 2	ENTER	1 6	36	
			RCL 3	1 7	45 3	
			CHS	1 8	16	
	4o. Teclar	f A	Nos presenta proyección 'Y' corregida	X	1 9	20
				ENTER	2 0	36
				RCL 2	2 1	45 2
		R/S	Proyección 'X' corregida	+	2 2	40
R/S		Ordenada nueva	STO 7	2 3	44 7	
R/S		Abscisa nueva	R/S	2 4	31	
R/S		Ultima abscisa para comprobar la sustitución de coordenadas	g CLX	2 5	43 35	
			RCL 4	2 6	45 4	
			ENTER	2 7	36	
			RCL 6	2 8	45 6	
		+	2 9	40		
		STO 4	3 0	44 4		
		R/S	3 1	31		
		g CLX	3 2	43 35		
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso			RCL 5	3 3	45 5	
			RCL 7	3 4	45 7	





## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Corrección eje y
RCL	1	Proyección "Y" a corregir
RCL	2	Proyección "X" a corregir
RCL	3	Corrección eje X
RCL	4	Ordenada inicial
RCL	5	Abscisa inicial
STO	6	Proyección "Y" corregida
STO	7	Proyección "X" corregida
STO	4	Ordenada nueva que sustituye a la inicial
STO	5	Abscisa nueva que sustituye a la inicial

## EJEMPLO DE APLICACION

$$e_y = -0.00096 \quad e_x = 0.00058$$

E S T	P. O.	PROYECCIONES S/CORREGIR		PROYECCIONES CORREGIDAS		COORDENADAS	
		$\pm y$	$\pm x$	$\pm y$	$\pm x$	y	x
1	2					250.00	250.00
2	3	- 46.43	86.57	- 46.39	86.52	203.61	338.52
3	4	- 130.64	- 75.43	- 130.51	- 75.47	73.10	283.04
4	5	195.16	- 227.94	195.35	- 227.97	268.45	35.07
5	1	- 171.97	86.40	- 171.80	86.44	96.64	121.51
1	2	153.21	128.56	153.36	128.49	250.00	250.00

**PROGRAMA PARA CALCULAR EL AREA DE UN POLIGONO  
POR EL METODO DE DIFERENCIA DE ABCISAS**

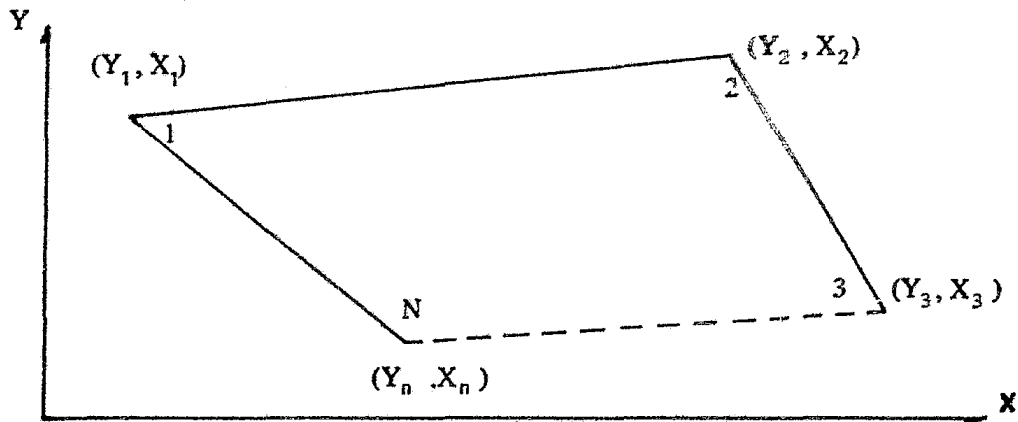
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Las coordenadas (Y, X)  
de todos los vértices del  
polígono de N lados

Se requiere calcular:

El área del polígono de N lados



La fórmula que se utiliza para calcular el área del polígono es la que a continuación se describe:

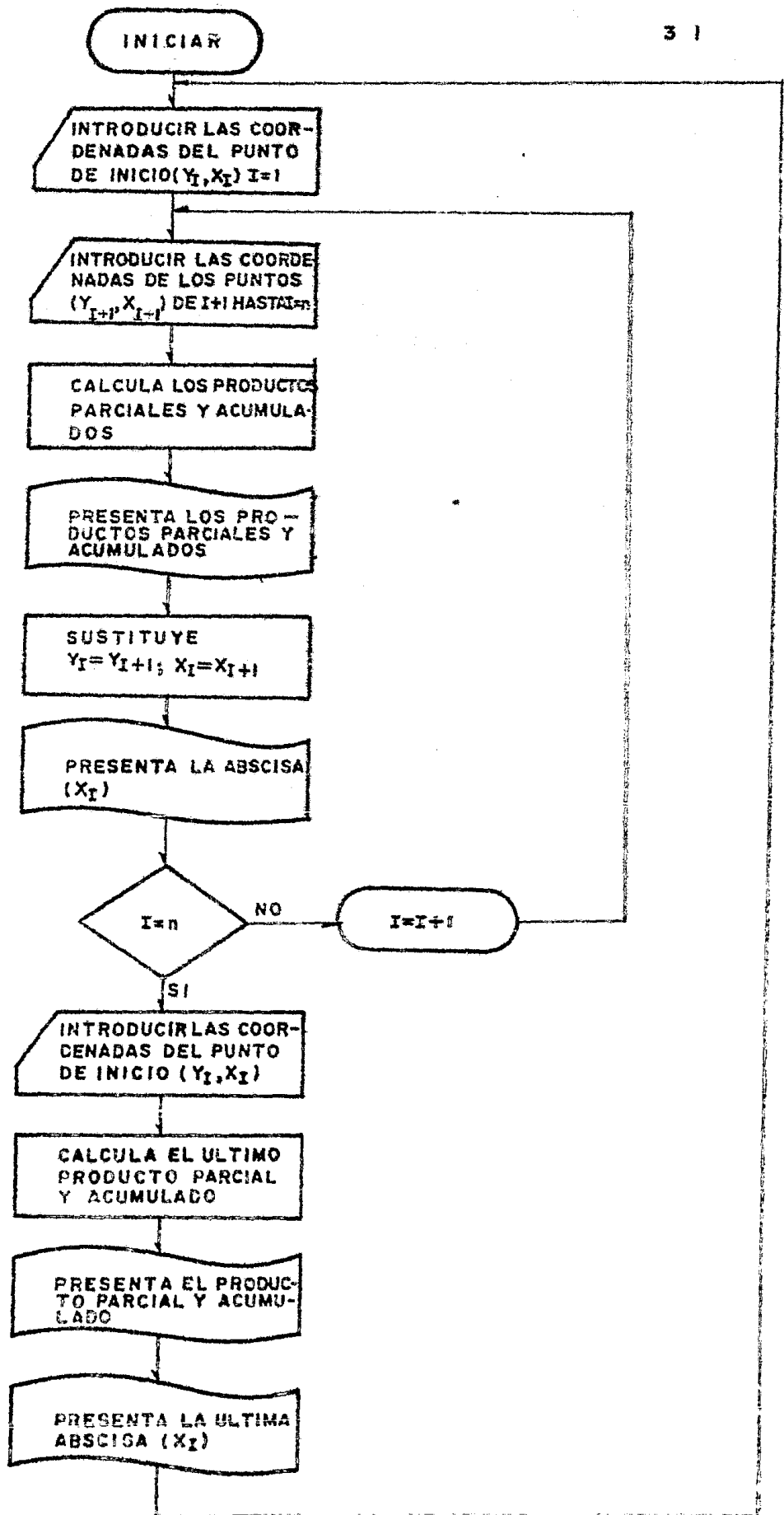
$$2S = (Y_1 + Y_2) X (X_2 - X_1) + (Y_2 + Y_3) X (X_3 - X_2) \\ + (Y_3 + Y_n) X (X_n - X_3) + (Y_n + Y_1) X (X_1 - X_n)$$

El procedimiento que se utiliza en el programa es el siguiente:

- 1º Se efectúa la suma de ordenadas y diferencias de abscisas
- 2º Se realiza el producto de la suma por la diferencia dándonos como resultado varios productos parciales, los cuales se van acumulando
- 3º El último producto acumulado entre dos, nos dará el área del polígono en cuestión

**Condiciones:** En el vértice que se inicie se deberá necesariamente terminar, y el número de vértices está condicionado a la precisión que se desee

**Observaciones:** El punto de inicio puede ser cualquiera y no importa el sentido que se tome para calcular la superficie del polígono



GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58,59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 02	0 2	02-8 5	
2o. Introducir las coordenadas del punto de inicio ( $Y_I, X_I$ ) del polígono ( $I = 1$ ); a los registros  Ordenada inicial Abscisa inicial			+	0 3	4 3	
			RCL 01	0 5	01-9 5	
			=	0 6	4 2	
			STO 00	0 8	00-2 5	
			CLR	0 9	4 3	
			RCL 02	1 1	02-4 2	
			STO 01	1 3	01-4 3	
			RCL 04	1 5	04-7 5	
			-	1 6	4 3	
			RCL 03	1 8	03-9 5	
			=	1 9	4 2	
	3o. Introducir las coordenadas de los puntos ( $Y_{I+1}, X_{I+1}$ ) de $I + 1$ hasta $I = n$ ; y por cierre el punto inicial a los registros.  Ordenada $Y_{I+1}$ Abscisa $X_{I+1}$		STO 01			
		STO 03				
				STO 06	2 1	06-2 5
				CLR	2 2	4 3
				RCL 04	2 4	04-4 2
				STO 03	2 6	03-4 3
				RCL 00	2 8	00-5 5
				X	2 9	4 3
				RCL 06	3 1	06-9 5
				=	3 2	4 2
				STO 05	3 4	05-9 1
4o. Teclar				R/S	3 5	2 5
			CLR	3 6	4 3	
		2nd Pgm		RCL 07	3 8	07-8 5
		RST		+	3 9	4 3
		R/S	Nes presenta el producto parcial	RCL 05	4 1	05-9 5
		R/S	Producto acumulado	=	4 2	4 2
		R/S	Ultima abscisa para comprobar la sustitución de coordenadas	STO 07	4 4	07-9 1
				R/S	4 5	4 3
				RCL 03	4 7	03-9 1
				R/S	4 8	6 1
				GTO 00	4 9	0 0
	Para efectuar cálculos sucesivos se procede a partir del Tercer paso			LRN		
			GTO 00			

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	01	Ordenada ( $Y_1$ ), de inicio ( $l = 1$ )
RCL	02	Ordenada ( $Y_{l+1}$ )
RCL	03	Abscisa ( $X_1$ ), de inicio ( $l = 1$ )
RCL	04	Abscisa ( $X_{l+1}$ )
RCL	00	Suma de ordenadas
STO	01	Sustitución de ordenadas ( $Y_l = Y_{l+1}$ )
STO	06	Diferencia de Abscisas
STO	03	Sustitución de Abscisas ( $X_l = X_{l-1}$ )
STO	05	Productos parciales (suma de ordenadas por diferencia de abscisas)
STO	07	Productos acumulados

## EJEMPLO DE APLICACION

VERTICE	COORDENADAS		PRODUCTOS PARCIALES	PRODUCTOS ACUMULADOS	ULTIMA ABSCISA
	X	Y			
R1	98.91	102.42			
R2	119.09	102.36	+ 4132.46	+ 4132.46	119.09
R3	122.34	102.49	+ 665.76	+ 4798.22	122.34
R4	124.43	103.08	+ 429.64	+ 5227.86	124.43
R5	125.88	104.83	+ 301.47	+ 5529.33	125.88
R6	126.56	107.98	+ 144.71	+ 5674.04	126.56
R7	126.15	109.76	- 89.27	+ 5584.77	126.15
R8	120.04	135.85	- 1500.68	+ 4084.09	120.04
R9	97.27	134.83	- 6163.38	- 2079.29	97.27
R1	98.91	102.42	+ 389.09	- 1690.20	98.91

SUP-(ULTIMO PRODUCTO ACUMULADO)/2

SUP-(1690.20)/2 = 845.10 m<sup>2</sup>

G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
			fLBLA	0 1	4 2,2 1,1 1	
			RCL 2	0 2	4 5 2	
			RCL 1	0 3	4 5 1	
	2o. Introducir las coordenadas del punto de inicio ( $Y_1, X_1$ ) del polígono ( $I=1$ ); a los registros			$\bar{\pi}$	0 4	4 0
				STO 5	0 5	4 4 5
				gCLX	0 6	4 3 3 5
				RCL 2	0 7	4 5 2
		Ordenada inicial	STO 1	STO 1	0 8	4 4 1
Abscisa inicial		STO 3	gCLX	0 9	4 3 3 5	
			RCL 4	1 0	4 5 4	
			RCL 3	1 1	4 5 3	
			-	1 2	3 0	
			STO 6	1 3	4 4 6	
3o. Introducir las coordenadas de los puntos ( $Y_{I+1}, X_{I+1}$ ) de $I+1$ hasta $I=N$ ; y por cierre el punto inicial a los registros			gCLX	1 4	4 3 3 5	
			RCL 4	1 5	4 5 4	
			STO 3	1 6	4 4 3	
			gCLX	1 7	4 3 3 5	
	Ordenada $Y_{I+1}$	STO 2	RCL 5	1 8	4 5 5	
	Abscisa $X_{I+1}$	STO 4	RCL 6	1 9	4 5 6	
			X	2 0	2 0	
			STO 7	2 1	4 4 7	
	4o. Teclar	f A	Nos presenta el producto parcial	R/S	2 2	3 1
		R/S	Producto acumulado	gCLX	2 3	4 3 3 5
R/S		Ultima abscisa para comprobar la sustitución de las coordenadas	RCL 8	2 4	4 5 8	
			RCL 7	2 5	4 5 7	
			+	2 6	4 0	
			STO 8	2 7	4 4 8	
			R/S	2 8	3 1	
			gCLX	2 9	4 3 3 5	
			RCL 3	3 0	4 5 3	
			R/S	3 1	3 1	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso			gCLX	3 2	4 3 3 5	
			gRTN	3 3	4 3 3 2	
			g P/R			

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	1	Ordenada ( $Y_1$ ), de inicio ( $i=1$ )
RCL	2	Ordenada ( $Y_{i+1}$ )
RCL	3	Abscisa ( $X_1$ ), de inicio ( $i=1$ )
RCL	4	Abscisa ( $X_{i+1}$ )
STO	5	Suma de ordenadas
STO	1	Sustitución de ordenadas ( $Y_i = Y_{i+1}$ )
STO	6	Diferencia de abscisas
STO	3	Sustitución de abscisas ( $X_i = X_{i+1}$ )
STO	7	Productos parciales (suma de ordenadas por diferencia de abscisas)
STO	8	Productos acumulados

## EJEMPLO DE APLICACION

VER.	COORDENADAS		PRODUCTOS PARCIALES	PRODUCTOS ACUMULADOS	ULTIMA ABSCISA
	Y	X			
R2	102.36	119.09			
R3	102.49	122.34	665.76	665.76	122.34
R4	103.08	124.43	429.64	1095.40	124.43
R5	104.83	125.88	301.47	1396.87	125.88
R6	107.98	126.56	144.71	1541.58	126.56
R7	109.76	126.15	89.27	1452.31	126.15
R8	135.85	120.04	-1500.68	48.37	120.04
R9	134.83	97.27	-6163.38	-6211.75	97.27
R1	102.42	98.91	389.09	-5822.66	98.91
R2	102.36	119.09	4132.46	-1690.20	119.09

$$S_{UP} = (1690.20) / 2 = 845.10 \text{ m}^2$$

**PROGRAMA PARA CALCULAR: LAS PROYECCIONES, DISTANCIAS Y RUMBOS  
DE UNA POLIGONAL, DADAS SUS COORDENADAS.**

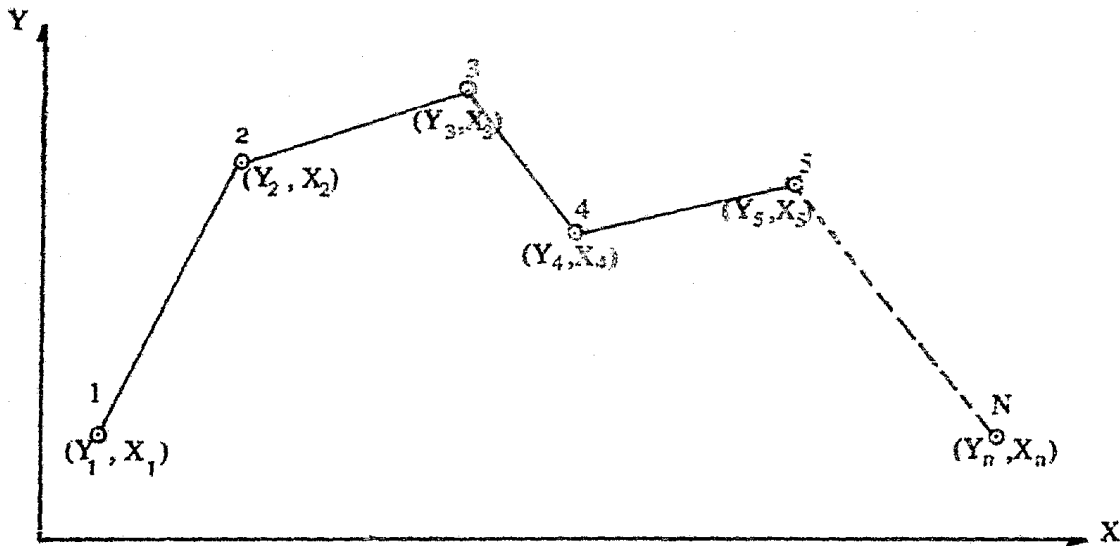
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Las coordenadas (Y, X) de todos los vértices del polígono de N lados

Se requiere calcular:

Las proyecciones (Y, X)  
Las distancias (D) de los lados y los rumbos ( $M_{RBO}$ ) de los lados de la poligonal



Las fórmulas que se utilizan, en el programa para calcular los elementos antes mencionados, son las que a continuación se describen:

Para calcular las proyecciones

$$\begin{aligned} \text{Proyección 'Y'} &= (Y_2 - Y_1) \\ \text{Proyección 'X'} &= (X_2 - X_1) \end{aligned}$$

Para calcular las distancias

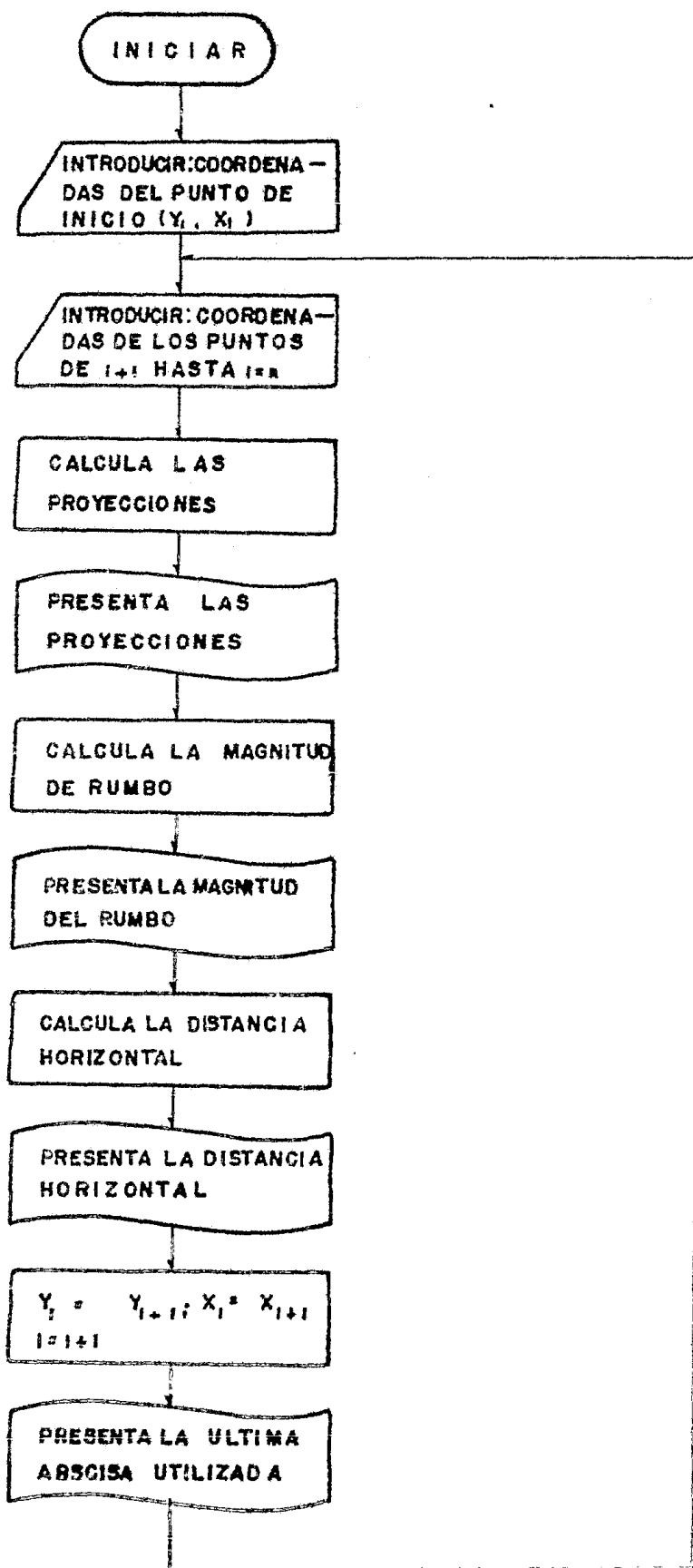
$$D_{1,2} = \sqrt{(\text{Proyección Y})^2 + (\text{Proyección X})^2}$$

Y para calcular la magnitud de los rumbos se utiliza:

$$M_{RBO} = \text{ang TG } (\text{Proyección X} / \text{Proyección Y})$$

**Observación:** La dirección de los rumbos (NE, SW, NW y SE) se determina a partir de los signos de las proyecciones (Y, X)





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 02	0 2	02-75	
2o. Introducir las coordenadas del punto de inicio ( $Y_1, X_1$ ) del polígono ( $I = 1$ ); a los registros			-	0 3	4 3	
			RCL 01	0 5	01-95	
			=	0 6	9 1	
			R/S	0 7	5 0	
			2nd IXI	0 8	4 2	
			STO 05	1 0	05-43	
			RCL 02	1 2	02-42	
			STO 01	1 4	01-43	
	Ordenada inicial	STO 01		RCL 04	1 6	04-75
	Abscisa inicial	STO 03		-	1 7	4 3
3o. Introducir las coordenadas de los puntos ( $Y_{I+1}, X_{I+1}$ ) de $I + 1$ hasta $I = n$ ; a los registros			RCL 03	1 9	03-95	
			=	2 0	9 1	
			R/S	2 1	5 0	
			2nd IXI	2 2	4 2	
			STO 06	2 4	06-43	
			RCL 04	2 6	04-42	
			STO 03	2 8	03-43	
			RCL 05	3 0	05-32	
	Ordenada ( $Y_{I+1}$ )	STO 02		X <sub>1</sub>	3 1	4 3
	Abscisa ( $X_{I+1}$ )	STO 04		RCL 06	3 3	06-22
4o. Teclar			INV	3 4	3 7	
		2nd Pgm	2nd P→R	3 5	2 2	
		RST	INV	3 6	8 8	
		R/S	2nd D.M.S.	3 7	9 1	
			R/S	3 8	3 2	
		R/S	X <sub>1</sub>	3 9	9 1	
		R/S	R/S	4 0	4 3	
		R/S	RCL 03	4 2	03-91	
		R/S	R/S	4 3	6 1	
			GTO 00	4 4	0 0	
Nos presenta proyección 'Y'			LRN			
Proyección 'X'			GTO 00			
Rumbo en ° "						
Distancia horizontal						
Ultima abscisa para comprobar la sustitución de coordenadas						

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	01	Ordenada ( $Y_1$ ), de inicio ( $l=1$ )
RCL	02	Ordenada ( $Y_{l+1}$ )
RCL	03	Abscisa ( $X_1$ ), de inicio ( $l=1$ )
RCL	04	Abscisa ( $X_{l+1}$ )
STO	05	Proyección "Y" en valor absoluto
STO	01	Sustitución de ordenadas ( $Y_l = Y_{l+1}$ )
STO	06	Proyección "X" en valor absoluto
STO	03	Sustitución de abscisas ( $X_l = X_{l+1}$ )

## EJEMPLO DE APLICACION

EST.	P.O.	COORDENADAS		PROYECCIONES		RUMBO (AST. o'MAG)	DISTANC. HORIZONT
		X	Y	$\pm Y$	$\pm X$		
	R 2	119.09	102.36				
R 2	R 3	122.34	102.49	+ 0.13	+ 3.25	N 87°42'E	3.25
R 3	R 4	124.43	103.08	+ 0.59	+ 2.09	N 74°14'E	2.17
R 4	R 5	125.88	104.83	+ 1.75	+ 1.45	N 39°38'E	2.27
R 5	R 6	126.56	107.98	+ 3.15	+ 0.68	N 12°10'E	3.22
R 6	R 7	126.15	109.76	+ 1.78	- 0.41	N 12°58'W	1.83

LOS SIGNOS DE LAS PROYECCIONES INDICAN LOS CUADRANTES

SI: Y+ NORTE

Y- SUR

X+ ESTE

X- OESTE

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R		
			f PRGM	0 0 0	
			f LBL A	0 1	42,21,1 1
			RCL 2	0 2	45 2
			RCL 1	0 3	45 1
			—	0 4	30
			R/S	0 5	31
			g ABS	0 6	43 16
			STO 5	0 7	44 5
			g CLX	0 8	43 35
2o. Introducir las coordenadas del punto de inicio (Y <sub>I</sub> , X <sub>I</sub> ) del polígono (I= 1); a los registros			RCL 2	0 9	45 2
	Ordenada inicial	STO 1	STO 1	1 0	44 1
	Abscisa inicial	STO 3	g CLX	1 1	43 35
			RCL 4	1 2	45 4
			RCL 3	1 3	45 3
			—	1 4	30
			R/S	1 5	31
			g ABS	1 6	43 16
			STO 6	1 7	44 6
			g CLX	1 8	43 35
3o. Introducir las coordenadas de los puntos (Y <sub>I+1</sub> , X <sub>I+1</sub> ) de I + 1 hasta I = N; a los registros			RCL 4	1 9	45 4
	Ordenada (Y <sub>I+1</sub> )	STO 2	STO 3	2 0	44 3
	Abscisa (X <sub>I+1</sub> )	STO 4	g CLX	2 1	43 35
			RCL 6	2 2	45 6
			ENTER	2 3	36
			RCL 5	2 4	45 5
			g →P	2 5	43 26
			STO 7	2 6	44 7
			R/S	2 7	31
			x →y	2 8	34
4o. Teclar	f A	Nos presenta la proyección 'Y'	f →HMS	2 9	42 2
	R/S	Proyección 'X'	STO 8	3 0	44 8
	R/S	Distancia horizontal	R/S	3 1	31
	R/S	Rumbo en °"	g CLX	3 2	43 35
	R/S	Ultima abscisa para comprobar la sustitución de coordenadas	RCL 3	3 3	45 3
			R/C	3 4	31

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	1	Ordenada ( $Y_1$ ), de inicio ( $l=1$ )
RCL	2	Ordenada ( $Y_{l+1}$ )
RCL	3	Abscisa ( $X_1$ ), de inicio ( $l=1$ )
RCL	4	Abscisa ( $X_{l+1}$ )
STO	5	Proyección "Y" en valor absoluto
STO	1	Sustitución de ordenadas ( $Y_l=Y_{l+1}$ )
STO	6	Proyección "X" en valor absoluto
STO	3	Sustitución de abscisas ( $X_l=X_{l+1}$ )
STO	7	Distancia horizontal
STO	8	Magnitud del rumbo en grados, minutos y segundos

## EJEMPLO DE APLICACIÓN

VER	COORDENADAS		PROYECCIONES		DISTANCIA HORIZONTAL	RUMBO (MAG GAST)
	Y	X	Y	X		
1	100.00	100.00				
2	101.82	88.53	+ 1.82	- 11.47	11.61	N 80° 59' W
3	62.65	95.52	- 39.17	+ 6.99	39.79	S 10° 07' E
4	64.21	86.41	+ 1.56	- 9.11	9.24	N 80° 17' W
1	100.00	100.00	+ 35.79	+ 13.59	38.28	N 20° 47' E

LOS SIGNOS DE LAS PROYECCIONES INDICAN LOS CUADRANTES

SI: Y+ NORTE  
 Y- SUR  
 X+ ESTE  
 X- OESTE

**PROGRAMA PARA EFECTUAR LA TRASLACION Y ROTACION  
DE COORDENADAS DE UN SISTEMA (Y, X) A UN SISTEMA (Y', X')**

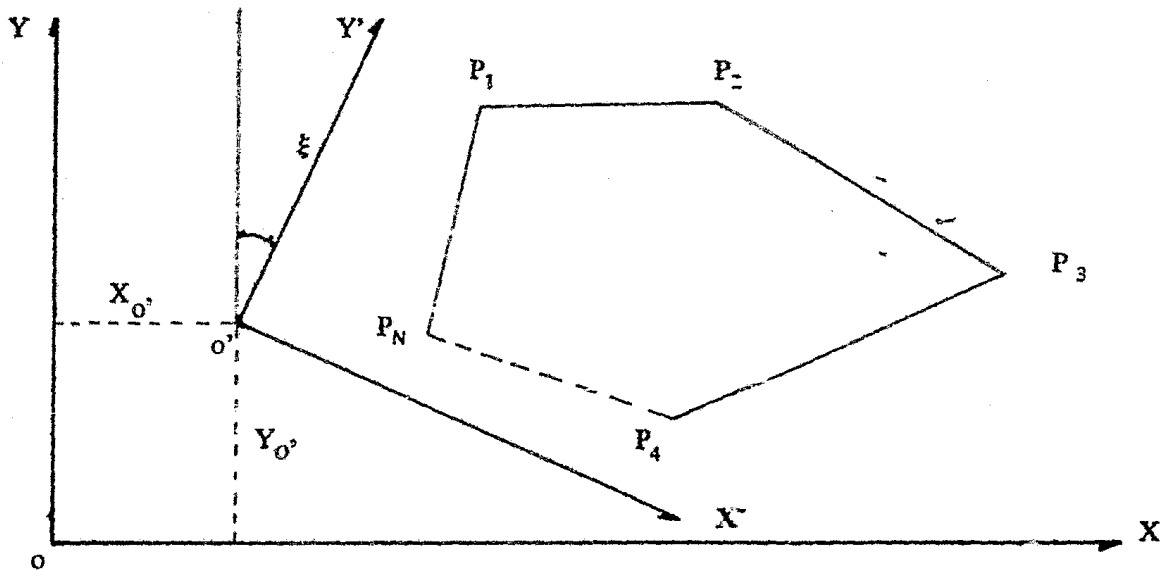
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Las coordenadas de los puntos en el sistema (Y, X),  
Así como dos puntos similares a cualesquiera de los puntos anteriores, en el sistema (Y', X')

Se requiere calcular:

Las coordenadas de los puntos en el sistema (Y', X')



En la figura tenemos dos sistemas de coordenadas (Y, X) y (Y', X') los cuales tienen como origen respectivamente O y O'

Los ejes de estos sistemas son rectangulares y de tal modo orientados que el eje Y' forma un ángulo ( ξ ) con el eje Y

Como estos sistemas no están relacionados por medio de los valores de transformación (traslación: eje 'Y' (Y<sub>0'</sub>), Eje 'X' (X<sub>0'</sub>) y ángulo de rotación ( ξ ) el primer paso es determinarlos en función de los dos puntos conocidos en ambos sistemas

Entre las coordenadas de un mismo punto correspondiente a los dos sistemas hay la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{Punto } P_1 \\ Y_1 &= Y_{0'} + Y_1' \cos \xi - X_1' \sin \xi \end{aligned}$$

$$X_1 = X_{0'} + Y_1' \sin \xi + X_1' \cos \xi$$

$$\begin{aligned} \text{Punto } P_2 \\ Y_2 &= Y_{0'} + Y_2' \cos \xi - X_2' \sin \xi \end{aligned}$$

$$X_2 = X_{0'} + Y_2' \sin \xi + X_2' \cos \xi$$

### ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Restando estas ecuaciones, despejando (sen 'ξ' y cos 'ξ') y dividiendo estos se tiene la (Tg ξ) realizando una serie de transformaciones se llega a la conclusión de que el ángulo 'ξ' es una diferencia de azimutes:

$$\xi = \frac{P_1 - P_2 - R_1' - R_2'}{P_2' - P_1'}$$

Con el ángulo 'ξ' y las coordenadas de los dos puntos en ambos sistemas, se podrá calcular las constantes de transformación se tiene en general, que resolver un problema más que determinado

Con las fórmulas que a continuación se describen se obtendrán las constantes de transformación (Y<sub>0</sub> , X<sub>0</sub>.)

$$Y_{0.} = (1/2) \times (Y_1 + Y_2 - (Y_1' + Y_2') \cos \xi - (X_1' + X_2') \sin \xi)$$

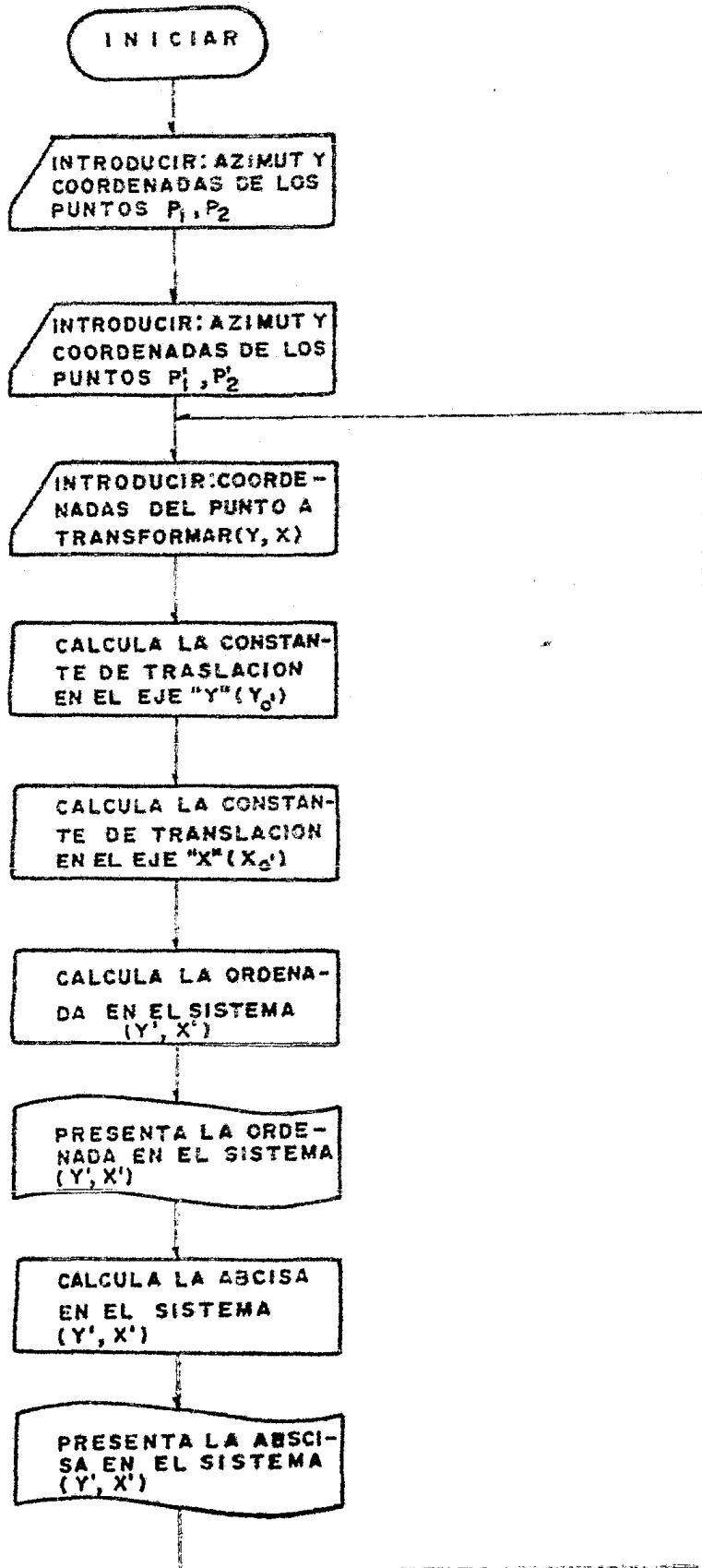
$$X_{0.} = (1/2) \times (X_1 + X_2 - (Y_1' + Y_2') \sin \xi - (X_1' + X_2') \cos \xi)$$

Las coordenadas (Y',X') de cualquier punto en el sistema (Y, X) se obtienen de las siguientes ecuaciones:

$$Y' = (X - X_{0.}) \sin \xi + (Y - Y_{0.}) \cos \xi$$

$$X' = (X - X_{0.}) \cos \xi - (Y - Y_{0.}) \sin \xi$$





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A		
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora TI58, 59			LRN	0 0 0	4 3
			RCL 00	0 2	00-88
			2nd D.M.S.	0 3	7 5
			-	0 4	4 3
			RCL 01	0 6	01-88
			2nd D.M.S.	0 7	9 5
			=	0 8	4 2
			STO 10	1 0	10-38
			2nd Sin	1 1	4 2
			STO 11	1 3	11-25
2o. Introducir azimut y coordenadas de los puntos $P_1$ $P_2$ en los sistemas (Y, X) y (Y', X'); a los registros			CLR	1 4	4 3
	Azimut $P_1$ $P_2$ en $0^\circ$	STO 00	RCL 10	1 6	10-39
	Azimut $P_1'$ $P_2'$ en $0^\circ$	STO 01	2nd Cos	1 7	4 2
	Ordenada del punto $P_1$	STO 02	STO 12	1 9	12-25
	Abscisa del punto $P_1$	STO 03	CLR	2 0	4 3
	Ordenada del punto $P_2$	STO 04	RCL 06	2 2	06-85
	Abscisa del punto $P_2$	STO 05	+	2 3	4 3
	Ordenada del punto $P_1'$	STO 06	RCL 08	2 5	08-95
	Abscisa del punto $P_1'$	STO 07	=	2 6	6 5
	Ordenada del punto $P_2'$	STO 08	X	2 7	4 3
3o. Introducir las coordenadas del punto en el sistema (Y,X) a transformar, a los registros			RCL 12	2 9	12-95
			=	3 0	4 2
	Ordenada	STO 19	STO 13	3 2	13-25
	Abscisa	STO 20	CLR	3 3	4 3
			RCL 07	3 5	07-85
			+	3 6	4 3
			RCL 09	3 8	09-95
			=	3 9	6 5
			X	4 0	4 3
			RCL 11	4 2	11-95
4o. Teclar			=	4 3	4 2
	2nd Pgm		STO 14	4 5	14-25
	RST		CLR	4 6	4 3
	R/S	Nos presenta la ordenada en el sistema (Y', X')	RCL 02	4 8	02-85
	R/S	Abscisa en el sistema (Y', X') del punto dado en el Tercer paso	+	4 9	4 3

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
RCL 04	0 5 1	04 - 95
=	5 2	7 5
-	5 3	4 3
RCL 13	5 5	13 - 95
=	5 6	8 5
+	5 7	4 3
RCL 14	5 9	14 - 95
=	6 0	5 5
+	6 1	0 2
2	6 2	9 5
=	6 3	4 2
STO 15	6 5	15 - 25
CLR	6 6	4 3
RCL 06	6 8	06 - 85
+	6 9	4 3
RCL 08	7 1	08 - 95
=	7 2	6 5
X	7 3	4 3
RCL 11	7 5	11 - 95
=	7 6	4 2
STO 16	7 8	16 - 25
CLR	7 9	4 3
RCL 07	8 1	07 - 85
+	8 2	4 3
RCL 09	8 4	09 - 95
=	8 5	6 5
X	8 6	4 3
RCL 12	8 8	12 - 95
=	8 9	4 2
STO 17	9 1	17 - 25
CLR	9 2	4 3
RCL 03	9 4	03 - 85
+	9 5	4 3
RCL 05	9 7	05 - 95
=	9 8	7 5

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
-	0 9 9	4 3
RCL 16	1 0 1	16 - 95
=	1 0 2	7 5
-	1 0 3	4 3
RCL 17	1 0 5	17 - 95
=	1 0 6	5 5
÷	1 0 7	0 2
2	1 0 8	9 5
=	1 0 9	4 2
STO 18	1 1 1	18 - 25
CLR	1 1 2	4 3
RCL 20	1 1 4	20 - 75
-	1 1 5	4 3
RCL 18	1 1 7	18 - 95
=	1 1 8	6 5
X	1 1 9	4 3
RCL 11	1 2 1	11 - 95
=	1 2 2	4 2
STO 21	1 2 4	21 - 25
CLR	1 2 5	4 3
RCL 19	1 2 7	19 - 75
-	1 2 8	4 3
RCL 15	1 3 0	15 - 95
=	1 3 1	6 5
X	1 3 2	4 3
RCL 12	1 3 4	12 - 95
=	1 3 5	4 2
STO 22	1 3 7	22 - 25
CLR	1 3 8	4 3
RCL 21	1 4 0	21 - 85
+	1 4 1	4 3
RCL 22	1 4 3	22 - 95
=	1 4 4	4 2
STO 23	1 4 6	23 - 91
R/O	1 4 7	2 5



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido	
RCL 00	Azimut $(P_1 P_2)$ en grados, minutos y segundos	
RCL 01	Azimut $(P'_1 P'_2)$ en grados, minutos y segundos	
RCL 02	Ordenada del punto $P_1$	} Sistema (Y, X)
RCL 03	Abscisa del punto $P_1$	
RCL 04	Ordenada del punto $P_2$	
RCL 05	Abscisa del punto $P_2$	
RCL 06	Ordenada del punto $P'_1$	
RCL 07	Abscisa del punto $P'_1$	
RCL 08	Ordenada del punto $P'_2$	
RCL 09	Abscisa del punto $P'_2$	
STO 10	Diferencia de Azimutes en grados y decimales	
STO 11	Seno de la diferencia de Azimutes	
STO 12	Coseno de la diferencia de Azimutes	
STO 13	Factor $(Y'_1 + Y'_2) \cos \xi$	
STO 14	Factor $(X'_1 + X'_2) \sin \xi$	
STO 15	Valor de $(Y_{0'})$ traslación eje Y	
STO 16	Factor $(Y'_1 + Y'_2) \sin \xi$	
STO 17	Factor $(X'_1 + X'_2) \cos \xi$	
STO 18	Valor de $(X_{0'})$ traslación eje X	
RCL 19	Ordenada a transformar	} Al sistema (Y', X')
RCL 20	Abscisa a transformar	
STO 21	Factor $(X - X_{0'}) \sin \xi$	
STO 22	Factor $(Y - Y_{0'}) \cos \xi$	
STO 23	Ordenada en el sistema (Y', X')	
STO 24	Factor $(X - X_{0'}) \cos \xi$	
STO 25	Factor $(Y - Y_{0'}) \sin \xi$	
STO 26	Abscisa en el sistema (Y', X')	

## EJEMPLO DE APLICACION

VERTICE	AZIMUT P1 P2 180° 00'		AZIMUT P'1 P'2 90° 00'	
	SISTEMA O (Y, X)		SISTEMA O' (Y', X')	
	COORDENADAS		COORDENADAS	
	Y	X	Y'	X'
P <sub>1</sub>	3.00	3.00	2.00	- 3.00
P <sub>2</sub>	1.00	3.00	2.00	- 1.00
P <sub>3</sub>	- 3.00	1.00	0.00	3.00
P <sub>4</sub>	1.00	0.00	- 1.00	- 1.00
P <sub>5</sub>	- 1.00	0.00	- 1.00	1.00
P <sub>6</sub>	- 1.00	5.00	4.00	1.00
P <sub>7</sub>	0.00	0.00	- 1.00	0.00
P <sub>8</sub>	1.50	2.00	1.00	- 1.50
P <sub>9</sub>	- 1.00	- 1.00	- 2.00	1.00
P <sub>10</sub>	1.00	5.00	4.00	- 1.00

G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A		
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C  2o. Introducir azimut y coordenadas de los puntos $P_1, P_2$ en los sistemas (Y, X) y (Y' X') a los registros  Azimut $\overline{P_1 P_2}$ en $0''$ Azimut $\overline{P_1' P_2'}$ en $0''$ Ordenada del punto $P_1$ Abscisa del punto $P_1$ Ordenada del punto $P_2$ Abscisa del punto $P_2$ Ordenada del punto $P_1'$ Abscisa del punto $P_1'$ Ordenada del punto $P_2'$ Abscisa del punto $P_2'$  3o. Introducir las coordenadas del punto en el sistema (Y,X), a transformar, a los registros  Ordenada Abscisa  4o. Teclar			g P / R		
			f PRGM	0 0 0	
			f L B L A	0 1	4 2, 2 1, 1 1
			RCL 0	0 2	4 5 0
			g → H	0 3	4 3 2
			RCL 1	0 4	4 5 1
			g → H	0 5	4 3 2
			—	0 6	3 0
			STO .2	0 7	4 4 .2
			g C L X	0 8	4 3 3 5
			RCL 2	0 9	4 5 2
			RCL 4	1 0	4 5 4
			+	1 1	4 0
			ENTER	1 2	3 6
			RCL 6	1 3	4 5 6
			RCL 8	1 4	4 5 8
			+	1 5	4 0
			RCL .2	1 6	4 5 .2
			COS	1 7	2 4
			X	1 8	2 0
		—	1 9	3 0	
		ENTER	2 0	3 6	
		RCL 7	2 1	4 5 7	
		RCL 9	2 2	4 5 9	
		+	2 3	4 0	
		RCL 2	2 4	4 5 .2	
		SIN	2 5	2 3	
		X	2 6	2 0	
		+	2 7	4 0	
		ENTER	2 8	3 6	
		2	2 9	2	
		÷	3 0	1 0	
		STO .3	3 1	4 4 .3	
		g C L X	3 2	4 3 3 5	
		RCL 3	3 3	4 5 3	
		RCL 5	3 4	4 5 5	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del Tercer paso					





## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 0	Azimet ( $P_1 P_2$ ) en grados, minutos y segundos
RCL 1	Azimet ( $P'_1 P'_2$ ) en grados, minutos y segundos
RCL 2	Ordenada del punto $P_1$
RCL 3	Abscisa del punto $P_1$
RCL 4	Ordenada del punto $P_2$
RCL 5	Abscisa del punto $P_2$
RCL 6	Ordenada del punto $P'_1$
RCL 7	Abscisa del punto $P'_1$
RCL 8	Ordenada del punto $P'_2$
RCL 9	Abscisa del punto $P'_2$
RCL .0	Ordenada a transformar
RCL .1	Abscisa a transformar
STO .2	Angulo de rotación ( $\xi$ ) en grados y decimales
STO .3	Valor de ( $Y_0$ ), traslación eje Y
STO .4	Valor de ( $X_0$ ), traslación eje X

Sistema (Y,X)

Sistema (Y',X')

Al sistema (Y',X')

## EJEMPLO DE APLICACION

AZIMUT $P_1 P_2 = 180^{\circ} 00'$ AZIMUT $P'_1 P'_2 = 90^{\circ} 00'$					
SISTEMA $O (Y, X)$			SISTEMA $O' (Y', X')$		
VER	COORDENADAS		VER	COORDENADAS	
	Y	X		Y'	X'
$P_1$	3.00	3.00	$P'_1$	2.00	-3.00
$P_2$	1.00	3.00	$P'_2$	2.00	-1.00
$P_3$	-3.00	1.00	$P'_3$	0.00	3.00
$P_4$	1.00	0.00	$P'_4$	-1.00	-1.00
$P_5$	-1.00	0.00	$P'_5$	-1.00	1.00
$P_6$	-1.00	5.00	$P'_6$	4.00	1.00
$P_7$	0.00	0.00	$P'_7$	-1.00	0.00
$P_8$	1.50	2.00	$P'_8$	1.00	-1.50
$P_9$	-1.00	-1.00	$P'_9$	-2.00	+1.00
$P_{10}$	1.00	5.00	$P'_{10}$	4.00	-1.00

**PROGRAMA PARA RESOLVER EL PROBLEMA DE LOS TRES VERTICES  
O DE INTERSECCION INVERSA**

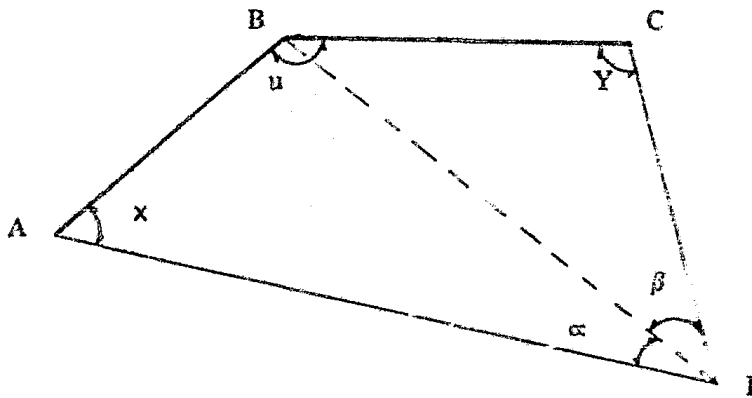
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Distancias  $\overline{AB}$  y  $\overline{BC}$   
 Angulos  $\mu, \alpha, \beta$

Se requiere calcular:

Los ángulos  $X, Y$   
 y las distancias  $\overline{PA}, \overline{PB}$  y  $\overline{PC}$



De la figura tenemos las siguientes relaciones:

$$\alpha + \beta + \mu + X + Y = 360.; X + Y = 360 - (\alpha + \beta + \mu) = m \dots \text{EC 1}$$

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{PB}} \sin \alpha = \frac{\overline{PB}}{\overline{AB}} \sin X; \sin X = \left(\frac{\overline{PB}}{\overline{AB}}\right) \sin \alpha$$

$$\frac{\overline{BC}}{\overline{PB}} \sin \beta = \frac{\overline{PB}}{\overline{BC}} \sin Y; \sin Y = \left(\frac{\overline{PB}}{\overline{BC}}\right) \sin \beta$$

$$\sin X + \sin Y = \left(\frac{\overline{PB} \times \overline{BC} \sin \alpha + \overline{PB} \times \overline{AB} \sin \beta}{\overline{AB} \times \overline{BC}}\right)$$

$$\sin X - \sin Y = \left(\frac{\overline{PB} \times \overline{BC} \sin \alpha - \overline{PB} \times \overline{AB} \sin \beta}{\overline{AB} \times \overline{BC}}\right) = n$$

$$\frac{(\sin X + \sin Y)}{(\sin X - \sin Y)} = \frac{(\text{Tg } 1/2 (X + Y))}{\text{Tg } 1/2 (X - Y)}$$

$$\frac{(\sin X + \sin Y)}{(\sin X - \sin Y)} = \frac{(\text{Tg } 1/2 m)}{(\text{Tg } 1/2 (X - Y))}$$

$$\frac{(\sin X + \sin Y)}{(\sin X - \sin Y)} = \frac{(\overline{BC} \sin \alpha + \overline{AB} \sin \beta)}{(\overline{BC} \sin \alpha - \overline{AB} \sin \beta)} = n$$

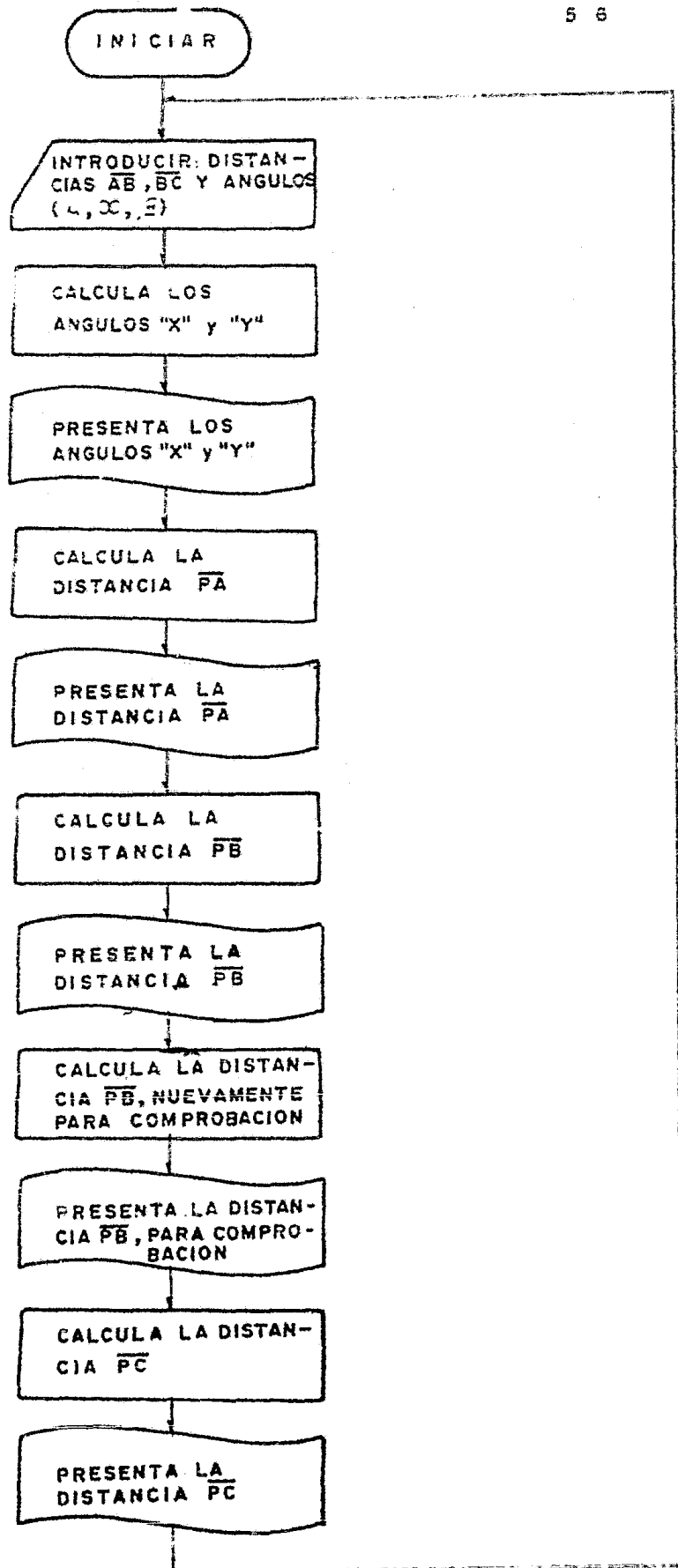
n: en función de elementos conocidos

con (m) y (n) se tiene:

$$\text{Tg } 1/2 (X - Y) = (\text{Tg } 1/2 (m)) / n$$

$$\therefore (X - Y) = 2 \text{ ang Tg } ((\text{Tg } 1/2 (m)) / n) \text{ EC 2}$$

Con las ecuaciones 1 y 2 se obtienen los valores de (X, Y), con estos se determinan los ángulos  $\widehat{ABP}$  y  $\widehat{CBP}$  en el punto 'B', una vez conocidos los ángulos se calculan las distancias  $\overline{PA}, \overline{PB}$  y  $\overline{PC}$  por la ley de senos



GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
			PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI58, 59			LRN	0 0 0	4 3
			RCL 02	0 2	02-88
2o. Introducir a los registros  Distancia $\overline{AB}$ Distancia $\overline{BC}$ Angulo ( $\mu$ ) en $^{\circ}$ '' Angulo ( $\alpha$ ) en $^{\circ}$ '' Angulo ( $\beta$ ) en $^{\circ}$ ''			2nd D.M.S.	0 3	4 2
			STO 05	0 5	05-85
			+	0 6	4 3
			RCL 03	0 8	03-88
			2nd D.M.S.	0 9	4 2
		STO 00	STO 06	1 1	06-95
		STO 01	=	1 2	8 5
		STO 02	+	1 3	4 3
		STO 03	RCL 04	1 5	04-88
		STO 04	2nd D.M.S.	1 6	4 2
			STO 07	1 8	07-95
	3o. Teclar			=	1 9
2nd Pgm			STO 08	2 1	08-25
RST			CLR	2 2	0 3
R/S		Nos presenta ángulo 'X' en $^{\circ}$ ''	3	2 3	0 6
			6	2 4	0 0
R/S		Angulo 'Y' en $^{\circ}$ ''	0	2 5	7 5
			-	2 6	4 3
R/S		Distancia $\overline{PA}$	RCL 08	2 8	08-95
			=	2 9	4 2
R/S		Distancia $\overline{PB}$	STO 09	3 1	09-25
			CLR	3 2	4 3
R/S		Distancia $\overline{PB}$ para comprobar	RCL 07	3 4	07-38
			2nd Sin	3 5	6 5
R/S		Distancia $\overline{PC}$	X	3 6	4 3
			RCL 00	3 8	00-95
			=	3 9	4 2
			STO 10	4 1	10-43
			RCL 06	4 3	06-38
		2nd Sin	4 4	6 5	
		X	4 5	4 3	
		RCL 01	4 7	01-95	
		=	4 8	4 2	

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
STO 11	0 5 0	11 - 75
—	5 1	4 3
RCL 10	5 3	10 - 95
=	5 4	4 2
STO 12	5 6	12 - 43
RCL 11	5 8	11 - 85
+	5 9	4 3
RCL 10	6 1	10 - 95
=	6 2	4 2
STO 13	6 4	13 - 55
$\frac{1}{x}$	6 5	4 3
RCL 12	6 7	12 - 95
=	6 8	4 2
STO 14	7 0	14 - 25
CLR	7 1	4 3
RCL 09	7 3	09 - 55
$\div$	7 4	0 2
2	7 5	9 5
=	7 6	3 0
2nd Tan	7 7	5 5
$\div$	7 8	4 3
RCL 14	8 0	14 - 95
=	8 1	2 2
INV	8 2	3 0
2nd Tan	8 3	9 5
=	8 4	6 5
X	8 5	0 2
2	8 6	9 5
=	8 7	4 2
STO 15	8 9	15 - 85
+	9 0	4 3
RCL 09	9 2	09 - 95
=	9 3	5 5
$\div$	9 4	0 2
2	9 5	9 5

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
=	0 9 6	4 2
STO 16	9 8	16 - 22
INV	9 9	8 8
2nd D.M.S.	1 0 0	9 1
R/S	1 0 1	2 5
CLR	1 0 2	4 3
RCL 09	1 0 4	09 - 75
—	1 0 5	4 3
RCL 16	1 0 7	16 - 95
=	1 0 8	4 2
STO 17	1 1 0	17 - 22
INV	1 1 1	8 8
2nd D.M.S.	1 1 2	9 1
R/S	1 1 3	2 5
CLR	1 1 4	4 3
RCL 16	1 1 6	16 - 85
+	1 1 7	4 3
RCL 06	1 1 9	06 - 95
=	1 2 0	4 2
STO 18	1 2 2	18 - 43
RCL 17	1 2 4	17 - 85
+	1 2 5	4 3
RCL 07	1 2 7	07 - 95
=	1 2 8	4 2
STO 19	1 3 0	19 - 25
CLR	1 3 1	0 1
1	1 3 2	0 8
8	1 3 3	0 0
0	1 3 4	7 5
—	1 3 5	4 3
RCL 18	1 3 7	18 - 95
=	1 3 8	4 2
STO 20	1 4 0	20 - 25
CLR	1 4 1	0 1
1	1 4 2	0 8



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Distancia $\overline{AB}$
RCL	01	Distancia $\overline{BC}$
RCL	02	Angulo ( $\mu$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	03	Angulo ( $\alpha$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	04	Angulo ( $\beta$ ) en grados, minutos y segundos
STO	05	Angulo ( $\mu$ ) en grados y decimales
STO	06	Angulo ( $\alpha$ ) en grados y decimales
STO	07	Angulo ( $\beta$ ) en grados y decimales
STO	08	Factor ( $\mu + \alpha + \beta$ )
STO	09	Angulo (m) en grados y decimales
STO	10	Factor ( $\overline{AB} \text{ sen } \beta$ )
STO	11	Factor ( $\overline{BC} \text{ sen } \alpha$ )
STO	12	Factor ( $\overline{BC} \text{ sen } \alpha - \overline{AB} \text{ sen } \beta$ )
STO	13	Factor ( $\overline{AB} \text{ sen } \beta + \overline{BC} \text{ sen } \alpha$ )
STO	14	Factor (n)
STO	15	Factor (X - Y)
STO	16	Angulo (X) en grados y decimales
STO	17	Angulo (Y) en grados y decimales
STO	18	Factor ( $\alpha + X$ )
STO	19	Factor ( $\beta + Y$ )
STO	20	Factor ( $180 - (\alpha + X)$ )
STO	21	Factor ( $180 - (\beta + Y)$ )
STO	22	Distancia $\overline{PA}$
STO	23	Distancia $\overline{PB}$
STO	24	Distancia $\overline{PB}$ comprobación
STO	25	Distancia $\overline{PC}$



## EJEMPLO DE APLICACION

D A T O S		
DISTANCIA	$\overline{AB}$	841.561
DISTANCIA	$\overline{BC}$	1553.664
ANGULO	$U$	174° 13' 37"
ANGULO	$\alpha$	24° 58' 47"
ANGULO	$\beta$	41° 02' 58"
ELEMENTOS CALCULADOS		
ANGULO	$X$	68° 15' 39"
ANGULO	$Y$	-51° 28' 60"
DISTANCIA	$\overline{PA}$	1989.6293
DISTANCIA	$\overline{PB}$	1851.0844
COMPROBACION	$\overline{PB}$	1851.0844
DISTANCIA	$\overline{PC}$	2363.5185

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
10. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P/R		
			f PRGM	0 0 0	
20. Introducir a los registros			f LBLA	0 1	4 2,2 1,1 1
			RCL 2	0 2	4 5 2
Distancia $\overline{AB}$	STO 0		g $\rightarrow$ H	0 3	4 3 2
	STO 1		STO 2	0 4	4 4 2
Distancia $\overline{BC}$	STO 2		RCL 3	0 5	4 5 3
Angulo ( $\mu$ ) en $0''$	STO 3		g $\rightarrow$ H	0 6	4 3 2
Angulo ( $\alpha$ ) en $0''$	STO 4		STO 3	0 7	4 4 3
Angulo ( $\beta$ ) en $0''$			+	0 8	4 0
30. Teclar	f A	Nos presenta ángulo 'X' en $0''$	RCL 4	0 9	4 5 4
	R/S	Angulo 'Y' en $0''$	g $\rightarrow$ H	1 0	4 3 2
	R/S	Distancia $\overline{PB}$	STO 4	1 1	4 4 4
	R/S	Distancia $\overline{PB}$ para comprobar	+	1 2	4 0
	R/S	Distancia $\overline{PA}$	CHS	1 3	1 6
	R/S	Distancia $\overline{PC}$	ENTER	1 4	3 6
			3	1 5	3
			6	1 6	6
			0	1 7	0
			+	1 8	4 0
			STO 5	1 9	4 4 5
			g CLX	2 0	4 3 3 5
			RCL 3	2 1	4 5 3
			SIN	2 2	2 3
			RCL 1	2 3	4 5 1
			X	2 4	2 0
			ENTER	2 5	3 6
			RCL 4	2 6	4 5 4
			SIN	2 7	2 3
			RCL 0	2 8	4 5 0
			X	2 9	2 0
			-	3 0	3 0
			STO 6	3 1	4 4 6
			g CLX	3 2	4 3 3 5
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			RCL 3	3 3	4 5 3
			SIN	3 4	2 3

PROGRAMA			
TECLAS	PANTALLA		
	PASOS	CODIGO	
RCL 1	0 3 5	45	1
X	3 6		20
ENTER	3 7		36
RCL 4	3 8	45	4
SIN	3 9		23
RCL 0	4 0	45	0
X	4 1		20
+	4 2		40
ENTER	4 3		36
RCL 6	4 4	45	6
÷	4 5		10
STO 6	4 6	44	6
gCLX	4 7	43	35
RCL 5	4 8	45	5
2	4 9		2
÷	5 0		10
TAN	5 1		25
RCL 6	5 2	45	6
÷	5 3		10
gTAN <sup>-1</sup>	5 4	43	25
ENTER	5 5		36
2	5 6		2
X	5 7		20
STO 7	5 8	44	7
RCL 5	5 9	45	5
+	6 0		40
ENTER	6 1		36
2	6 2		2
÷	6 3		10
STO 8	6 4	44	8
f → H.M.S.	6 5	42	2
R/S	6 6		31
gCLX	6 7	43	35
RCL 5	6 8	45	5
RCL 8	6 9	45	8
-	7 0		30

PROGRAMA			
TECLAS	PANTALLA		
	PASOS	CODIGO	
ENTER	0 7 1		36
RCL 8	7 2	45	8
RCL 7	7 3	45	7
-	7 4		30
+	7 5		40
ENTER	7 6		36
2	7 7		2
÷	7 8		10
STO 9	7 9	44	9
f → H.M.S.	9 0	42	2
R/S	8 1		31
gCLX	8 2	43	35
RCL 9	8 3	45	9
SIN	8 4		23
RCL 1	8 5	45	1
X	8 6		20
RCL 4	8 7	45	4
SIN	8 8		23
÷	8 9		10
R/S	9 0		31
gCLX	9 1	43	35
RCL 8	9 2	45	8
SIN	9 3		23
RCL 0	9 4	45	0
X	9 5		20
RCL 3	9 6	45	3
SIN	9 7		23
÷	9 8		10
R/S	9 9		31
gCLX	10 0	43	35
RCL 3	10 1	45	3
RCL 8	10 2	45	8
+	10 3		40
CHS	10 4		16
1	10 5		1
8	10 6		8



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Distancia $\overline{AB}$
RCL	1	Distancia $\overline{BC}$
RCL	2	Angulo ( $\mu$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	3	Angulo ( $\alpha$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	4	Angulo ( $\beta$ ) en grados, minutos y segundos
STO	2	Angulo ( $\mu$ ) en grados y decimales
STO	3	Angulo ( $\alpha$ ) en grados y decimales
STO	4	Angulo ( $\beta$ ) en grados y decimales
STO	5	Factor ( $m=360 - (\mu + \alpha + \beta)$ )
STO	6	Factor ( $\overline{BC} \text{ sen } \alpha - \overline{AB} \text{ sen } \beta$ )
STO	7	Factor ' $\pi$ '
STO	8	Angulo 'X' en grados y decimales
STO	9	Angulo 'Y' en grados y decimales

## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS		
DI STANCIA	$\overline{AB}$	841.561
DI STANCIA	$\overline{BC}$	1553.664
ANGULO	$\mu$	174°13'37"
ANGULO	$\alpha$	24°58'47"
ANGULO	$\beta$	41°02'58"
ELEMENTOS CALCULADOS		
ANGULO	X	68°15'39"
ANGULO	Y	51°28'59"
DI STANCIA	$\overline{BP}$	1851.0844
DI STANCIA	$\overline{AP}$	1989.6293
DI STANCIA	$\overline{CP}$	2363.5185

**PROGRAMA PARA CALCULAR LAS COORDENADAS DE UN PUNTO DETERMINADO  
POR LA INTERSECCION DE DOS RADIACIONES**

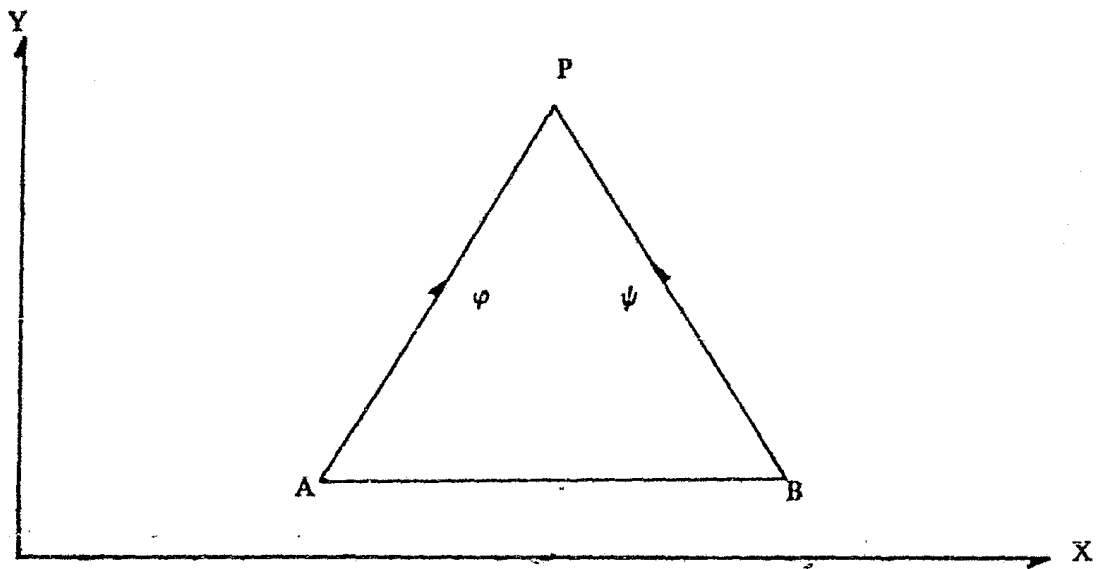
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Rumbos  $\varphi, \psi$   
Coordenadas de  
los puntos A y B

Se requiere calcular:

Las ecuaciones de  
 $\overline{AP}$  y  $\overline{BP}$   
Y el punto de intersección de ambas



Las fórmulas que se utilizan, en el programa para calcular los elementos antes mencionados, son las que se describe a continuación:

El cálculo de pendientes ( $m$ ) y términos independientes ( $n$ ) de las ecuaciones ( $\overline{AP}$  y  $\overline{BP}$ ) se efectúa de la siguiente forma:

$$m_1 = \text{Tg}(90 - \varphi) \quad ; \quad m_2 = \text{Tg}(90 - \psi)$$

$$n_1 = Y_A - m_1 X_A \quad ; \quad n_2 = Y_B - m_2 X_B$$

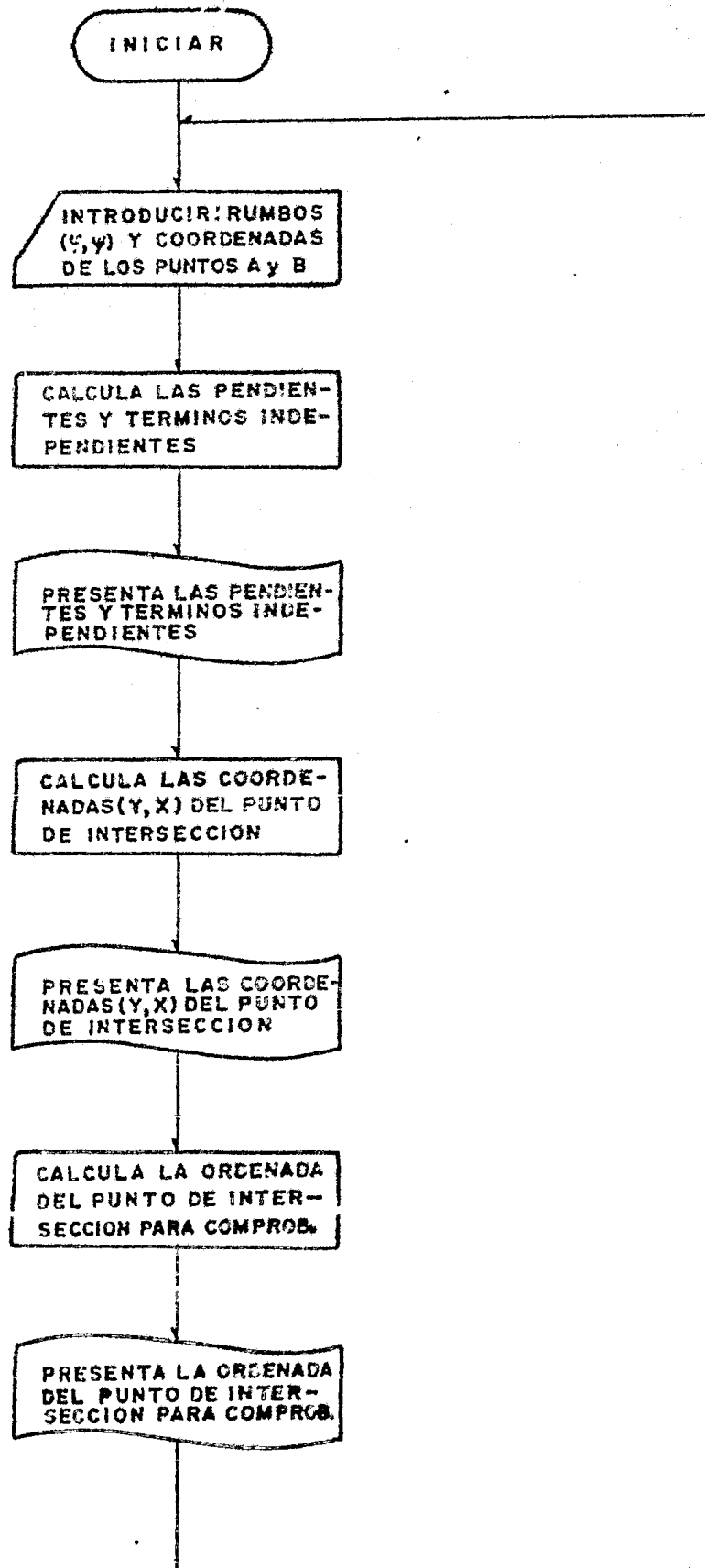
Con los valores anteriores se calcula el valor 'X' del punto de intersección

$$x = (n_2 - n_1) / (m_2 - m_1)$$

El valor de 'Y' se obtiene sustituyendo 'X' en las fórmulas:

$$Y = m_1 X + n_1 \quad Y = m_2 X + n_2$$

Con las que además de resolver el problema, nos permite comprobar el resultado



G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	0 9	
			90	0 2	00-75	
2o. Introducir a los registros  1er. Rumbo (si: NE ó SW positivo; si: NW ó SE negativo) en $0^\circ$ ( $\varphi$ ) Ordenada del punto A Abscisa del punto A  2do. Rumbo (si: NE ó SW positivo; si: NW ó SE negativo) en $0^\circ$ ( $\psi$ ) Ordenada del punto B Abscisa del punto B			-	0 3	4 3	
			RCL 00	0 5	00-88	
			2nd D.M.S.	0 6	9 5	
			=	0 7	3 0	
			2nd tan	0 8	4 2	
		STO 00	STO 06	1 0	06-91	
		STO 01	R/S	1 1	6 5	
		STO 02	X	1 2	4 3	
			RCL 02	1 4	02-95	
			=	1 5	4 2	
			STO 07	1 7	07-25	
			CLR	1 8	4 3	
			RCL 01	2 0	01-75	
			-	2 1	4 3	
			RCL 07	2 3	07-95	
	3o. Teclar			=	2 4	4 2
				STO 08	2 6	08-91
			R/S	2 7	2 5	
		2nd Pgm	CLR	2 8	0 9	
		RST	90	3 0	00-75	
		R/S	-	3 1	4 3	
		R/S	RCL 03	3 3	03-88	
		R/S	2nd D.M.S.	3 4	9 5	
		R/S	=	3 5	3 0	
		R/S	2nd tan	3 6	4 2	
		R/S	STO 09	3 8	09-91	
		R/S	R/S	3 9	6 5	
		R/S	X	4 0	4 3	
			RCL 05	4 2	05-95	
			=	4 3	4 2	
			STO 10	4 5	10-25	
			CLR	4 6	4 3	
		RCL 04	4 8	04-75		

Nos presenta pendiente primera ecuación

Término independiente primera ecuación

Pendiente 2da. Ec.

Término independiente 2da. Ec.

Intersección 'X'

Intersección 'Y'

Intersección 'Y' para comprobar

para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso





## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 00	Primer rumbo: si es (NE, SW) se introduce con signo positivo; si es (NW, SE) se introduce con signo negativo, ambos en grados, minutos y segundos
RCL 01	Ordenada del punto 'A' } origen del 1er. rumbo
RCL 02	Abscisa del punto 'A' }
RCL 03	Segundo rumbo: si es (NE, SW) se introduce con signo positivo; si es (NW, SE) se introduce con signo negativo, ambos en grados, minutos y segundos
RCL 04	Ordenada del punto 'B' } origen del 2º rumbo
RCL 05	Abscisa del punto 'B' }
STO 06	Pendiente de la primera ecuación -
STO 07	Producto de la pendiente por la abscisa del punto A
STO 08	Término independiente primera ecuación
STO 09	Pendiente de la segunda ecuación
STO 10	Producto de la pendiente por la abscisa del punto B
STO 11	Término independiente segunda ecuación
STO 12	Diferencia de términos independientes ( $n_2 - n_1$ )
STO 13	Diferencia de pendientes ( $m_2 - m_1$ )
STO 14	Valor de la incógnita 'X' del punto de intersección
STO 15	Valor de la incógnita 'Y' del punto de intersección
STO 16	Valor de la incógnita 'Y' para comprobar

## EJEMPLO DE APLICACION

VERTICE	COORDENADAS		RUMBO DE INTERSECCION	PENDIENTES (1°30' y (M/S²))	TERMINOS DE (2°30' y (DE 4°))	ECUACIONES LINEALES	PUNTO DE INTERSECCION		
	Y	X					X	Y	Y COMPROB
A	8.0	8.0	N 40° 00' E	1.19	0.04	$Y = 1.19X + 0.04$	8.36	10.00	10.00
C	10.0	0.0	DIRECCION SUR	0.00	10.00	$Y = 10.00$			
1	100.00	100.00	N 80° 00' E	0.033	+ 96.346	$Y = 0.033X + 96.346$	100.346	101.025	101.025
2	125.00	122.01	N 12° 31' W	-4.668	+ 678.687	$Y = -4.668X + 678.687$			

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P/R		
			f PRGM	0 0 0	
2o. Introducir a los registros  1er. Rumbo (si: NE ó SW positivo; si: NW ó SE negativo) en $0^{\circ}$ ( $\varphi$ ) Ordenada del punto A Abscisa del punto A  2do. Rumbo (si: NE ó SW positivo; si: NW ó SE negativo) en $0^{\circ}$ ( $\psi$ ) Ordenada del punto B Abscisa del punto B			↑ LBL A	0 1	42,21,11
			9	0 2	9
			0	0 3	0
			ENTER	0 4	36
			RCL 0	0 5	45 0
			g → H	0 6	43 7
		STO 0	—	0 7	30
		STO 1	TAN	0 8	25
		STO 2	STO 6	0 9	44 6
			R/S	1 0	31
			RCL 2	1 1	45 2
			X	1 2	20
		STO 3	STO 7	1 3	44 7
		STO 4	g CLX	1 4	43 35
		STO 5	RCL 1	1 5	45 1
3o. Teclar	f A	Nos presenta pendiente primera ecuación	RCL 7	1 6	45 7
	R/S	Término independiente segunda ecuación	—	1 7	30
	R/S	Pendiente 2da. ec.	STO 8	1 8	44 8
	R/S	Término independiente 2da. ec.	R/S	1 9	31
	R/S	Intersección 'X'	g CLX	2 0	43 35
	R/S	Intersección 'Y'	9	2 1	9
	R/S	Intersección 'Y' para comprobar	0	2 2	0
			ENTER	2 3	56
			RCL 3	2 4	45 3
			g → H	2 5	43 2
			—	2 6	30
			TAN	2 7	25
			STO 9	2 8	44 9
			R/S	2 9	31
			RCL 5	3 0	45 5
		X	3 1	20	
		STO 10	3 2	44 10	
Para efectuar calculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			g CLX	3 3	43 35
			RCL 4	3 4	45 4



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 0	Primer rumbo: si es (NE, SW) se introduce con signo positivo; si es (NW, SE) se introduce con signo negativo, ambos en grados, minutos y segundos
RCL 1	Ordenada del punto 'A' } origen del 1er. rumbo
RCL 2	Abscisa del punto 'A' }
RCL 3	Segundo rumbo: si es (NE, SW) se introduce con signo positivo, si es (NW, SE) se introduce con signo negativo, ambos en grados, minutos y segundos
RCL 4	Ordenada del punto 'B' } origen del 2º rumbo
RCL 5	Abscisa del punto 'B' }
STO 6	Pendiente de la primera ecuación
STO 7	Producto de la pendiente por la abscisa del punto 'A'
STO 8	Término independiente de la primera ecuación
STO 9	Pendiente de la segunda ecuación
STO .0	Producto de la pendiente por la abscisa del punto 'B'
STO .1	Término independiente de la segunda ecuación
STO .2	Diferencia de términos independientes ( $n_2 - n_1$ )
STO .3	Diferencia de pendientes ( $m_2 - m_1$ )
STO .4	Valor de la incógnita 'X' del punto de intersección
STO .5	Valor de la incógnita 'Y' del punto de intersección
STO .6	Valor de la incógnita 'Y' para comprobar

### EJEMPLO DE APLICACION

VER	COORDENADAS		RUMBOS DE INTERSECCION	PENDIENTES	TERMINOS INDEPENDIENT.	ECUACIONES LINEALES	PUNTO DE INTERSECCION		COMPROBACION
	Y	X					X	Y	
A	6.0	5.0	N 40° 00' E	1.19	0.04	$Y = 1.19X + 0.04$	8.36	10.00	10.00
C	10.0	0.0	DIRECCION ESTE (90°)	0.00	10.00	$Y = 10.00$			
1	100.00	100.00	N 88° 00' E	0.035	+96.508	$Y = 0.035X + 96.508$	129.346	101.025	101.025
2	133.80	122.01	N 12° 37' W	-4.468	+678.897	$Y = -4.468X + 678.897$			

**PROGRAMA PARA COMPENSAR UN TRIANGULO  
POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS**

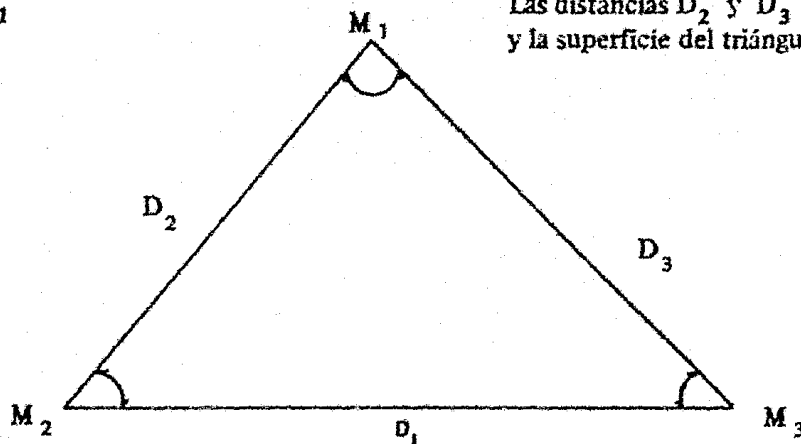
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Ángulos observados,  $M_1$ ,  $M_2$  y  $M_3$   
Distancia  $D_1$

Se requiere calcular:

Los ángulos corregidos  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$   
Las distancias  $D_2$  y  $D_3$   
y la superficie del triángulo



Las fórmulas que se utilizan, en el programa para calcular los elementos antes mencionados, son las que a continuación se describen:

La compensación se efectúa de la siguiente manera

$$A_1 = M_1 + V_1 \quad ; \quad A_2 = M_2 + V_2 \quad ; \quad A_3 = M_3 + V_3$$

A las cuales se les denomina ecuaciones de condición

$$A_1 + A_2 + A_3 = M_1 + M_2 + M_3 + V_1 + V_2 + V_3 = 180$$

Si los pesos de los ángulos observados son iguales tenemos que:

$$M_1 + M_2 + M_3 - 180 = W \quad ; \quad V_1 + V_2 + V_3 + W = 0 \quad ; \quad V_1 = V_2 = V_3 = K$$

$$3K + W = 0 \quad \therefore \quad K = -W/3$$

$$\therefore \quad A_1 = M_1 - W/3 \quad ; \quad A_2 = M_2 - W/3 \quad ; \quad A_3 = M_3 - W/3$$

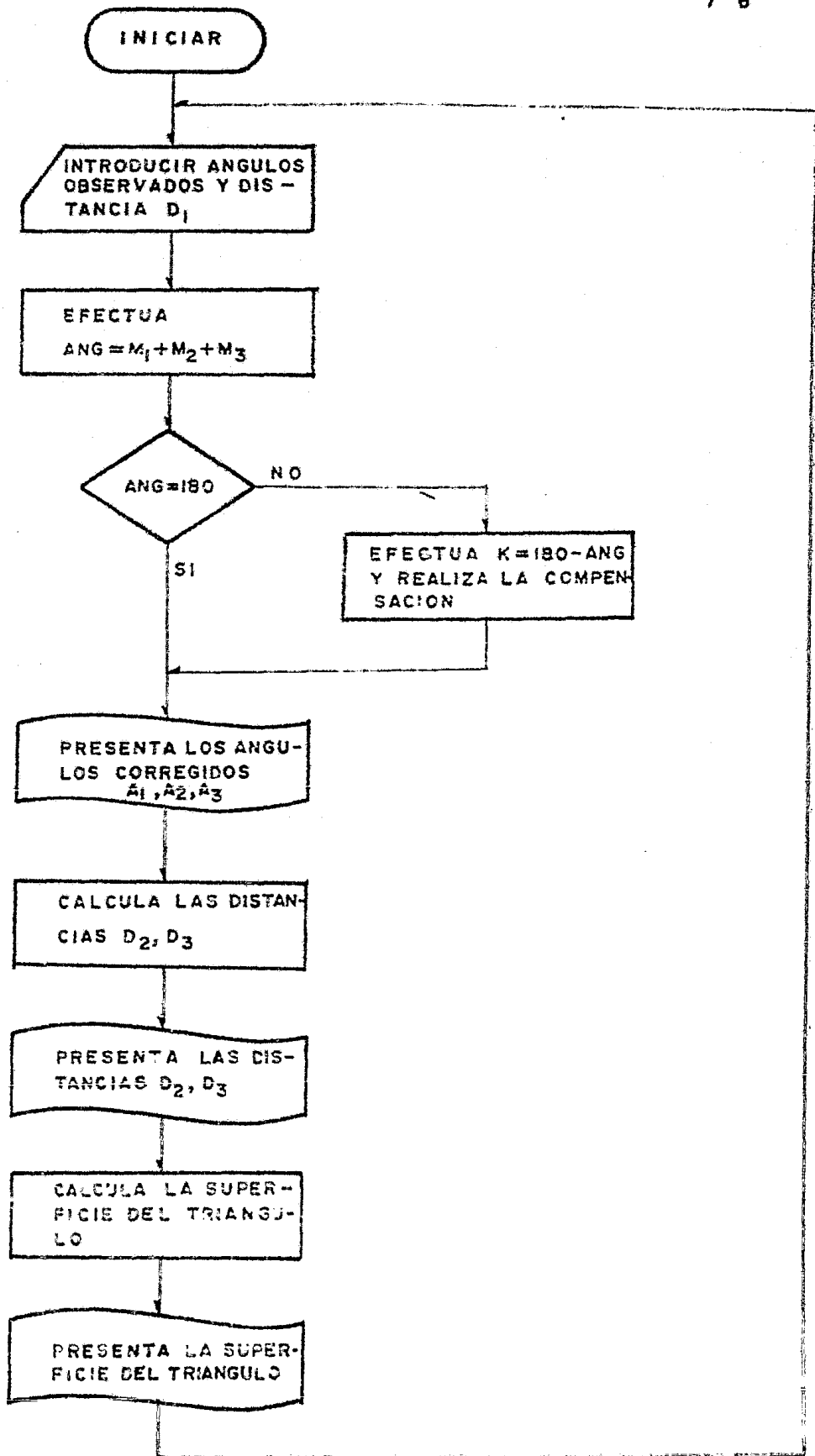
Ecuaciones que nos permiten corregir los ángulos observados

Para calcular las distancias ( $D_2$ ,  $D_3$ ) y la superficie del triángulo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Distancias:} \quad D_1 / \text{sen}(A_1) = D_2 / \text{sen}(A_2) = D_3 / \text{sen}(A_3)$$

$$\text{Superficie (SUP)} = \sqrt{P(p - D_1)(p - D_2)(p - D_3)}$$

$$\text{De donde:} \quad p = (D_1 + D_2 + D_3) / 2$$





GUIA DE OPERACION			PROGRAMA		
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58,59			LRN	0 0 0	4 3
			RCL 00	0 2	00-88
2o. Introducir los ángulos observados y distancia, a los registros  Angulo ( $M_1$ ) en $^{\circ}$ '' Angulo ( $M_2$ ) en $^{\circ}$ '' Angulo ( $M_3$ ) en $^{\circ}$ '' Distancia ( $D_1$ )			2nd D.M.S.	0 3	4 2
			STO 05	0 5	05-85
			+	0 6	4 3
			RCL 01	0 8	01-88
			2nd D.M.S.	0 9	4 2
			STO 06	1 1	06-95
			=	1 2	8 5
			+	1 3	4 3
			RCL 02	1 5	02-88
			2nd D.M.S.	1 6	4 2
			STO 07	1 8	07-95
	3o. Teclar			=	1 9
			STO 08	2 1	08-32
		2nd Pgm	X $\Rightarrow$ t	2 2	0 1
		R ST	i	2 3	0 8
		R / S	5	2 4	0 0
			0	2 5	6 7
		R / S	2nd X $\Rightarrow$ t	2 6	0 0
			67	2 8	67-25
		R / S	CLR	2 9	0 1
			i	3 0	0 8
		R / S	8	3 1	0 0
		R / S	0	3 2	7 5
		R / S	-	3 3	4 3
			RCL 08	3 5	08-95
			=	3 6	5 5
			$\div$	3 7	0 3
			3	3 8	8 5
			=	3 9	4 2
			STO 09	4 1	09-25
			CLR	4 2	4 3
		RCL 05	4 4	05-85	
		+	4 5	4 3	

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
RCL 09	0 4 7	09 - 95
=	4 8	4 2
STO 05	5 0	05 - 43
RCL 06	5 2	06 - 85
+	5 3	4 3
RCL 09	5 5	09 - 95
=	5 6	4 2
STO 06	5 8	06 - 43
RCL 07	6 0	07 - 85
+	6 1	4 3
RCL 09	6 3	09 - 95
=	6 4	4 2
STO 07	6 6	07 - 25
CLR	6 7	4 3
RCL 05	6 9	05 - 22
INV	7 0	8 8
2nd DMS.	7 1	9 1
R / S	7 2	2 5
CLR	7 3	4 3
RCL 06	7 5	06 - 22
INV	7 6	8 8
2nd DMS.	7 7	9 1
R / S	7 8	2 5
CLR	7 9	4 3
RCL 07	8 1	07 - 22
INV	8 2	8 8
2nd DMS.	8 3	9 1
R / S	8 4	2 5
CLR	8 5	4 3
RCL 03	8 7	03 - 55
÷	8 8	4 3
RCL 05	9 0	05 - 38
2nd Stn	9 1	9 5
=	9 2	4 2
STO 10	9 4	10 - 25

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
CLR	0 9 5	4 3
RCL 06	9 7	06 - 38
2nd Stn	9 8	6 5
X	9 9	4 3
RCL 10	1 0 1	10 - 95
=	1 0 2	4 2
STO 11	1 0 4	11 - 91
R / S	1 0 5	2 5
CLR	1 0 6	4 3
RCL 07	1 0 8	07 - 38
2nd Stn	1 0 9	6 5
X	1 1 0	4 3
RCL 10	1 1 2	10 - 95
=	1 1 3	4 2
STO 12	1 1 5	12 - 91
R / S	1 1 6	2 5
CLR	1 1 7	4 3
RCL 03	1 1 9	03 - 85
+	1 2 0	4 3
RCL 11	1 2 2	11 - 95
=	1 2 3	8 5
+	1 2 4	4 3
RCL 12	1 2 6	12 - 95
=	1 2 7	5 5
÷	1 2 8	0 2
2	1 2 9	9 5
=	1 3 0	4 2
STO 13	1 3 2	13 - 75
-	1 3 3	4 3
RCL 03	1 3 5	03 - 95
=	1 3 6	4 2
STO 14	1 3 8	14 - 25
CLR	1 3 9	4 3
RCL 13	1 4 1	13 - 75
-	1 4 2	4 3



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 00	Angulo observado ( $M_1$ ) en grados, minutos y segundos
RCL 01	Angulo observado ( $M_2$ ) en grados, minutos y segundos
RCL 02	Angulo observado ( $M_3$ ) en grados, minutos y segundos
RCL 03	Distancia (Base) medida
STO 05	Angulo observado ( $M_1$ ) en grados y decimales
STO 06	Angulo observado ( $M_2$ ) en grados y decimales
STO 07	Angulo observado ( $M_3$ ) en grados y decimales
STO 08	Suma de ángulos ( $M_1 + M_2 + M_3$ )
STO 09	Factor $K = 180 - (M_1 + M_2 + M_3)$
STO 10	Distancia $D_1 \div \text{sen}(A_1)$
STO 11	Valor de distancia $D_2$
STO 12	Valor de distancia $D_3$
STO 13	Semiperímetro de triángulo $(D_1 + D_2 + D_3) / 2 = p$
STO 14	Diferencia del semiperímetro y el lado $D_1$
STO 15	Diferencia de semiperímetro y el lado $D_2$
STO 16	Diferencia del semiperímetro y el lado $D_3$
STO 17	Superficie del triángulo

## EJEMPLO DE APLICACION

VERTICE	ANGULOS OBSERVADOS	ANGULOS COMPENSADOS	DISTANCIA MEDIDA (M)	DISTANCIAS (M) CALCULADAS	SUPERFICIE DEL TRIANGULO
$M_1$	59° 59'	60° 00'	25.74		
$M_2$	59° 59'	60° 00'		25.74	286.89
$M_3$	59° 59'	60° 00'		25.74	
SUMAS	179° 57'	180° 00'			
$M_1$	43° 52' 20"	43° 52' 10"	59.312		
$M_2$	72° 53' 30"	72° 53' 20"		87.7968	2165.999 M2
$M_3$	63° 14' 40"	63° 14' 30"		76.4201	
SUMAS	180° 00' 30"	180° 00' 00"			

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
			f LBLA	0 1	42,21,11	
			RCL 0	0 2	45 2	
			g →H	0 3	43 2	
			STO 4	0 4	44 4	
	2o. Introducir los ángulos observados y distancia, a los registros  Angulo ( $M_1$ ) en $0^{\circ}$ Angulo ( $M_2$ ) en $0^{\circ}$ Angulo ( $M_3$ ) en $0^{\circ}$ Distancia ( $D_1$ )			RCL 1	0 5	45 4
				g →H	0 6	43 2
				STO 5	0 7	44 5
				+	0 8	40
		STO 0		RCL 2	0 9	45 2
		STO 1		g →H	1 0	43 2
		STO 2		STO 6	1 1	44 6
		STO 3		+	1 2	40
				STO 7	1 3	44 7
				1	1 4	1
3o. Teclar	f A	Nos presenta ángulo ( $A_1$ ) corregido en $0^{\circ}$	8	1 5	8	
	R/S	Ángulo ( $A_2$ ) corregido en $0^{\circ}$	f X=Y	1 7	42 40	
	R/S	Ángulo ( $A_3$ ) corregido en $0^{\circ}$	GTO 1	1 8	22 1	
	R/S	Distancia ( $D_2$ )	g CLX	1 9	43 35	
	R/S	Distancia ( $D_3$ )	1	2 0	1	
	R/S	Superficie del triángulo	8	2 1	8	
			0	2 2	0	
			RCL 7	2 3	45 7	
			-	2 4	30	
			ENTER	2 5	36	
			3	2 6	3	
			÷	2 7	10	
			STO 8	2 8	44 8	
			RCL 4	2 9	45 4	
			+	3 0	40	
		STO 4	3 1	44 4		
		RCL 8	3 2	45 8		
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			RCL 5	3 3	45 5	
		+	3 4	40		



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Angulo observado ( $M_1$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	1	Angulo observado ( $M_2$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	2	Angulo observado ( $M_3$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	3	Distancia (Base) medida
STO	7	Factor ( $M_1 + M_2 + M_3$ )
STO	8	Factor ( $180 - (M_1 + M_2 + M_3)$ )
STO	4	Angulo ( $A_1$ ) corregido, en grados y decimales
STO	5	Angulo ( $A_2$ ) corregido, en grados y decimales
STO	6	Angulo ( $A_3$ ) corregido, en grados y decimales
STO	9	Distancia $D_1 \div \text{sen}(A_1)$
STO	.0	Distancia $D_2$
STO	.1	Distancia $D_3$
STO	.2	Semiperímetro del triángulo $(D_1 + D_2 + D_3) / 2$
STO	.3	Superficie del triángulo

## EJEMPLO DE APLICACION

VER.	ANGULOS OBSERVADOS	ANGULOS COMPENSADOS	DISTANCIA BASE DI	DISTANCIAS CALCULADAS	SUPERFICIE DEL TRIANGULO
$M_1$	59°59'	60°00'	25.74	25.74	286.89 m <sup>2</sup>
$M_2$	59°59'	60°00'			
$M_3$	59°59'	60°00'			
$M_1$	43°52'20"	43°52'10"	59.312	81.7968	2165.999 m <sup>2</sup>
$M_2$	72°53'30"	72°53'20"			
$M_3$	63°14'40"	63°14'30"			

PROGRAMA PARA CALCULAR LA ALTURA DE UN TRIANGULO

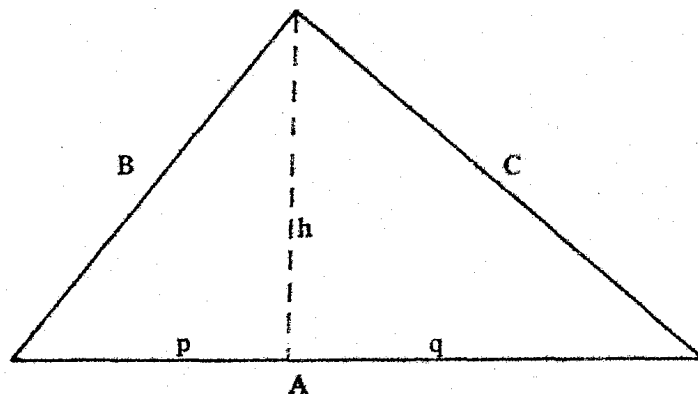
ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Los lados A, B y C

Se requiere calcular:

La altura (h) del triángulo



De la figura tenemos las siguientes relaciones:

$$h^2 = B^2 - p^2 \quad \text{y} \quad h^2 = C^2 - q^2$$

Iguando ambas ecuaciones se tiene que:

$$B^2 - p^2 = C^2 - q^2 \dots\dots\dots \text{Ec 1}$$

$$\text{pero } A = p + q \dots\dots\dots \text{Ec 2}$$

Sustituyendo 2 en 1; y realizando operaciones algebraicas se tiene que:

$$p = (A^2 + B^2 - C^2) / 2A$$

Una vez conocido 'p' se obtiene 'q' en la fórmula

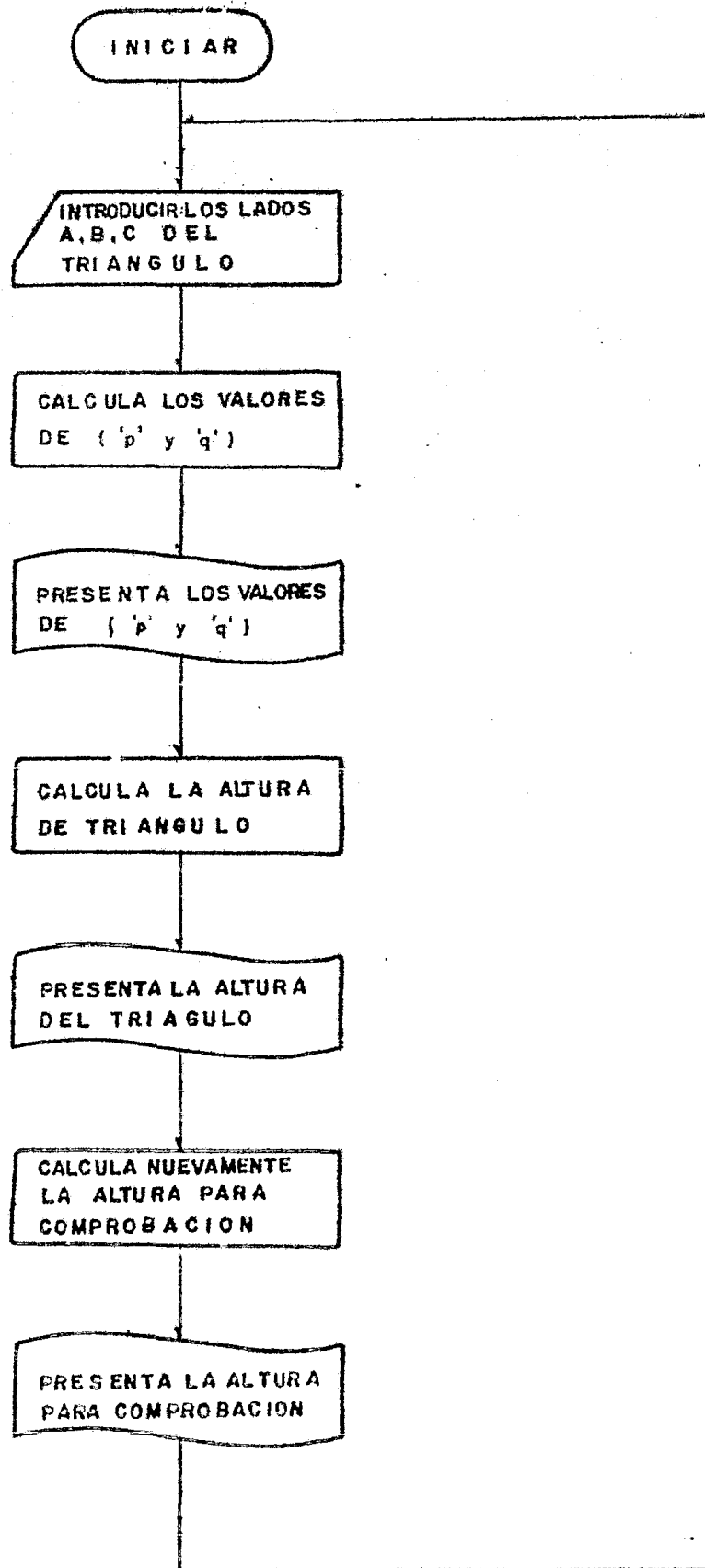
$$q = A - p$$

Sustituyendo los valores de 'p' y 'q' en las ecuaciones

$$h^2 = B^2 - p^2 \quad \text{y} \quad h^2 = C^2 - q^2$$

Se obtiene el valor de la altura (h), con lo cual además de resolver el problema nos permite comprobar el resultado





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 00	0 2	0 0-33	
			$x^2$	0 3	8 5	
			+	0 4	4 3	
			RCL 01	0 6	0 1-33	
			$x^2$	0 7	9 5	
			=	0 8	7 5	
			-	0 9	4 3	
			RCL 02	1 1	0 2-33	
			$x^2$	1 2	9 5	
			=	1 3	4 2	
			STO 03	1 5	0 3-25	
			CLR	1 6	4 3	
			RCL 00	1 8	0 0-65	
			X	1 9	0 2	
			2	2 0	9 5	
			=	2 1	4 2	
	2o. Introducir los lados del triángulo, a los registros Lado A Lado B Lado C	STO 00		STO 04	2 3	0 4-35
		STO 01		1/X	2 4	6 5
		STO 02		X	2 5	4 3
			RCL 03	2 7	0 3-95	
			=	2 8	4 2	
			STO 05	3 0	0 5-91	
			R/S	3 1	2 5	
			CLR	3 2	4 3	
			RCL 00	3 4	0 0-75	
			-	3 5	4 3	
			RCL 05	3 7	0 5-95	
			=	3 8	4 2	
			STO 06	4 0	0 6-91	
			R/S	4 1	2 5	
			CLR	4 2	4 3	
		RCL 01	4 4	0 1-33		
		$x^2$	4 5	7 5		
3o. Teclar	2nd Pgm		-	4 6	4 3	
	RST					
	R/S	Nos presenta el valor de 'p'				
	R/S	Valor de 'q'				
	R/S	La altura del triángulo				
	R/S	Altura del triángulo para comprobar				
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso						



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Distancia (A)
RCL	01	Distancia (B)
RCL	02	Distancia (C)
STO	03	Factor $(A^2 + B^2 - C^2)$
STO	04	Factor (2A)
STO	05	Valor de 'p'
STO	06	Valor de 'q'
STO	07	Altura del triángulo
STO	08	Altura del triángulo para comprobación

## EJEMPLO DE APLICACION

LADOS DEL TRIANGULO			VALOR P	VALOR	ALTURA	COMPROBAN- DO ALTURA
A	B	C	P	q		
70.00	75.00	65.00	45.00	25.00	60.00	60.00
10.00	10.00	10.00	5.00	5.00	8.66	8.66

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
2o. Introducir los lados del triángulo, a los registros  Lado A Lado B Lado C			f LBL A	0 1	42,21,11	
			RCL 0	0 2	45 0	
			g X <sup>2</sup>	0 3	43 11	
			RCL 1	0 4	45 1	
			g X <sup>2</sup>	0 5	43 11	
			+	0 6	40	
			ENTER	0 7	36	
			RCL 2	0 8	45 2	
			g X <sup>2</sup>	0 9	43 11	
			-	1 0	30	
			STO 3	1 1	44 3	
			g CLX	1 2	43 35	
			RCL 0	1 3	45 0	
	3o. Teclar	f	A Nos presenta el valor de 'p'	ENTER	1 4	36
				2	1 5	2
			X	1 6	20	
R/S		Valor de 'q'	STO 4	1 7	44 4	
			1/X	1 8	15	
R/S		La altura del triángulo	ENTER	1 9	36	
			RCL 3	2 0	45 3	
R/S		Altura del triángulo para comprobar	X	2 1	20	
			STO 5	2 2	44 5	
			R/S	2 3	31	
			g CLX	2 4	43 35	
			RCL 0	2 5	45 0	
			RCL 5	2 6	45 5	
			-	2 7	30	
			STO 6	2 6	44 6	
		R/S	2 9	31		
		g CLX	3 0	43 35		
		RCL 1	3 1	45 1		
		g X <sup>2</sup>	3 2	43 11		
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			RCL 5	3 3	45 5	
			g X <sup>2</sup>	3 4	43 11	



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Distancia (A)
RCL	1	Distancia (B)
RCL	2	Distancia (C)
STO	3	Factor ( $A^2 + B^2 - C^2$ )
STO	4	Factor (2A)
STO	5	Valor de 'p'
STO	6	Valor de 'q'
STO	7	Altura del Triángulo
STO	8	Altura del Triángulo para comprobación

## EJEMPLO DE APLICACION

LADOS DEL TRIANGULO			VALOR	VALOR	ALTURA	COMPROBAC.
A	B	C	P	q		ALTURA
70.00	75.00	65.00	45.00	25.00	60.00	60.00
10.00	10.00	10.00	5.00	5.00	8.66	8.66

**PROGRAMA PARA CALCULAR LAS RAICES  
DE UNA ECUACION DE SEGUNDO GRADO**

ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Los coeficientes a, b, c de  
La ecuación de segundo grado

Se requiere calcular:

Las raíces reales o imaginarias

Tenemos que la forma general de una ecuación de segundo grado es:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Y que sus raíces  $X_1$  y  $X_2$  se obtienen con la fórmula general siguiente:

$$X_1, X_2 = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a$$

Si el discriminante ( $b^2 - 4ac$ ) es menor que cero, tendremos raíces imaginarias, las cuales contienen una parte real y una parte compleja

$$X_1 = X + iY; X_2 = X - iY \text{ de donde } i = \sqrt{-1}$$

$$X = -b/2a \quad ; \quad Y = (\pm \sqrt{|b^2 - 4ac|}) / 2a$$

Si el discriminante antes mencionado es igual a cero, tendremos raíces reales iguales

$$\text{Si } D = (b^2 - 4ac) = 0 \quad X_1 = X_2 = -b/2a$$

Cuando el discriminante es mayor que cero tenemos dos raíces reales diferentes

$$X_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{y} \quad X_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

De donde :

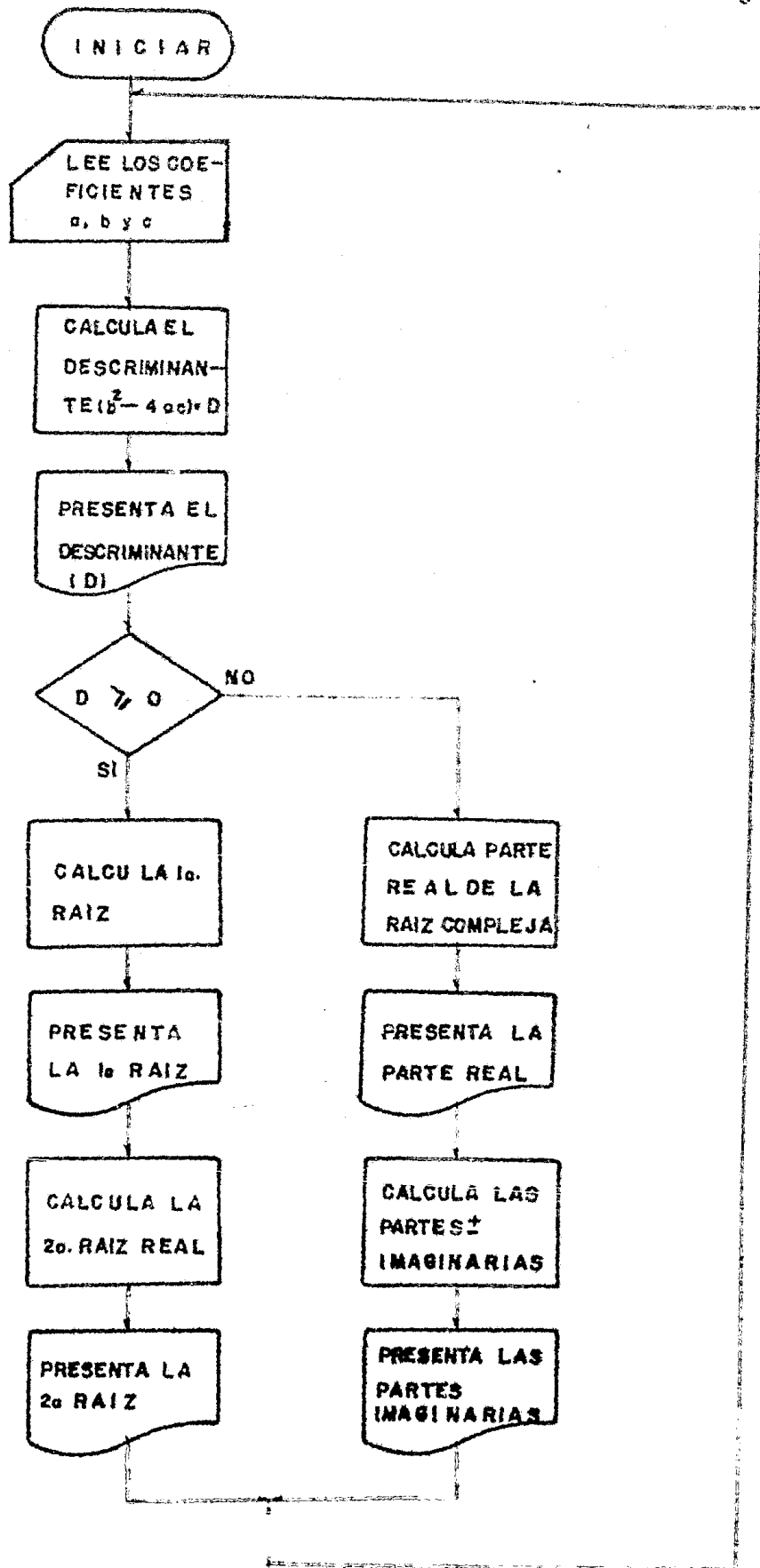
a = coeficiente de la incógnita elevada a la segunda potencia

b = coeficiente de la incógnita elevada a la primera potencia

c = término independiente

$X_1; X_2$  raíces de la ecuación de segundo grado, condición  $a \neq 0$





GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 00	0 2	00-65	
2o. Introducir los coeficientes de la ecuación a los registros a b c			X	0 3	4 3	
			RCL 02	0 5	02-95	
			=	0 6	6 5	
			X	0 7	0 4	
			4	0 8	9 5	
			=	0 9	4 2	
		STO 00		STO 03	1 1	03-43
		STO 01		RCL 01	1 3	01-33
		STO 02		X <sup>2</sup>	1 4	7 5
				-	1 5	4 3
3o. Teclar	2nd Pgm		RCL 03	1 7	03-95	
	RST		=	1 8	4 2	
	R/S	Nos presenta el valor del discriminante (+, 0, -)	STO 04	2 0	04-91	
			R/S	2 1	3 2	
			X <sup>2</sup> +	2 2	0 0	
	R/S	Si el discriminante mayor o igual a cero presenta la 1a. raíz real; si es menor que cero presenta la parte real de la raíz compleja	0	2 3	7 7	
			2nd X <sup>2</sup> +	2 4	0 0	
			6 2	2 6	62-25	
			CLR	2 7	4 3	
			RCL 00	2 9	00-65	
			X	3 0	0 2	
			2	3 1	9 5	
			=	3 2	4 2	
	R/S	Si el discriminante mayor o igual a cero presenta la 2a. raíz real; si es menor que cero presenta la parte imaginaria de la raíz compleja	STO 05	3 4	05-25	
			CLR	3 5	4 3	
			RCL 01	3 7	01-94	
			+/-	3 8	8 5	
			+	3 9	4 3	
		RCL 04	4 1	04-34		
		VX <sup>-</sup>	4 2	9 5		
		=	4 3	5 5		
		÷	4 4	4 3		
		RCL 05	4 6	05-95		

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
=	0 4 7	9 1
R/S	4 8	2 5
CLR	4 9	4 3
RCL 01	5 1	01-94
+/-	5 2	7 5
-	5 3	4 3
RCL 04	5 5	04-34
$\sqrt{x}$	5 6	9 5
=	5 7	5 5
$\div$	5 8	4 3
RCL 05	6 0	05-95
=	6 1	9 1
R/S	6 2	2 5
CLR	6 3	4 3
RCL 04	6 5	04-32
X $\rightarrow$ 1	6 6	0 0
0	6 7	6 7
2nd X $\rightarrow$ 1	6 8	0 0
9 7	7 0	97-25
CLR	7 1	4 3
RCL 00	7 3	00-65
X	7 4	0 2
2	7 5	9 5
=	7 6	4 2
STO 05	7 8	05-43
RCL 01	8 0	01-94
+/-	8 1	5 5
$\div$	8 2	4 3
RCL 05	8 4	05-95
=	8 5	9 1
R/S	8 6	2 5
CLR	8 7	4 3
RCL 04	8 8	04-50
2nd RCL	9 0	3 4
$\sqrt{x}$	9 1	5 5

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
$\div$	0 9 2	4 3
RCL 05	9 4	05-95
=	9 5	9 1
R/S	9 6	2 5
CLR	9 7	4 3
RCL 00	9 9	00-65
X	1 0 0	0 2
2	1 0 1	9 5
=	1 0 2	4 2
STO 05	1 0 4	05-43
RCL 01	1 0 6	01-94
+/-	1 0 7	8 5
+	1 0 8	4 3
RCL 04	1 1 0	04-34
$\sqrt{x}$	1 1 1	9 5
=	1 1 2	5 5
$\div$	1 1 3	4 3
RCL 05	1 1 5	05-95
=	1 1 6	9 1
R/S	1 1 7	2 5
CLR	1 1 8	4 3
RCL 01	1 2 0	01-94
+/-	1 2 1	7 5
-	1 2 2	4 3
RCL 04	1 2 4	04-34
$\sqrt{x}$	1 2 5	9 5
=	1 2 6	5 5
$\div$	1 2 7	4 3
RCL 05	1 2 9	05-95
=	1 3 0	9 1
R/S	1 3 1	2 5
CLR	1 3 2	6 1
GTO 00	1 3 3	0 0
LRN		
GTO 00		

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 00	Coefficiente de la incógnita elevada a la segunda potencia (a)
RCL 01	Coefficiente de la incógnita elevada a la primera potencia (b)
RCL 02	Término independiente de la ecuación (c)
STO 03	Factor (4ac)
STO 04	Discriminante; valor con signo ( $b^2 - 4ac$ )
STO 05	Factor (2a)

## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS BASICOS (DADOS)			ELEMENTOS CALCULADOS						
COEFICIENTES			VALOR DEL	RAICES REALES DESIG.		RAICES IGUALES		RAICES COMPLEJAS	
a	b	c	DESCRIMI- NANTE(+,-)	PRIMERA RAIZ	SEGUNDA RAIZ	PRIMERA RAIZ	SEGUNDA RAIZ	PARTE REAL	PARTE IMAGINARIA
+ 2.00	+ 4.00	+ 5.0000	- 24.00					- 1.00	(±) + 1.22
+ 6.00	+ 5.00	+ 0.375	+ 16.00	- 0.083	- 0.750				
+ 1.00	+ 2.00	+ 1.000	0.000			- 1.00	- 1.00		
+ 6.00	- 5.00	+ 0.375	+ 16.00	+ 0.750	+ 0.083				

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			fPRGM	0 0 0		
2o. Introducir los coeficientes de la ecuación a los registros a b c			fLBL A	0 1	42,21,1 1	
			RCL 0	0 2	45 0	
			RCL 2	0 3	45 2	
			X	0 4	2 0	
			ENTER	0 5	3 6	
			4	0 6	4	
			X	0 7	2 0	
			STO 3	0 8	44 33	
			gCLX	0 9	43 35	
			RCL 1	1 0	45 1	
3o. Teclar			g X <sup>2</sup>	1 1	43 1 1	
			RCL 3	1 2	45 3	
			-	1 3	3 0	
		f A	Nos presenta el valor del discriminante (+, o, -)	STO 4	1 4	44 4
		R/S	Si el discriminante mayor o igual que cero presenta la 1a. raíz real; si es menor que cero presenta la parte real de la raíz compleja	R/S	1 5	3 1
				0	1 6	0
				fx = y	1 7	42 4 0
				GTO 1	1 8	22 1
				fx > y	1 9	42 2 0
				GTO 2	2 0	22 2
		R/S	Si el discriminante mayor o igual a cero presenta la 2a. raíz real; si es menor que cero presenta la parte imaginaria de la raíz compleja	RCL 0	2 1	45 0
				ENTER	2 2	3 6
				2	2 3	2
				X	2 4	2 0
				STO 5	2 5	44 5
				gCLX	2 6	43 35
				RCL 1	2 7	45 1
				CHS	2 8	1 6
				ENTER	2 9	3 6
				RCL 4	3 0	45 4
			√x	3 1	1 1	
			+	3 2	4 0	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			ENTER	3 3	3 6	
			RCL 5	3 4	45 5	

PROGRAMA			
TECLAS	PANTALLA		
	PASOS	CODIGO	
÷	035		10
R/S	36		31
gCLX	37	43	35
RCL 1	38	45	1
CHS	39		16
ENTER	40		36
RCL 4	41	45	4
$\sqrt{x}$	42		11
-	43		30
ENTER	44		36
RCL 5	45	45	5
÷	46		10
R/S	47		31
gCLX	48	43	35
gRTN	49	43	32
FLBL 2	50	42-21	2
RCL 0	51	45	0
ENTER	52		36
2	53		2
X	54		20
STO 5	55	44	5
gCLX	56	43	35
RCL 1	57	45	1
CHS	58		16
ENTER	59		36
RCL 5	60	45	5
÷	61		10
R/S	62		31
gCLX	63	43	35
RCL 4	64	45	4
gABS	65	43	18
$\sqrt{x}$	66		11
ENTER	67		36
RCL 5	68	45	5
-	69		10
R/S	70		31

PROGRAMA			
TECLAS	PANTALLA		
	PASOS	CODIGO	
gCLX	071	43	35
gRTN	72	43	32
FLBL 1	73	42-21	1
RCL 0	74	45	0
ENTER	75		36
2	76		2
X	77		20
STO 5	78	44	5
gCLX	79	43	35
RCL 1	80	45	1
CHS	81		16
ENTER	82		36
RCL 4	83	45	4
$\sqrt{x}$	84		11
+	85		40
ENTER	86		36
RCL 5	87	45	5
÷	88		10
R/S	89		31
gCLX	90	43	35
RCL 1	91	45	1
CHS	92		16
ENTER	93		36
RCL 4	94	45	4
$\sqrt{x}$	95		11
-	96		30
ENTER	97		36
RCL 5	98	45	5
÷	99		10
R/S	100		31
gCLX	101	43	35
gRTN	102	43	32
gP/R			

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 0	Coefficiente de la incógnita elevada a la segunda potencia (a)
RCL 1	Coefficiente de la incógnita elevada a la primera potencia (b)
RCL 2	Término independiente de la ecuación (c)
STO 3	Factor (4ac)
STO 4	Determinante, valor con signo ( $b^2 - 4ac$ )
STO 5	Factor (2a)

## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS			ELEMENTOS CALCULADOS						
COEFICIENTES			VALOR DEL DISCRIMINANTE	RAICES REALES DESIG.		RAICES IGUALES		RAICES COMPLEJAS	
a	b	c		1º RAIZ	2º RAIZ	1º RAIZ	2º RAIZ	REAL	IMAGINARIA
+2.00	+4.00	+5.00	-24.00					-1.00	(±) +1.22
+6.00	+5.00	+0.375	+16.00	-0.083	-0.750				
+1.00	+2.00	+1.00	0.00				-1.00	-1.00	
+6.00	-5.00	+0.375	+16.00	+0.750	+0.083				

## PROGRAMA PARA CALCULAR LOS ELEMENTOS DE UNA CURVA HORIZONTAL

ESPECIFICACION DEL PROBLEMADatos:

Angulo de deflexión ( $\Delta$ )  
Grado de curvatura (G)

Se requiere calcular:

El radio (R)  
La subtangente (ST)  
y la longitud de la curva (LC)

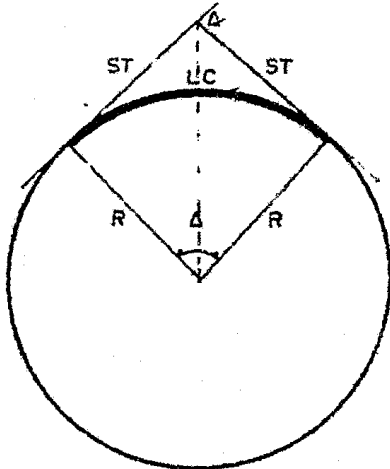


FIG 1

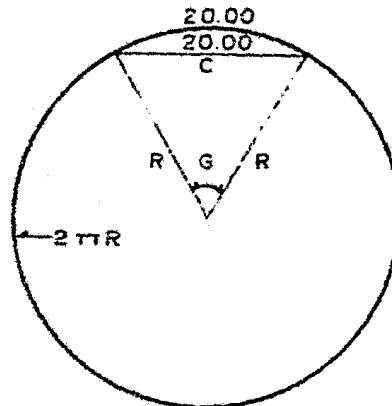


FIG 2

De la figura dos tenemos la siguiente relación

$$2 \pi R : 20 :: 360^\circ : G$$

De donde:

$$R = 1.145.9156/G$$

Fórmula que se utiliza para calcular el radio

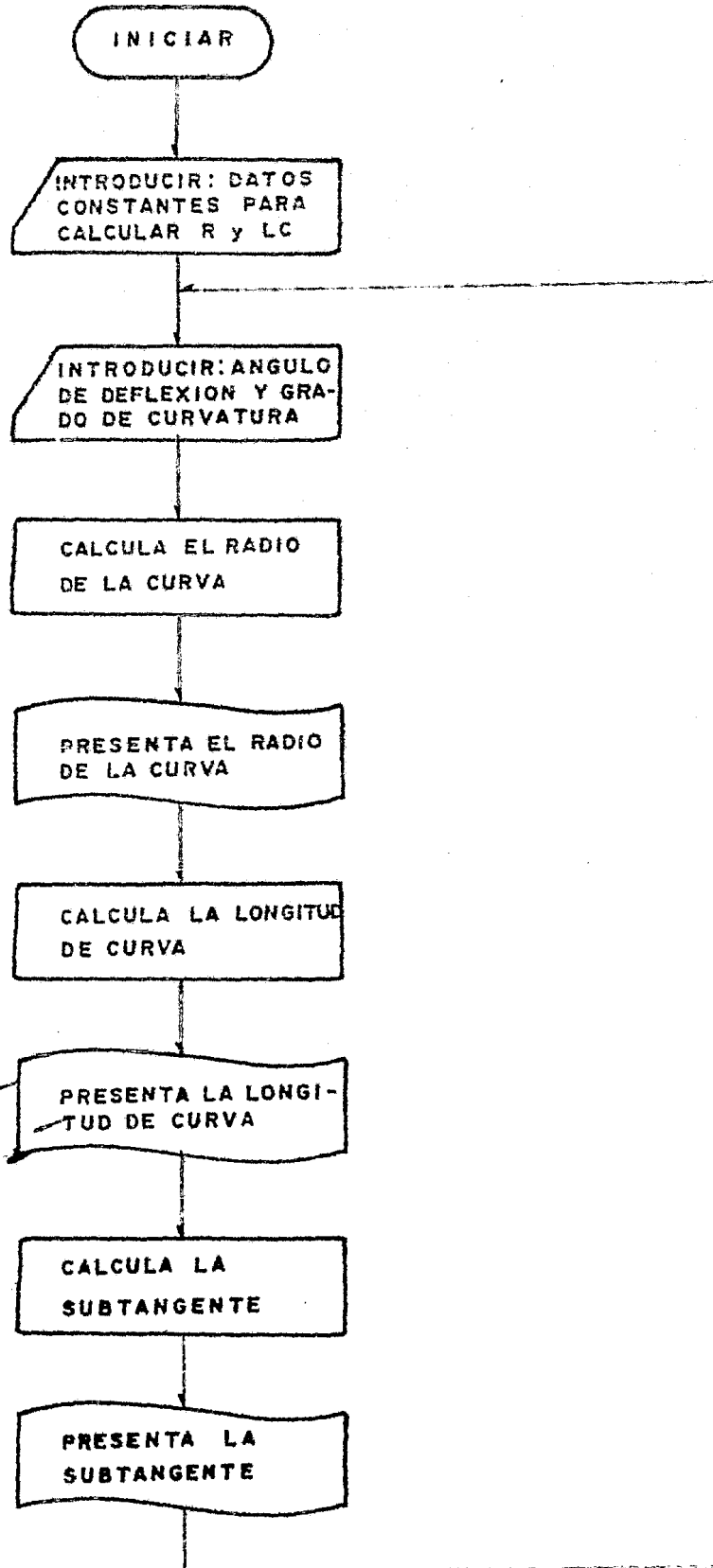
De la figura uno tenemos que:

$$ST = R \times \operatorname{Tg} (1/2 \Delta)$$

Fórmula que se utiliza para calcular la subtangente y para calcular la longitud de curva se utiliza la fórmula

$$LC = 0.017453 \times R \times \Delta$$





GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 00	0 2	0 0-55	
			÷	0 3	4 3	
			RCL 01	0 5	0 1-88	
			2nd D.M.S.	0 6	9 5	
			=	0 7	4 2	
	2o. Introducir los valores constantes para calcular R y LC, a los registros  1 145.9156 0.017453	STO 00		STO 04	0 9	0 4-91
		STO 03		R/S	1 0	2 5
				CLR	1 1	4 3
				RCL 03	1 3	0 3-65
			X	1 4	4 3	
			RCL 04	1 6	0 4-95	
			=	1 7	6 5	
			X	1 8	4 3	
			RCL 02	2 0	0 2-88	
3o. Introducir a los registros  Grado de curvatura en 0.3" Angulo de deflexión en 0.3"		STO 01		2nd D.M.S.	2 1	9 5
	STO 02		=	2 2	4 2	
			STO 05	2 4	0 5-91	
			R/S	2 5	2 5	
			CLR	2 6	4 3	
			RCL 02	2 8	0 2-88	
	4o. Teclar	2nd Pgm		2nd D.M.S.	2 9	5 5
		RST		÷	3 0	0 2
		R/S	Nos presenta el radio de la curva	2	3 1	9 5
		R/S	Longitud de curva	=	3 2	3 0
R/S		Subtangente	2nd Ion	3 3	6 5	
			X	3 4	4 3	
			RCL 04	3 6	0 4-95	
			=	3 7	4 2	
			STO 06	3 9	0 6-91	
			R/S	4 0	6 1	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso			STO 00	4 1	0 0	
			LRN			
			STO 00			

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 00	Factor constante para calcular el radio, ver figura 2 de la especificación del problema
RCL 01	Grado de curvatura en grados, minutos y segundos
RCL 02	Angulo de deflexión en grados, minutos y segundos
RCL 03	Factor constante para calcular la longitud de curva
STO 04	Radio
STO 05	Longitud de curva
STO 06	Subtangente

## EJEMPLO DE APLICACION

GRADO DE CURVATURA	ANGULO DE DEFLEXION	RADIO	LONGITUD DE CURVA	SUBTANGENTE
04°00'	24°30'	286.479	122.498	62.201
08°00'	50°35'	143.239	126.456	67.683
20°00'	87°36'	57.296	87.599	54.945

G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	T E C L A S	P A N T A L L A	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
			f LBLA	0 1	42,21,11	
			RCL 2	0 2	45 2	
			ENTER	0 3	36	
	2o. Introducir los valores constantes para calcular el R y LC, a los registros  1,145.9156 0.017453	STO 2		RCL 1	0 4	45 1
		STO 3		g →H	0 5	43 2
				÷	0 6	10
				STO 4	0 7	44 4
				R/S	0 8	31
			g CLX	0 9	43 35	
			RCL 0	1 0	45 0	
			g →H	1 1	43 2	
			2	1 2	2	
			÷	1 3	10	
3o. Introducir a los registros  Angulo de deflexión en °''' Grado de curvatura en °'''	STO 0		TAN	1 4	25	
	STO 1		RCL 4	1 5	45 4	
			X	1 6	20	
			STO 5	1 7	44 5	
			R/S	1 8	31	
			g CLX	1 9	43 35	
	4o. Teclar	f A	Nos presenta el radio de la curva	RCL 0	2 0	45 0
		R/S	Subtangente	g →H	2 1	43 2
		R/S	Longitud de curva	RCL 4	2 2	45 4
				X	2 3	20
			ENTER	2 4	36	
			RCL 3	2 5	45 3	
			X	2 6	20	
			STO 6	2 7	44 6	
			R/S	2 8	31	
			g CLX	2 9	43 35	
		g RTN	3 0	43 32		
		g P/R				
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso						

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Angulo de deflexión en grados, minutos y segundos
RCL	1	Grado de curvatura en grados, minutos y segundos
RCL	2	Constante para calcular, el radio de la curva
RCL	3	Constante para calcular, la longitud de curva
STO	4	Radio
STO	5	Subtangente
STO	6	Longitud de curva

## EJEMPLO DE APLICACION

ANGULO DE DEFLEXION	GRADO DE CURVATURA	R A D I O	SUBTANGENTE	LONGITUD DE CURVA
24° 30'	04° 00'	286.479	62.201	122.498
50° 35'	08° 00'	143.239	67.683	126.456
87° 36'	20° 00'	57.296	54.945	87.599

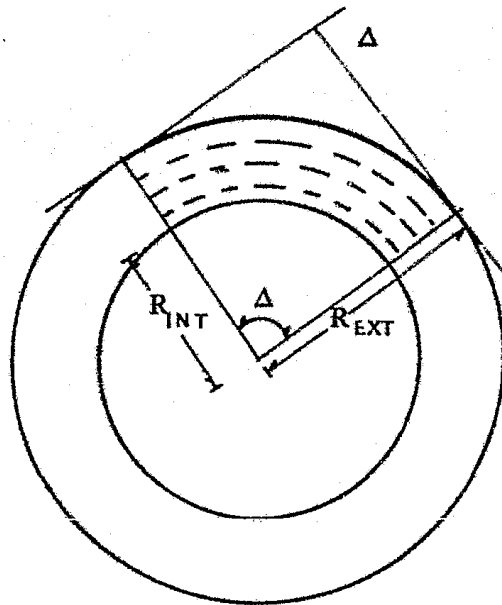
## PROGRAMA PARA CALCULAR LA SUPERFICIE DE UN SEGMENTO DE ANILLO CIRCULAR

ESPECIFICACION DEL PROBLEMADatos:

Angulo de deflexión ( $\Delta$ )  
 Radio exterior ( $R_{EXT}$ ) e  
 interior ( $R_{INT}$ )

Se requiere calcular:

La superficie del segmento de anillo circular  
 (SUP)



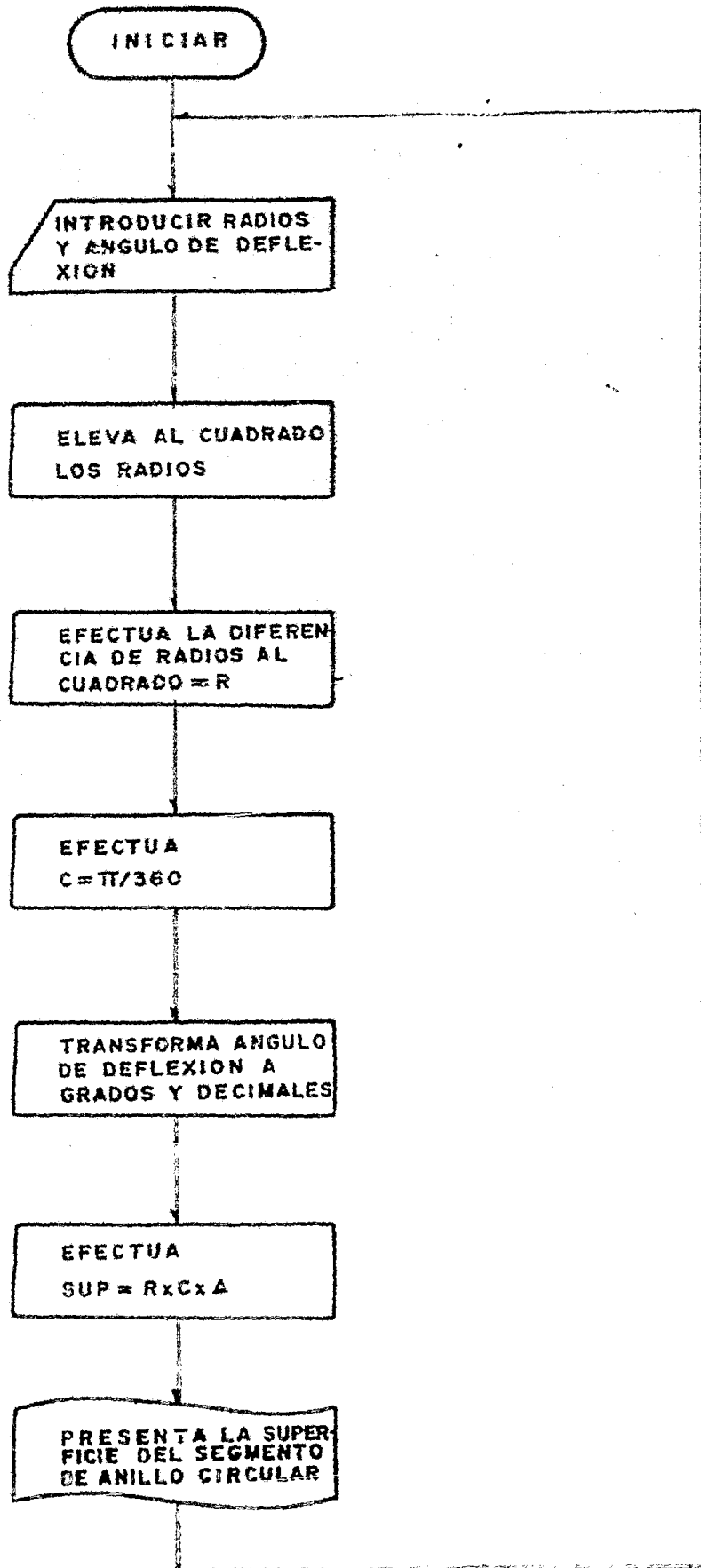
Sabemos que la superficie de un círculo es igual a  $(\pi \cdot R^2)$ , además conocemos que la superficie de un segmento circular está dada por la siguiente relación

$$S = (\pi \cdot R^2 \cdot \Delta) / 360$$

Para calcular la superficie de un segmento de anillo circular, basta sustituir en la fórmula anterior la diferencia de los radios exterior e interior al cuadrado, entonces se tiene que:

$$SUP = (\pi \cdot (R_{EXT}^2 - R_{INT}^2) \cdot \Delta) / 360$$

Fórmula que se utiliza para calcular la superficie del segmento de anillo circular



G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A		
P A S O S	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3
			RCL 01	0 2	0 1-3 3
			X <sup>2</sup>	0 3	7 5
			-	0 4	4 3
			RCL 02	0 6	0 2-3 3
			X <sup>2</sup>	0 7	9 5
			=	0 8	4 2
			STO 04	1 0	0 4-2 5
			CLR	1 1	8 9
			2nd TT	1 2	5 5
2o. Introducir a los registros  Radio exterior Radio interior Angulo de deflexión en °''			÷	1 3	0 3
			3	1 4	0 6
			6	1 5	0 0
			0	1 6	9 5
			=	1 7	4 2
			STO 05	1 8	0 5-2 5
			CLR	2 0	4 3
			RCL 04	2 2	0 4-8 5
			X	2 3	4 3
			RCL 05	2 5	0 5-9 5
3o. Teclear  2nd Pgm RST R/S			=	2 6	4 2
			STO 06	2 8	0 6-2 5
			CLR	2 9	4 3
			RCL 03	3 1	0 3-8 8
			2nd D.M.S.	3 2	6 5
			X	3 3	4 3
			RCL 06	3 5	0 6-9 5
			=	3 6	9 1
			R/S	3 7	6 1
			STO 00	3 8	0 0
		LRN			
		STO 00			
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso					

Nos presenta la superficie del segmento de anillo circular



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	01	Radio exterior (Rext)
RCL	02	Radio interior (Rint)
RCL	03	Angulo de deflexión en grados, minutos y segundos
STO	04	Diferencia de los radios al cuadrado
STO	05	Factor ( $\pi / 360$ )
STO	06	Producto de la diferencia por el factor, anterior

## EJEMPLO DE APLICACION

ANG. DE DEF. (° ' ")	RADIO EXT. (m)	RADIO INT. (m)	SUP. DEL ANI- LLO CIRCULAR (m <sup>2</sup> )
36°00'	1.000	0.000	3.142
24°30'	286.479	266.479	2,364.480
50°35'	92.516	72.516	1,456.978
87°36'	57.296	27.296	1,940.001
180°00'	20.000	0.000	628.319
0°00'	35.743	15.743	0.900

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			<del>g P/R</del>			
			<del>g PRGM</del>			
2o. Introducir a los registros  Angulo de deflexión en 0°" Radio exterior Radio interior			f LBL A	0 1	42,21, 11	
			f TT	0 2	42 16	
			ENTER	0 3	36	
			3	0 4	3	
			6	0 5	6	
			0	0 6	0	
			÷	0 7	10	
		STO 0		STO 3	0 8	44 8
		STO 1		g CLX	0 9	43 35
		STO 2		RCL 1	1 0	45 1
				g X <sup>2</sup>	1 1	43 11
				ENTER	1 2	36
				RCL 2	1 3	45 2
	3o. Teclar		f A	g X <sup>2</sup>	1 4	43 11
				—	1 5	30
			STO 4	1 6	44 4	
			g CLX	1 7	43 35	
			RCL 0	1 8	45 0	
			g →H	1 9	43 2	
			RCL 3	2 0	45 3	
			X	2 1	20	
			ENTER	2 2	36	
			RCL 4	2 3	45 4	
			X	2 4	20	
			STO 5	2 5	44 5	
			R/S	2 6	31	
			g CLX	2 7	43 35	
			g RTN	2 8	43 32	
		g P/R				
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso						

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Angulo de deflexión en grados, minutos y segundos
RCL	1	Radio exterior (Rext)
RCL	2	Radio interior (Rint)
STO	3	Factor ( $\pi / 360$ )
STO	4	Diferencia de radios elevados al cuadrado
STO	5	Superficie del segmento de anillo circular

## EJEMPLO DE APLICACION

ANGULO DE DEFLEXION	RADIO EXTERIOR	RADIO INTERIOR	SUPERFICIE DEL SEGMENTO.
360° 00'	1.000	0.000	3.142 m <sup>2</sup>
24° 30'	286.479	266.479	2364.460 m <sup>2</sup>
50° 35'	92.516	72.516	1456.978 m <sup>2</sup>
87° 36'	57.296	27.296	1940.001 m <sup>2</sup>
180° 00'	20.000	0.000	628.319 m <sup>2</sup>
0° 00'	35.743	15.743	0.000

PROGRAMA PARA CALCULAR EL AREA BAJO UNA CURVA MEDIANTE LA SEGUNDA FORMULA DE THOMAS SIMPSON

ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

Datos:

Valor de la separación (e) sobre el eje,  
 las ordenadas de  $Y_1$  hasta  $Y_N$   
 Condición N múltiple de tres

Se requiere calcular:

El área bajo la curva

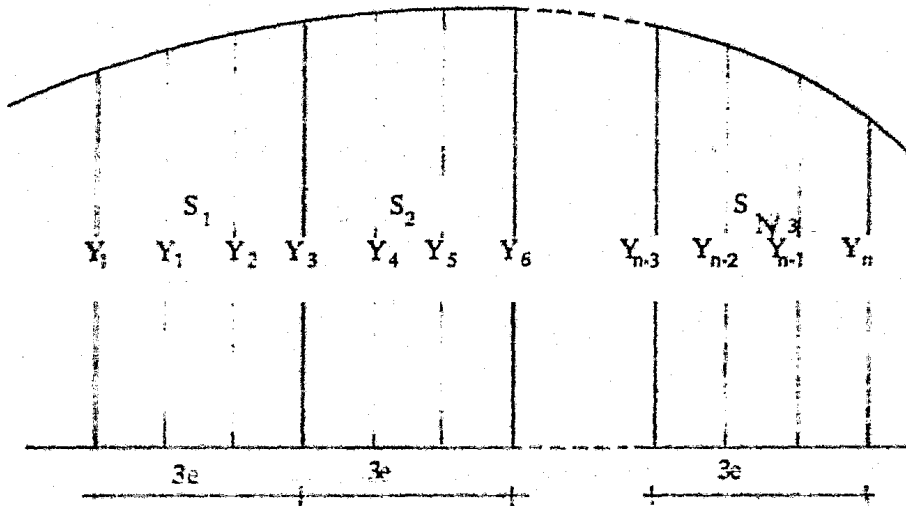


FIGURA 1

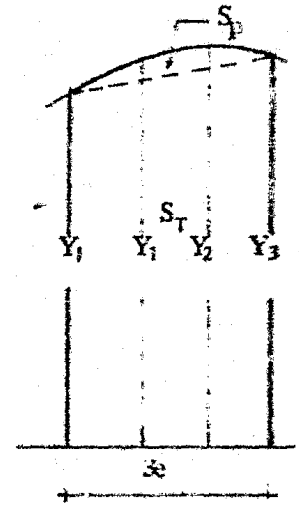


FIGURA 2

En la figura tenemos que:

Superficie unitaria = Superficie parábola - Superficie trapecio

$$S_U = S_P - S_T$$

pero:

$$S_P = (3/4) \times (3e) \cdot ((Y_1 + Y_2) / 2 - (Y_1 + Y_3) / 2)$$

$$S_T = 3e \cdot ((Y_1 + Y_3) / 2)$$

entonces:

$$S_U = (3/8) \cdot e \cdot (Y_1 + 3Y_1 + 3Y_2 + Y_3) \text{ fórmula de la superficie unitaria}$$

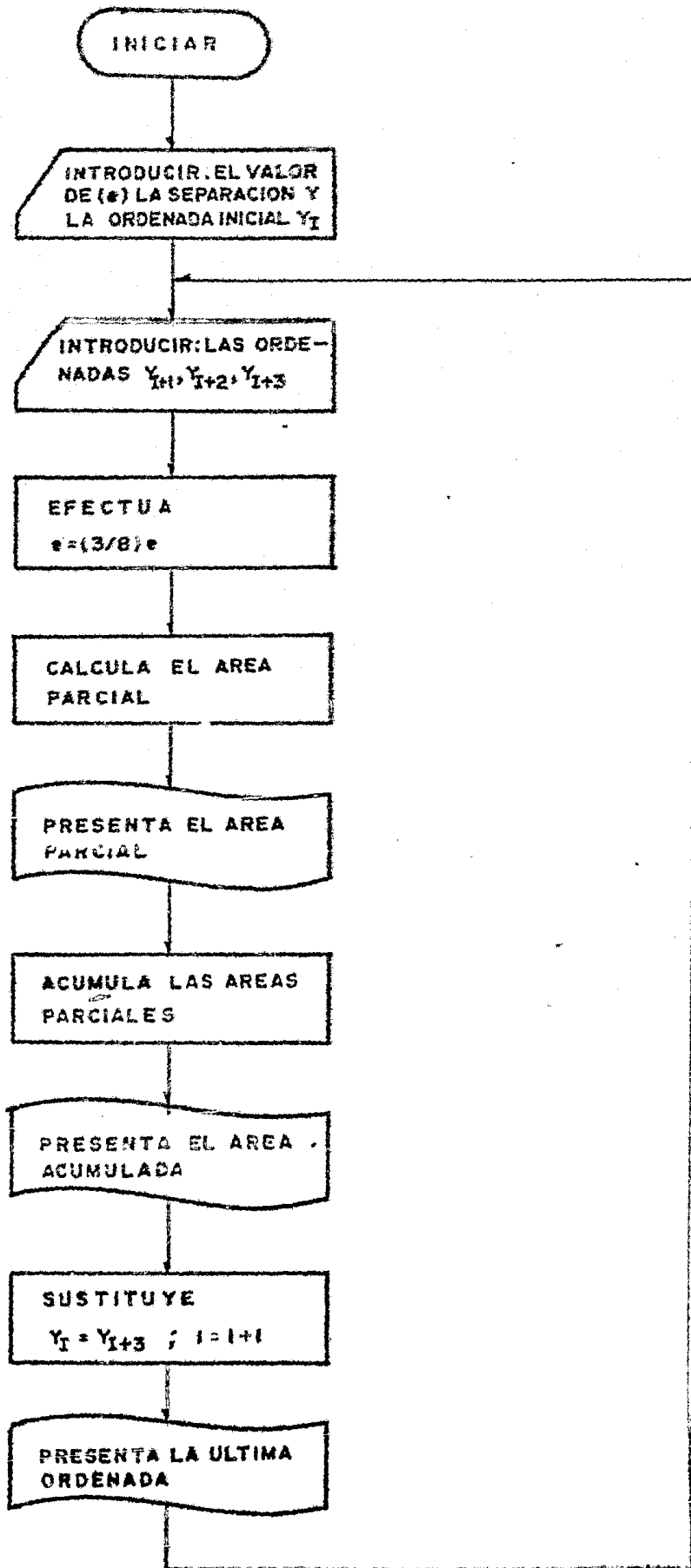
Considerando la fórmula anterior análogamente tenemos que:

$$S_2 = (3/8) \cdot e \cdot (Y_3 + 3Y_4 + 3Y_5 + Y_6)$$

$$S_{N/3} = (3/8) \cdot e \cdot (Y_{N-3} + 3Y_{N-2} + 3Y_{N-1} + Y_N)$$

$$S_T = S_1 + S_2 + \dots + S_{N/3}$$

A la expresión anterior se le denomina segunda fórmula de Thomas Simpson



GUIA DE OPERACION			PROGRAMA					
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA				
				PASOS	CODIGO			
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58,59			LRN	000	43			
			RCL 01	02	01-65			
			X	03	03			
			3	04	95			
			=	05	42			
			STO 08	07	08-25			
			CLR	08	43			
			RCL 02	10	02-65			
			X	11	03			
			3	12	95			
2o. Introducir el valor de 'e' y la ordenada inicial, a los registros Valor de 'e' Ordenada (Y <sub>I</sub> ) I = 0			=	13	42			
		STO 07	STO 09	15	09-25			
		STO 00	CLR	16	43			
	3o. Introducir las ordenadas de I + 1 hasta I = N, a los registros  Ordenada (Y <sub>I+1</sub> ) Ordenada (Y <sub>I+2</sub> ) Ordenada (Y <sub>I+3</sub> )			RCL 00	18	00-85		
				+	19	43		
			STO 01	RCL 03	21	03-95		
			STO 02	=	22	85		
			STO 03	+	23	43		
		4o. Teclear			RCL 08	25	08-95	
				2nd Pgm	*	26	85	
			RST	+	27	43		
			R/S	RCL 09	29	09-95		
			R/S	=	30	42		
	R/S		STO 04	32	04-25			
			CLR	33	43			
			RCL 07	35	07-65			
			X	36	03			
			3	37	95			
Nos presenta área parcial Área acumulada Última ordenada para comprobar la sustitución de ordenadas			*	38	55			
			-	39	08			
			8	40	95			
			*	41	42			
			STO 10	43	10-25			
			CLR	44	43			
			RCL 04	46	04-65			
			Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso					



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Ordenada inicial ( $Y_1$ ) de inicio ( $I = 0$ )
RCL	01	Ordenada ( $Y_{1+1}$ )
RCL	02	Ordenada ( $Y_{1+2}$ )
RCL	03	Ordenada ( $Y_{1+3}$ )
RCL	07	Valor de "e"
STO	08	Factor ( $3Y_{1+1}$ )
STO	09	Factor ( $3Y_{1+2}$ )
STO	04	Factor ( $Y_1 + 3Y_{1+1} + 3Y_{1+2} + Y_{1+3}$ )
STO	10	Factor $3/4 e$
STO	05	Area parcial
STO	06	-Area acumulada
STO	00	Sustitución de ordenadas ( $Y_1 = Y_{1+3}$ )

## EJEMPLO DE APLICACION

VALOR e 1.00	ORDENADAS	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	ULTIMA ORDENADA
	2.00			
	2.24			
	2.42			
	2.59	6.96	6.96	2.59
	2.65			
	2.70			
	2.78	.803	15.00	2.78

$$A_T = \text{ULTIMA AREA ACUMULADA} = 15.00 \text{ m}^2$$



GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
			f LBL A	0 1	4221,11	
			RCL 1	0 2	43 1	
			ENTER	0 3	36	
	2o. Introducir el valor de 'e' y la ordenada inicial, a los registros  Valor de 'e' Ordenada ( $Y_1$ ) $I=0$			3	0 4	3
				X	0 5	20
				STO 4	0 6	44 4
				g CLX	0 7	43 35
			STO 7	RCL 2	0 8	45 2
		STO 0	ENTER	0 9	36	
			3	1 0	3	
			X	1 1	20	
3o. Introducir las ordenadas de $I+1$ hasta $I=N$ , a los registros.  Ordenada ( $Y_{I+1}$ ) Ordenada ( $Y_{I+2}$ ) Ordenada ( $Y_{I+3}$ )				STO 5	1 2	44 5
				g CLX	1 3	43 35
			RCL 0	1 4	45 0	
			RCL 3	1 5	45 3	
		STO 1	+	1 6	40	
		STO 2	ENTER	1 7	36	
		STO 3	RCL 4	1 8	45 4	
			+	1 9	40	
	4o. Teclar			ENTER	2 0	36
		f	A Nos presenta área parcial	RCL 5	2 1	45 5
R/S		Área acumulada	+	2 2	40	
R/S		Última ordenada para comprobar la sustitución de ordenadas	STO 6	2 3	44 6	
			g CLX	2 4	43 35	
			RCL 7	2 5	45 7	
			ENTER	2 6	36	
			3	2 7	3	
			X	2 8	20	
			ENTER	2 9	36	
		8	3 0	8		
		÷	3 1	10		
		ENTER	3 2	36		
		RCL 6	3 3	45 6		
		X	3 4	20		

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Ordenada inicial ( $Y_1$ ) de inicio ( $t=0$ )
RCL	1	Ordenada ( $Y_{1+1}$ )
RCL	2	Ordenada ( $Y_{1+2}$ )
RCL	3	Ordenada ( $Y_{1+3}$ )
RCL	7	Valor de "e"
STO	4	Factor ( $3Y_{1+1}$ )
STO	5	Factor ( $3Y_{1+2}$ )
STO	6	Factor ( $Y_1+3Y_{1+1}+3Y_{1+2}+Y_{1+3}$ )
STO	8	Area parcial
STO	9	Area acumulada
STO	0	Sustitución de ordenadas ( $Y_1=Y_{1+3}$ )

## EJEMPLO DE APLICACION

VALOR s	ORDENADAS	AREA PACIAL	AREA ACUMULADA	ULTIMA ORDENADA
1.00				
	2.00			
	2.24			
	2.42			
	2.59	6.96	6.96	2.59
	2.65			
	2.70			
	2.78	8.03	15.00	2.78

$$A_T = \text{ULTIMA AREA ACUMULADA} = 15.00 \text{ m}^2$$

**PROGRAMA PARA CALCULAR EL AZIMUT DEL SOL  
POR EL METODO DE DISTANCIAS ZENITALES**

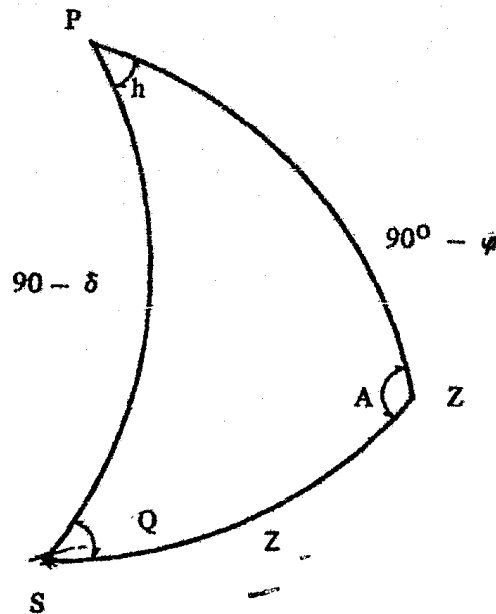
**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

Datos:

Del anuario  
 Hora del paso del sol  
 Por el meridiano  $90^{\circ}$   
 Declinación del sol a la hora  
 de su paso por el meridiano  $90^{\circ}$   
 Variación horaria  
 De campo, corregidos  
 Hora promedio de observación  
 Distancia zenital  
 Latitud del lugar

Se requiere calcular:

La declinación a la hora de observación  
 y el azimut del sol



Generalmente este método es el más empleado para trabajos ordinarios; la latitud y la altura debe tener una aproximación de un minuto, para tener en el azimut del sol calculado una seguridad  $\pm 1'$

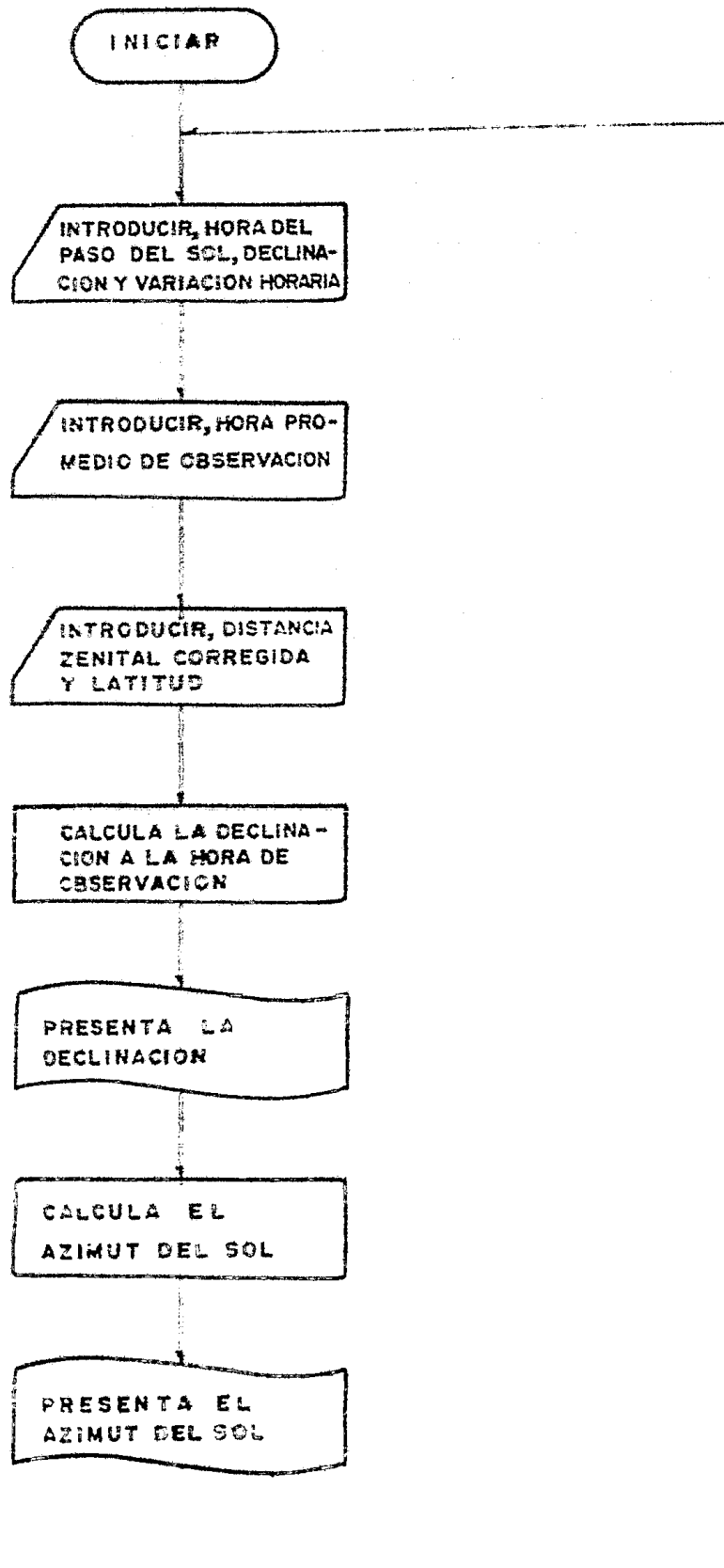
En el triángulo Astronómico P Z S, por Ley de cosenos se tiene que:

$$\cos(90 - \delta) = \cos(90 - \delta) \cos Z + \sin(90 - \delta) \sin Z \cos Az$$

$$\sin \delta = \sin \varphi \cos Z + \cos \varphi \sin Z \cos Az$$

$$\therefore \cos Az = (\sin \delta - \sin \varphi \cos z) / (\cos \varphi \sin z)$$

Esta es la fórmula para obtener el azimut de un astro en función de su declinación ( $\delta$ ), distancia zenital (Z) y de la latitud del lugar ( $\varphi$ )



G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 00	0 2	0 0-8 8	
			2nd D.M.S.	0 3	7 5	
			-	0 4	4 3	
	2o. Introducir los datos obtenidos del anuario a los registros Hora del paso del sol por el meridiano 90° en h m s Declinación del sol a la hora de su paso por el meridiano 90° Variación horaria en la declinación en segundos	STO 00		RCL 03	0 6	0 3-8 8
				2nd D.M.S.	0 7	9 5
				=	0 8	9 4
				+/-	0 9	4 2
		STO 01		STO 04	1 1	0 4-2 5
				CLR	1 2	4 3
STO 02			RCL 02	1 4	0 2-6 5	
			X	1 5	4 3	
			RCL 04	1 7	0 4-9 5	
			=	1 8	5 5	
3o. Introducir los datos de campo corregidos, a los registros  La hora promedio de observación en h m s Distancia zenital en ° ' '' Latitud del lugar en ° ' ''			÷	1 9	0 3	
			3	2 0	0 6	
			6	2 1	0 0	
			0	2 2	0 0	
	STO 03		0	2 3	9 5	
	STO 07		=	2 4	4 2	
	STO 08		STO 05	2 6	0 5-2 5	
			CLR	2 7	4 3	
			RCL 01	2 9	0 1-8 8	
			2nd D.M.S.	3 0	8 5	
4o. Teclar	2nd Pgm		+	3 1	4 3	
	RST		RCL 05	3 3	0 5-9 5	
	R/S	Nos presenta la declinación a la hora de observación	=	3 4	4 2	
			STO 06	3 6	0 6-2 2	
			INV	3 7	8 8	
			2nd D.M.S.	3 8	9 1	
			R/S	3 9	2 5	
			CLR	4 0	4 3	
			RCL 07	4 2	0 7-8 8	
			2nd D.M.S.	4 3	4 2	
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso			STO 08	4 5	0 9-3 8	

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
2nd St. n	0 4 6	6 5
X	4 7	4 3
RCL 08	4 9	08-88
2nd DMS.	5 0	4 2
STO 10	5 2	10-39
2nd Cos	5 3	9 5
=	5 4	4 2
STO 11	5 6	11-25
CLR	5 7	4 3
RCL 09	5 9	09-39
2nd Cas	6 0	6 5
X	6 1	4 3
RCL 10	6 3	10-38
2nd Sin	6 4	9 5
=	6 5	4 2
STO 12	6 7	12-25
CLR	6 8	4 3
RCL C6	7 0	06-38
2nd Ssn	7 1	7 5
-	7 2	4 3
RCL 12	7 4	12-95
=	7 5	5 5
÷	7 6	4 3
RCL 11	7 8	11-95
=	7 9	2 2
INV	8 0	3 9
2nd Cos	8 1	4 2
STO 13	8 3	13-22
INV	8 4	8 8
2nd DMS.	8 5	9 1
R/S	8 6	2 5
CLR	8 7	6 1
STO 00	8 8	0 0
LR N		
STO 00		

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Hora del paso del sol por el meridiano $90^{\circ}$ en horas, minutos y segundos
RCL	01	Declinación del sol, a la hora de su paso por el meridiano $90^{\circ}$ en grados, minutos y segundos
RCL	02	Variación horaria en declinación en segundos
RCL	03	Promedio de horas de observación
RCL	07	Distancia zenital verdadera en grados, minutos y segundos
RCL	08	Latitud del lugar en grados, minutos y segundos
STO	04	Factor (hora paso del sol - promedio de horas de observación) = P
STO	05	Factor (variación horaria * P)/3600
STO	06	Declinación a la hora de observación
STO	07	Distancia zenital en grados y decimales
STO	08	Latitud del lugar en grados y decimales
STO	11	Factor ( $\cos \varphi \sin Z$ )
STO	12	Factor ( $\sin \varphi \cos Z$ )
STO	13	Azimut del sol en grados y decimales



## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS OBTENIDOS DEL ANUARIO

HORA DEL PASO DEL SOL POR EL MERIDIANO 90° E L	
20 DE FEBRERO DE 1968 (PAG 13)	12 h. 13m 48s
DECLINACION DEL SOL A LA HORA DE SU PASO POR EL	
MERIDIANO 90° (PAG 13)	-11° 03' 30"
CORRECCION POR VARIACION HORARIA EN EL INTERVALO	53.69"

DATOS OBTENIDOS EN CAMPO

PROMEDIO DE HORAS DE OBSERVACION	09h 33m
DISTANCIA ZENITAL VERDADERA	57° 08' 30"
LATITUD DEL LUGAR	21° 59' 04"

ELEMENTOS CALCULADOS

DECLINACION DEL SOL A LA HORA DE OBSERVACION	-11° 05' 54"
AZIMUT DEL SOL	120° 31' 22"





## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Hora de paso del sol por el meridiano $90^{\circ}$ en horas, minutos y segundos
RCL	1	Declinación del sol, a la hora de su paso por el meridiano $90^{\circ}$ en grados, minutos y segundos
RCL	2	Variación horaria en declinación, en segundos
RCL	3	Promedio de horas de observación
RCL	7	Distancia zenital verdadera en grados, minutos y segundos
RCL	8	Latitud del lugar en grados, minutos y segundos
STO	4	Factor (hora de paso del sol - promedio de horas de observación) = P
STO	5	Factor variación horaria * P )/3600
STO	6	Declinación a la hora de observación
STO	9	Distancia zenital verdadera en grados y decimales
STO	.0	Latitud del lugar en grados y decimales
STO	.1	Factor $(\cos \varphi) \chi (\sin z)$
STO	.2	Factor $(\sin \varphi) \chi (\cos z)$
STO	.3	Factor $(\sin \delta - \sin \varphi \cos z)$
STO	.4	Azimut del sol en grados y decimales

## EJEMPLO DE APLICACION

<u>DATOS OBTENIDOS DEL ANUARIO</u>	
HORA DE PASO DEL SOL POR EL MERIDIANO 90° EL 20 DE FEBRERO DE 1968 (PAG 13)	12h 13m. 48s.
DECLINACION DEL SOL A LA HORA DE SU PASO POR EL MERIDIANO 90° (PAG 13)	-11° 03' 30"
CORRECCION POR VARIACION HORARIA EN EL INTERVALO	53.69"
<u>DATOS OBTENIDOS EN CAMPO</u>	
PROMEDIO DE HORAS DE OBSERVACION	09h 33m
DISTANCIA ZENITAL VERDADERA	57° 08' 30"
LATITUD DEL LUGAR	21° 59' 04"
<u>ELEMENTOS CALCULADOS</u>	
DECLINACION DEL SOL A LA HORA DE OBSERVACION	-11° 05' 54"
AZIMUT DEL SOL	120° 31' 22"

**III.- PROGRAMAS PARA LA RESOLUCION  
DE PROBLEMAS ALTIMETRICOS**

**PROGRAMA PARA DETERMINAR EL DESNIVEL ENTRE DOS PUNTOS  
A PARTIR DE OBSERVACIONES INDIRECTAS (ESTADIMETRICAS)**

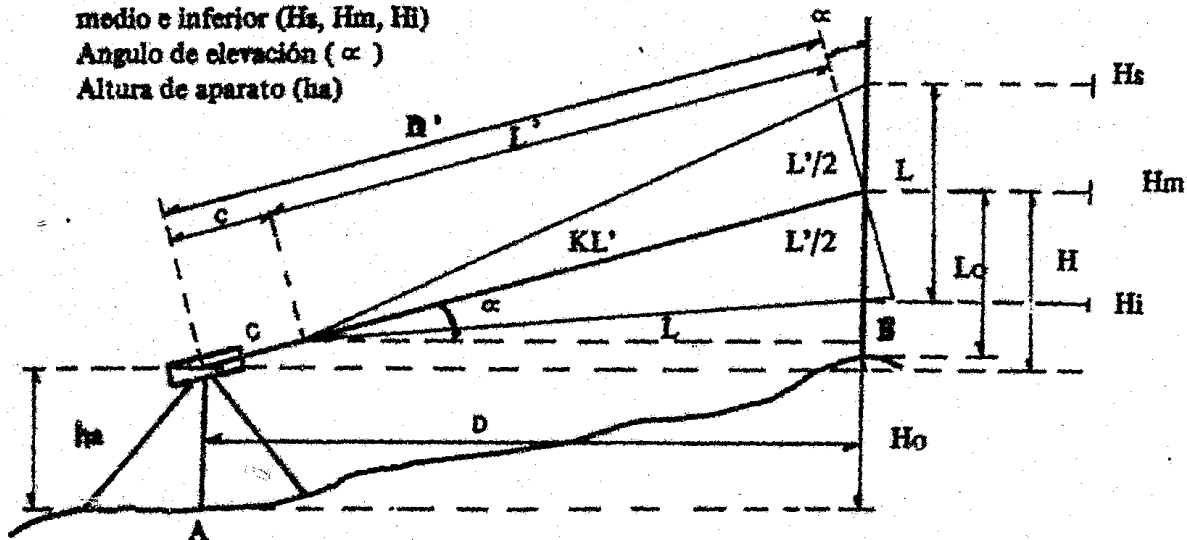
**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

**Datos:**

Lecturas hilos superior  
medio e inferior ( $H_s, H_m, H_i$ )  
Angulo de elevación ( $\alpha$ )  
Altura de aparato ( $h_a$ )

**Se requiere determinar:**

El desnivel entre los dos puntos



De la figura tenemos que:

$$H = (C + KL') \operatorname{sen} \alpha$$

pero:  $L' = L \cos \alpha$

$$H = (C + KL \cos \alpha) \operatorname{sen} \alpha$$

$$H = (C \operatorname{sen} \alpha + KL \cos \alpha \operatorname{sen} \alpha)$$

pero:  $\cos \alpha \operatorname{sen} \alpha = 1/2 \operatorname{sen} 2 \alpha$

$$H = C \operatorname{sen} \alpha + 1/2 KL \operatorname{sen} 2 \alpha$$

pero:  $C = 0$

$$H = 1/2 KL \operatorname{sen} 2 \alpha$$

En la fórmula anterior se considera que la altura del aparato es igual a la lectura del hilo central por lo cual no es aplicable

En caso de que ( $h_a \neq L_c$ ) se tiene que en forma general

$$H_o = 1/2 KL \operatorname{sen} \alpha + h_a - H_m$$

Fórmula que se utiliza en el programa para determinar el desnivel:

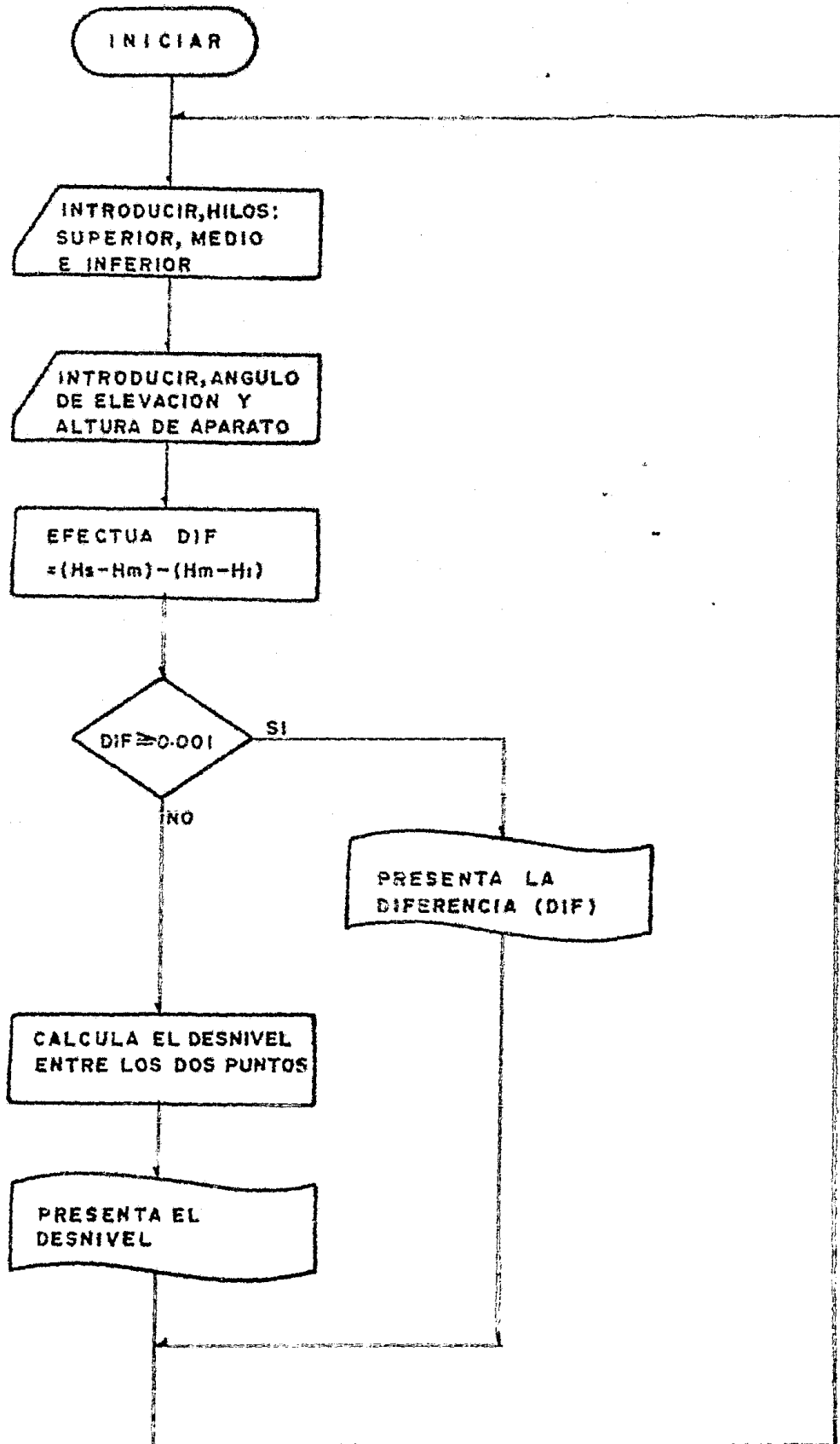
$H_o$  = Desnivel entre los puntos

$K$  = Coeficiente multiplicador

$L$  = Número generador

$\alpha$  = Ángulo de elevación

Condición:  $(H_s - H_m) - (H_m - H_i) = 0.001$ ; diferencia en valor absoluto





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 00	0 2	0 0-7 5	
			-	0 3	4 3	
			RCL 01	0 5	0 1-9 5	
			=	0 6	4 2	
	2o. Introducir las lecturas y ángulo de elevación, a los registros Hilo superior (Hs) Hilo medio (Hm) Hilo inferior (Hi) Angulo de elevación en °" Altura de aparato (Ha)	STO 00		STO 04	0 8	0 4-2 5
		STO 01		CLR	0 9	4 3
		STO 02		RCL 01	1 1	0 1-7 5
		STO 03		-	1 2	4 3
		STO 10		RCL 02	1 4	0 2-9 5
			=	1 5	4 2	
			STO 05	1 7	0 5-2 5	
			CLR	1 8	4 3	
			RCL 04	2 0	0 4-7 5	
			-	2 1	4 3	
3o. Teclar	2nd Pgm		RCL 05	2 3	0 5-9 5	
	RST		=	2 4	8 0	
	R/S	Si la diferencia (Hs-Hm) - (Hm-Hi) en valor absoluto es menor o igual a (0.001); nos presenta el Desnivel, en caso contrario no lo calcula y nos presenta la diferencia	2nd !X!	2 5	4 2	
			STO 06	2 7	0 6-3 2	
			X <sub>≠</sub> t	2 8	0 0	
			0	2 9	9 3	
			.	3 0	0 0	
			0	3 1	0 0	
			0	3 2	0 1	
			1	3 3	7 7	
		2nd X <sub>≥</sub> 1	3 4	0 0		
		40	3 6	4 0-4 3		
		RCL 06	3 8	0 6-9 1		
		R/S	3 9	2 5		
		CLR	4 0	4 3		
		RCL 10	4 2	1 0-7 5		
		-	4 3	4 3		
		RCL 01	4 5	0 1-9 5		
		=	4 6	4 2		
		STO 07	4 8	0 7-2 5		

Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso

PROGRAMA		
TECLAS	PANTALLA	
	PASOS	CODIGO
CLR	0 4 9	4 3
RCL 00	5 1	00 - 75
-	5 2	4 3
RCL 02	5 4	02 - 95
=	5 5	6 5
X	5 6	0 1
I	5 7	0 0
0	5 8	0 0
0	5 9	9 5
=	6 0	4 2
STO 08	6 2	08 - 25
CLR	6 3	4 3
RCL 03	6 5	03 - 88
2nd DMS	6 6	6 5
X	6 7	0 2
2	6 8	9 5
=	6 9	3 8
2nd Sin	7 0	6 5
X	7 1	4 3
RCL 08	7 3	08 - 95
=	7 4	5 5
÷	7 5	0 2
2	7 6	9 5
=	7 7	8 5
+	7 8	4 3
RCL 07	8 0	07 - 95
=	8 1	4 2
STO 09	8 3	09 - 91
R / S	8 4	2 5
CLR	8 5	6 1
GTO 00	8 6	0 0
LRN		
GTO 00		

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Hilo superior en metros, decímetros, centímetros y milímetros
RCL	01	Hilo medio
RCL	02	Hilo inferior
RCL	03	Angulo vertical en grados, minutos y segundos
RCL	10	Altura del aparato ( $h_a$ )
STO	04	Factor ( $H_s - H_m$ )
STO	05	Factor ( $H_m - H_i$ )
STO	06	Factor ( $H_s - H_m$ ) - ( $H_m - H_i$ ) = Dif; en valor absoluto
STO	01	Factor ( $h_a - H_m$ )
STO	08	Factor ( $H_s - H_i$ ) x 100 ( $K = 100$ )
STO	09	Desnivel entre los dos puntos

## EJEMPLO DE APLICACION

L E C T U R A S					DESNIVEL	DIFERENCIA
HILO SUP.	HILO MED.	HILO INF.	ANG. VERT.	h APARATO		
2.985	2.125	1.265	08° 30'	1.540	24.559	
2.369	1.547	0.725	10° 15' 20"	1.547	28.802	
3.085	2.024	0.963	30° 10'	1.540	91.708	
2.983	2.125	1.265	08° 30'			0.002
2.369	1.547	0.725	-10° 15' 20"	1.547	-28.802	
2.368	1.547	0.723				0.003

G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
			PASOS	CODIGO		
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P / R			
			f PRGM	0 0 0		
			f L B L A	0 1	4 2, 2 1, 1 1	
			R C L 0	0 2	4 5 0	
			R C L 1	0 3	4 5 1	
			-	0 4	3 0	
			S T O 5	0 5	4 4 5	
	2o. Introducir las lecturas y ángulo de elevación, a los registros  Hilo superior (Hs) STO 0 Hilo medio (Hm) STO 1 Hilo inferior (Hi) STO 2 Angulo de elevación en $^{\circ}$ STO 3 Altura de aparato (Ha) STO 4			g C L X	0 6	4 3 3 5
				R C L 1	0 7	4 5 1
				R C L 2	0 8	4 5 2
			-	0 9	3 0	
			S T O 6	1 0	4 4 6	
			g C L X	1 1	4 3 3 5	
			R C L 5	1 2	4 5 5	
			R C L 6	1 3	4 5 6	
			-	1 4	3 0	
			g A B S	1 5	4 3 1 6	
3o. Teclar	f A	Si la diferencia $(H_s - H_m) - (H_m - H_i)$ en valor absoluto es menor o igual a (0.001); Nos presenta el desnivel, en caso contrario no lo calcula y nos presenta la diferencia	S T O 7	1 6	4 5 7	
			0	1 7	0	
			.	1 8	4 8	
			0	1 9	0	
			0	2 0	0	
			1	2 1	1	
			f x = y	2 2	4 2 4 0	
			G T O 1	2 3	2 2 1	
			f x > y	2 4	4 2 2 0	
			G T O 1	2 5	2 2 1	
			R C L 7	2 6	4 5 7	
			R / S	2 7	3 1	
			g C L X	2 8	4 3 3 5	
			g R T N	2 9	4 3 3 2	
			f L B L 1	3 0	4 2, 2 1, 1	
R C L 4	3 1	4 5 4				
R C L 1	3 2	4 5 1				
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del segundo paso			-	3 3	3 0	
			S T O 8	3 4	4 4 8	

PROGRAMA			
TECLAS	PANTALLA		
	PASOS	CODIGO	
g CLX	0 3 5	43	35
RCL 0	3 6	45	0
RCL 2	3 7	45	2
—	3 8		30
ENTER	3 9		36
1	4 0		1
0	4 1		0
0	4 2		0
X	4 3		20
STO 9	4 4	44	9
g CLX	4 5	43	35
RCL 3	4 6	45	3
g→H	4 7	43	2
ENTER	4 8		36
2	4 9		2
X	5 0		20
SIN	5 1		23
ENTER	5 2		36
RCL 9	5 3	45	9
X	5 4		20
ENTER	5 5		36
2	5 6		2
÷	5 7		10
ENTER	5 8		36
RCL 8	5 9	45	8
+	6 0		40
STO .0	6 1	44	.0
P/S	6 2		31
g CLX	6 3	43	35
g RTN	6 4	43	32
g P/R			

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	0	Hilo superior en metros, decímetros, centímetros y milímetros
RCL	1	Hilo medio
RCL	2	Hilo inferior
RCL	3	Angulo vertical — en grados, minutos y segundos
RCL	4	Altura del aparato (ha)
RCL	5	Factor (Hs — Hm)
STO	6	Factor (Hm - Hi)
STO	7	Factor (Hs - Hm) — (Hm - Hi) = Dif; en valor absoluto
STO	8	Factor (Hs - Hi) 100 (K = 100)
STO	0	Desnivel entre los dos puntos

## EJEMPLO DE APLICACION

LECTURAS					DESNIVEL	DIFERENCIA (Hs - Hm) - (Hm - Hi)
HILO SUPERIOR	HILO MEDIO	HILO INFERIOR	ANG. VERTICAL	H. DE APARATO		
2.985	2.125	1.265	08° 30'	1.540	24.559	
2.369	1.547	0.725	10° 15' 20"	1.547	28.802	
3.085	2.024	0.963	30° 10'	1.540	91.708	
2.983	2.125	1.265	08° 30'			0.002
2.369	1.547	0.725	-10° 15' 20"	1.547	-28.802	
2.368	1.547	0.723				0.003

**PROGRAMA PARA CALCULAR LA ALTURA  
DE UNA TORRE O DE UN OBJETO**

**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

Datos:

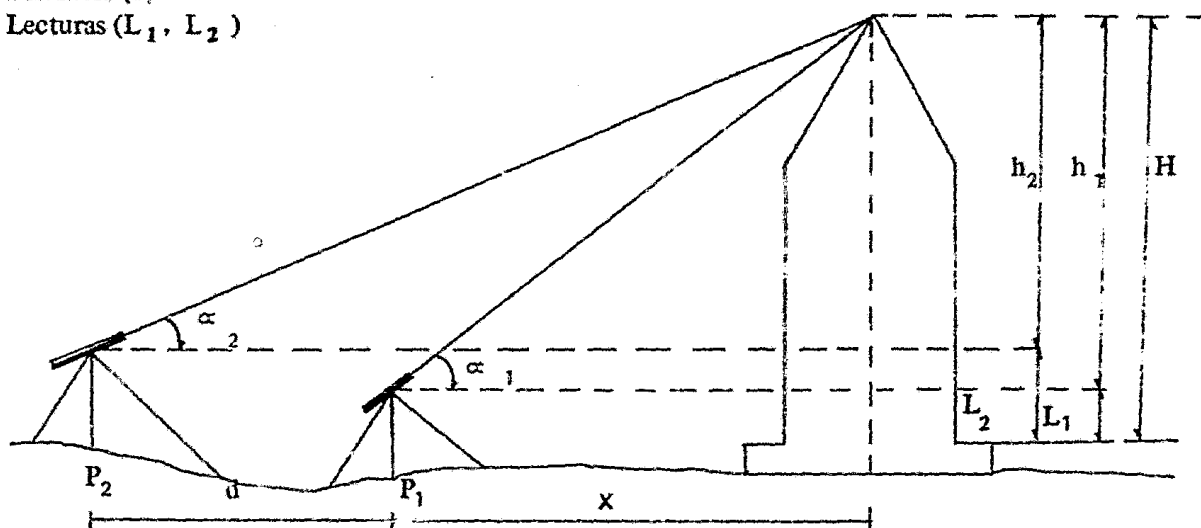
Angulos de elevación (  $\alpha_1, \alpha_2$  )

Distancia (d)

Lecturas (  $L_1, L_2$  )

Se requiere calcular:

La altura de la torre o del objeto



De la figura se tienen las siguientes relaciones:

$$H = h_1 + L_1 = h_2 + L_2 ; h_1 + L_1 = h_2 + L_2 \dots \dots \text{EC 1}$$

$$\text{pero: } h_1 = X \operatorname{tg} \alpha_1 \quad \text{y} \quad h_2 = (X + d) \operatorname{Tg} \alpha_2 \quad \text{EC 2}$$

Sustituyendo 2 en 1, y realizando operaciones algebraicas se tiene que:

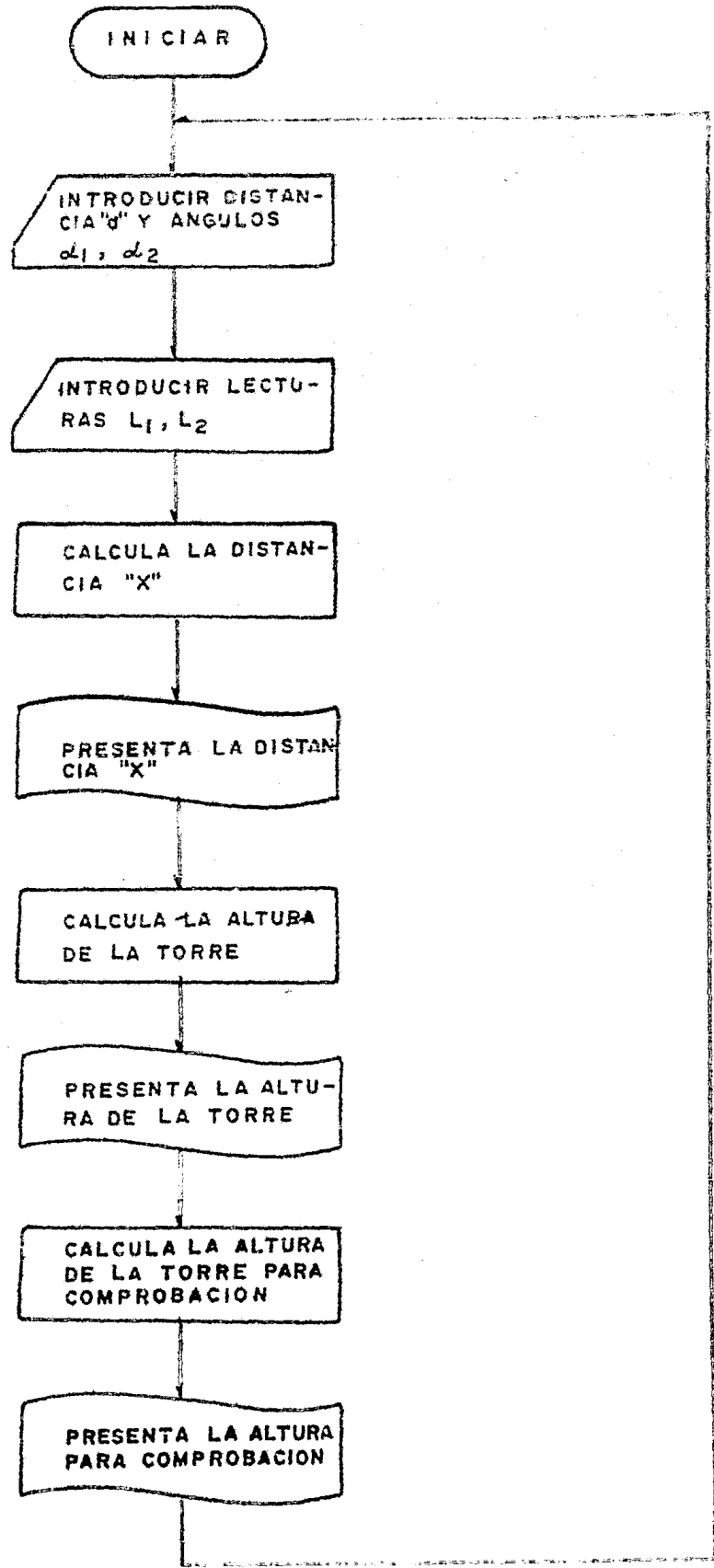
$$X = d \cdot \operatorname{Tg} \alpha_2 (L_2 - L_1) / (\operatorname{Tg} \alpha_1 - \operatorname{Tg} \alpha_2)$$

Fórmula que se utiliza para calcular la distancia 'X'

Para calcular la altura se utilizan las fórmulas

$$H = X \operatorname{Tg} \alpha_1 + L_1 \quad \text{y} \quad H = (X + d) \operatorname{Tg} \alpha_2 + L_2$$

Con las cuales además de resolver el problema nos permite comprobar el resultado





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 01	0 2	01-88	
			2nd D.M.S.	0 3	3 0	
			2nd tan	0 4	4 2	
			STO 05	0 6	05-75	
			-	0 7	4 3	
	2o. Introducir los ángulos de elevación, distancia y lecturas, a los registros			RCL 02	0 9	02-88
				2nd D.M.S.	1 0	3 0
				2nd tan	1 1	4 2
				STO 06	1 3	06-95
Distancia (d)		STO 00	=	1 4	4 2	
Angulo ( $\alpha_1$ ) de elevación en grados minutos y segundos		STO 01	STO 07	1 6	07-25	
Angulo ( $\alpha_2$ ) de elevación en grados minutos y segundos		STO 02	CLR	1 7	4 3	
Lectura ( $L_1$ )		STO 03	RCL 04	1 9	04-75	
Lectura ( $L_2$ )		STO 04	-	2 0	4 3	
3o. Teclar				RCL 03	2 2	03-95
			=	2 3	4 2	
			STO 08	2 5	08-25	
			CLR	2 6	4 3	
			RCL 00	2 8	00-65	
			X	2 9	4 3	
			RCL 06	3 1	06-95	
			=	3 2	8 5	
			+	3 3	4 3	
			RCL 08	3 5	08-95	
		=	3 6	5 5		
		÷	3 7	4 3		
		RCL 07	3 9	07-95		
		=	4 0	4 2		
		STO 09	4 2	09-91		
		R/S	4 3	6 5		
		X	4 4	4 3		
		RCL 05	4 6	05-95		
		=	4 7	8 5		
		+	4 8	4 3		

Para efectuar operaciones secuenciales se procede a partir del segundo paso



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Distancia (d)
RCL	01	Angulo ( $\alpha_1$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	02	Angulo ( $\alpha_2$ ) en grados, minutos y segundos
RCL	03	Lectura estadal $L_1$
RCL	04	Lectura estadal $L_2$
STO	05	Factor $Tg \alpha_1$
STO	06	Factor $Tg \alpha_2$
STO	07	Factor ( $Tg \alpha_1 - Tg \alpha_2$ )
STO	08	Factor ( $L_2 - L_1$ )
STO	09	Distancia 'X'
STO	10	Altura de la torre o del objeto
STO	11	Comprobación altura de la Torre

## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS	
DISTANCIA d	20.00m
ANGULO $\alpha_1$	45° 00' 00"
ANGULO $\alpha_2$	25° 24' 28"
LECTURA $L_1$	1.50m
LECTURA $L_2$	2.50m
ELEMENTOS CALCULADOS	
DISTANCIA X	20.0001
ALTURA DE LA TORRE	21.5001
ALTURA DE LA TORRE (COMPROBACION)	21.5001

G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A		
P A S O S	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA	
				PASOS	CODIGO
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11C			g P/R		
			IPRGM	0 0 0	
2o. Introducir los ángulos de elevación, distancia y lecturas, a los registros			f LBLA	0 1	42,21,1 1
			RCL 1	0 2	45 1
			g →H	0 3	43 2
			TAN	0 4	25
			STO 8	0 5	44 8
			ENTER	0 6	36
			RCL 2	0 7	45 2
			g →H	0 8	43 2
			TAN	0 9	25
			STO 9	1 0	44 9
			-	1 1	30
			STO 5	1 2	44 5
			g CLX	1 3	43 35
			RCL 4	1 4	45 4
		RCL 3	1 5	45 3	
		-	1 6	30	
		STO 6	1 7	44 6	
		g CLX	1 8	43 35	
3o. Teclar	f	A	RCL 0	1 9	45 0
			RCL 9	2 0	45 9
			X	2 1	20
	R/S		ENTER	2 2	36
	R/S		RCL 6	2 3	45 6
			+	2 4	40
			ENTER	2 5	36
			RCL 5	2 6	45 5
			-	2 7	10
			STO 7	2 8	44 7
			R/S	2 9	31
			g CLX	3 0	43 35
			RCL 8	3 1	45 8
			RCL 7	3 2	45 7
Para efectuar operaciones secuenciales se procede a partir del segundo paso			X	3 3	20
			ENTER	3 4	36



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 0	Distancia 'd'
RCL 1	Angulo $\alpha_1$ en grados, minutos y segundos
RCL 2	Angulo $\alpha_2$ en grados, minutos y segundos
RCL 3	Lectura al estadal $L_1$
RCL 4	Lectura al estadal $L_2$
STO 8	Factor $Tg \alpha_1$
STO 9	Factor $Tg \alpha_2$
STO 5	Factor $(Tg \alpha_1 - Tg \alpha_2)$
STO 6	Factor $(L_2 - L_1)$
STO 7	Distancia 'X'
STO .0	Altura de la torre o del objeto
STO .1	Comprobación altura de la torre

## EJEMPLO DE APLICACION

DATOS	
DISTANCIA d	20.00 m.
ANGULO $\alpha_1$	45° 00' 00"
ANGULO $\alpha_2$	25° 24' 28"
LECTURA $L_1$	1.50 m.
LECTURA $L_2$	2.50 m.
ELEMENTOS CALCULADOS	
DISTANCIA X	20.0001
ALTURA DE LA TORRE	21.5001
ALTURA DE LA TORRE	
COMPROBACION	21.5001

**PROGRAMA PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE TERRACERIAS  
POR EL METODO DE PRISMAS RECTANGULARES**

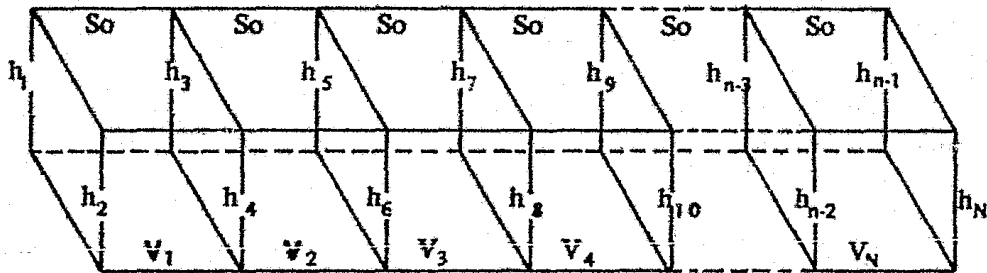
**ESPECIFICACION DEL PROBLEMA**

**Datos:**

Superficie unitaria de los prismas ( $S_o$ )  
Alturas o espesores de  $h_1$  hasta  $h_N$

**Se requiere calcular:**

El volúmen total de terracerías



De la figura se tienen las siguientes relaciones:

$$V_1 = (S_o/4) \times (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

Considerando la fórmula anterior análogamente tenemos que:

$$V_2 = (S_o/4) \times (h_3 + h_4 + h_5 + h_6)$$

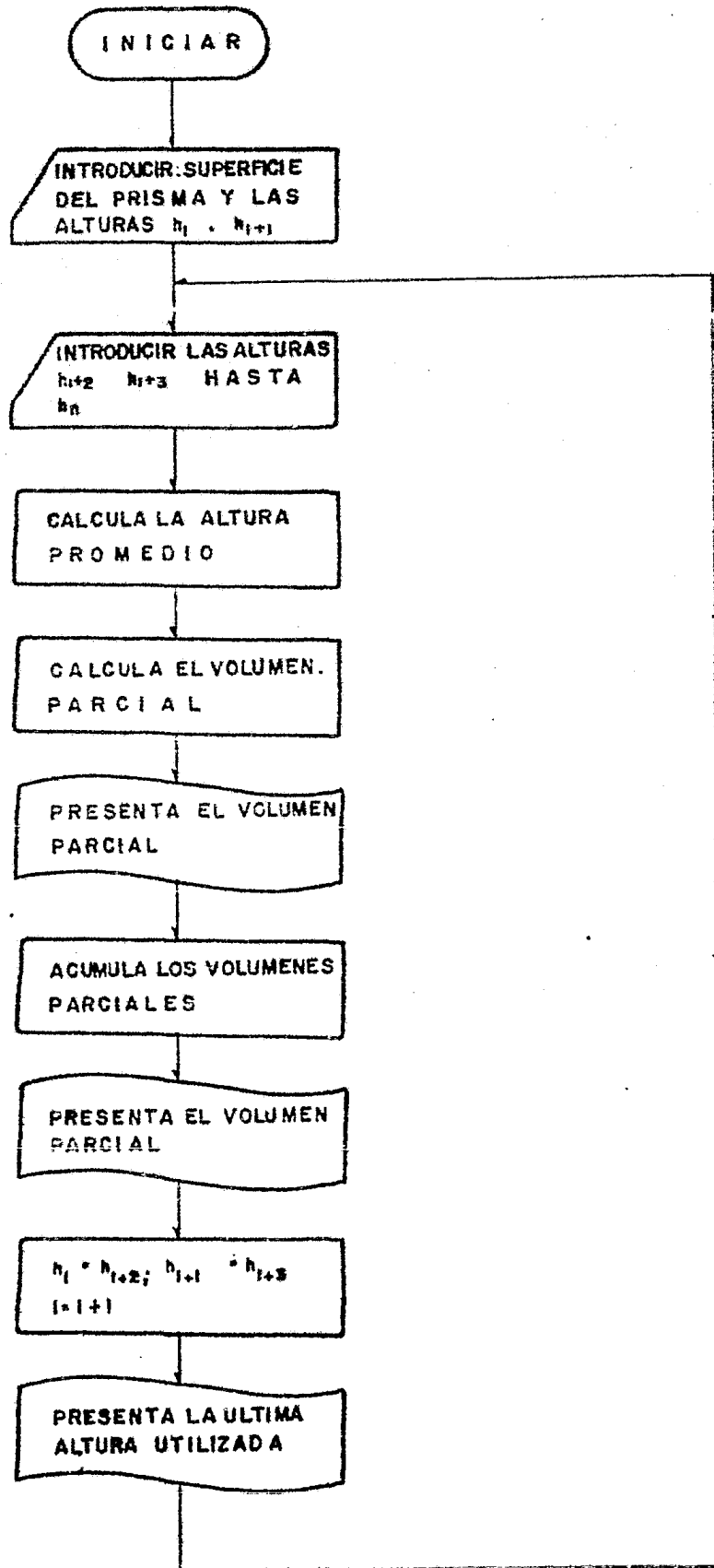
$$V_3 = (S_o/4) \times (h_5 + h_6 + h_7 + h_8)$$

$$V_4 = (S_o/4) \times (h_7 + h_8 + h_9 + h_{10})$$

$$V_N = (S_o/4) \times (h_{N-3} + h_{N-2} + h_{N-1} + h_N)$$

$$V_T = S_1 + S_2 + \dots + S_N$$

Fórmula que se utiliza para calcular el volúmen total de terracerías





G U I A D E O P E R A C I O N			P R O G R A M A			
P A S O S	TECLAS	P A N T A L L A	TECLAS	P A N T A L L A		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora TI 58, 59			LRN	0 0 0	4 3	
			RCL 01	0 2	01-85	
			+	0 3	4 3	
			RCL 02	0 5	02-95	
			=	0 6	8 5	
			+	0 7	4 3	
			RCL 03	0 9	03-95	
			=	1 0	8 5	
			+	1 1	4 3	
			RCL 04	1 3	04-95	
2o. Introducir las alturas iniciales y la superficie del prisma (S <sub>0</sub> )			=	1 4	5 5	
			÷	1 5	0 4	
			4	1 6	9 5	
			=	1 7	4 2	
	Superficie del prisma (S <sub>0</sub> )	STO 00		STO 05	1 9	05-25
	Altura (h <sub>1</sub> )	STO 01		CLR	2 0	4 3
	Altura (h <sub>1+</sub> )	STO 02		RCL 00	2 2	00-65
				X	2 3	4 3
				RCL 05	2 5	05-95
				=	2 6	4 2
3o. Introducir las alturas de I + 2 hasta I + n, a los registros			STO 06	2 8	06-97	
	Altura (h <sub>1+2</sub> )	STO 03	R/S	2 9	8 5	
	Altura (h <sub>1+3</sub> )	STO 04	+	3 0	4 3	
			RCL 07	3 2	07-95	
			=	3 3	4 2	
			STO 07	3 5	07-91	
			R/S	3 6	4 3	
			RCL 03	3 8	03-42	
			STO 01	4 0	01-43	
			RCL 04	4 2	04-42	
4o. Teclar			STO 02	4 4	02-91	
			R/S	4 5	2 5	
			CLR	4 6	6 1	
			STO 00	4 7	0 0	
		2nd Pgm		LRN		
		RST		STO 00		
		R/S	Nos presenta volumen parcial			
		R/S	Volumen acumulado			
		R/S	Ultima altura para comprobar la sustitución de alturas			
	Para efectuar operaciones secuenciales se procede a partir del tercer paso					

## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro		Contenido
RCL	00	Superficie del prisma ( $S_0$ )
RCL	01	—Altura ( $h_1$ ) de inicio ( $i = 1$ )
RCL	02	—Altura ( $h_{i+1}$ )
RCL	03	—Altura ( $h_{i+2}$ )
RCL	04	Altura ( $h_{i+3}$ )
STO	05	Factor ( $h_1+h_{i+1}+h_{i+2}+h_{i+3}$ ), promedio de alturas
STO	06	—Volúmen parcial
STO	07	Volúmen acumulado
STO	01	Sustitución de alturas $h_i = h_{i+2}$
STO	02	Sustitución de alturas $h_{i+1} = h_{i+3}$

## EJEMPLO DE APLICACION

SUPERFICIE DEL PRISMA	P	ALTURA	P	ALTURA	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO
100.00 m <sup>2</sup>	1	1.20	2	1.17		
	3	1.10	4	1.15	115.50	115.50
	5	1.05	6	1.10	110.00	225.50
	7	1.00	8	1.05	105.00	330.50
	9	1.03	10	1.06	103.50	434.00
	11	1.10	12	1.08	106.75	540.75

$V_T$  = ULTIMO VOLUMEN ACUMULADO

$$V_T = 540.75 \text{ m}^3$$

GUIA DE OPERACION			PROGRAMA			
PASOS	TECLAS	PANTALLA	TECLAS	PANTALLA		
				PASOS	CODIGO	
1o. Introducir el programa a la calculadora H.P. 11 C			g P/R			
			f PRGM	0 0 0		
			f LBL A	0 1	42,21,11	
			RCL 1	0 2	45 1	
			RCL 2	0 3	45 2	
	2o. Introducir las alturas iniciales y superficie del prisma, a los registros			+	0 4	40
				ENTER	0 5	36
				RCL 3	0 6	43 3
				+	0 7	40
				ENTER	0 8	36
Superficie del prisma (So)		STO 0		RCL 4	0 9	45 4
Altura ( $h_1$ )		STO 1		+	1 0	40
Altura ( $h_{1+1}$ )		STO 2		ENTER	1 1	36
				4	1 2	4
				÷	1 3	10
3o. Introducir las alturas de I + 2 hasta I = n, a los registros			STO 5	1 4	44 5	
			ENTER	1 5	36	
			RCL 0	1 6	45 0	
			X	1 7	20	
	Altura ( $h_{1+2}$ )	STO 3		STO 6	1 8	44 6
	Altura ( $h_{1+3}$ )	STO 4		R/S	1 9	31
				g CLX	2 0	43 35
				RCL 7	2 1	45 7
				RCL 6	2 2	45 6
				+	2 3	40
4o. Teclar	f	A		STO 7	2 4	44 7
			Nos presenta el volumen parcial	R/S	2 5	31
			Volumen acumulado	g CLX	2 6	43 35
			Ultima altura para comprobar la sustitución de alturas	RCL 3	2 7	45 3
				STO 1	2 8	44 1
				g CLX	2 9	43 35
				RCL 4	3 0	45 4
				STO 2	3 1	44 2
				g CLX	3 2	43 35
				RCL 2	3 3	45 2
Para efectuar cálculos secuenciales se procede a partir del tercer paso			R/S	3 4	31	



## NOMENCLATURA DE VARIABLES

Registro	Contenido
RCL 0	Superficie del prisma ( $S_0$ )
RCL 1	Altura ( $h_1$ ) de inicio ( $i = 1$ )
RCL 2	Altura ( $h_{1+1}$ )
RCL 3	Altura ( $h_{1+2}$ )
RCL 4	Altura ( $h_{1+3}$ )
RCL 5	Factor $(h_1 + h_{1+1} + h_{1+2} + h_{1+3})$ promedio de alturas
STO 6	Volumen parcial
STO 7	Volumen acumulado
STO 1	Sustitución de alturas $h_i = h_{i+2}$
STO 2	Sustitución de alturas $h_{i+1} = h_{i+3}$

## EJEMPLO DE APLICACION

SUPERFICIE DEL PRISMA	P	ALTURA	P	ALTURA	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO
100.00 m <sup>2</sup>	1	1.20	2	1.17		
	3	1.10	4	1.15	115.50	115.50
	5	1.05	6	1.10	110.00	225.50
	7	1.00	8	1.05	105.00	330.50
	9	1.03	10	1.05	103.50	434.00
	11	1.10	12	1.05	106.75	540.75

$V_T =$  ULTIMO VOLUMEN ACUMULADO

$$V_T = 540.75 \text{ m}^3$$

**BIBLIOGRAFIA:**

Métodos Topográficos  
Ingeniero Ricardo Toscano

Tratado General de Topografía  
Doctor W. Jordan

Tratado de Topografía  
Claudio Pasini

Topografía General  
Ingeniero Sabro Higashida Miyabara

Topografía  
Ingeniero Miguel Montes de Oca

Manual de la Calculadora TI 58, 59

Manual de la Calculadora H.P. 11 C