

24-9

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"APLICACION DE LAS
CALCULADORAS ELECTRONICAS
MANUALES PROGRAMABLES
A LA TOPOGRAFIA Y GEODESIA"

T E S I S

que para obtener el título de: Ingeniero Topógrafo y Geodesta

P R E S E N T A

IGNACIO DONACIANO LOPEZ ARREOLA

Ciudad Universitaria, D. F.

1983



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.

I N D I C E

C A P I T U L O

PAGINA

	Prólogo	1
I	Introducción a las Calculadoras Electrónicas Manuales	2
II	La Calculadora Electrónica Programable HP-25	9
III	Aplicaciones a la Topografía	17
	cálculo de poligonales y ajustes	17
	cálculo de las coordenadas de las radiaciones	56
	cálculo de áreas	66
	nivelación	96
	curvas	113
IV	Aplicaciones a la Astronomía y Geodesia	131
	Astronomía: triángulo esférico	134
	correcciones	140
	azimut	152
	latitud	162
	ángulo horario	165
	Geodesia:	168
	radios de curvatura	175
	latitud geográfica a latitud geocéntrica y viceversa	178
	constantes geodésicas	181
	azimut inverso	184
	diferencia de longitud	190
	diferencia de latitud	193
	arco de meridiano	196
	latitud de un punto intermedio	205
V	Aplicaciones a la Teoría de los Errores	208
	promedio y promedio pesado	210
	errores	215
	error propagado	219
	constantes de estadía	222
VI	Aplicaciones a la Cartografía	226
	proyección cónica simple convencional	228
	proyección cónica conforme de Lambert	231
	proyección policónica americana	239
	proyección de Mercator	242
	proyección transversa de Mercator	245
VII	Aplicaciones a la Fotogrametría	248
	Aplicación a otras calculadoras	253
	Bibliografía	254

P R O L O G O

El Presente estudio obedece a dos cosas importantes:

- primero: La obligatoriedad de la realización de un trabajo de aplicación para - obtener mi licenciatura en la Carrera de Ingeniería Topográfica y Geodésica.
- segundo: El gran campo de aplicación que tiene el presente trabajo en las áreas cartográficas.

No pretendo en éste breve estudio abarcar todo el campo de la computación, sino dar una iniciativa a todas aquellas personas interesadas en éste campo. - He utilizado principalmente una sola calculadora electrónica programable, por la facilidad de adquisición de ésta, y teniendo en cuenta que la familiarización con un sistema de programación y cálculo hace asequible el resto de sistemas y tipos de calculadora.

He tratado de tocar todas las áreas de la carrera con objeto de tener una visión de conjunto de ésta y de ver las posibilidades de aplicación que tiene la computación en nuestra área. Mi trabajo consiste en tres partes principalmente, - - siendo éstas:

- 1a. Breve panorama de todas las calculadoras electrónicas manuales en el mercado actual.
- 2a. Enfoque especial de la calculadora Hewlett Packard - Modelo 25.
- 3a. Los programas de aplicación de ésta al área de la Topografía y la Geodesia.

Los temas a desarrollar son los siguientes:

- I. Introducción a las calculadoras electrónicas manuales
- II. La calculadora electrónica programable HP-25
- III. Aplicaciones a la Topografía
- IV. Aplicaciones a la Astronomía y Geodesia
- V. Aplicaciones a la Teoría de los Errores
- VI. Aplicaciones a la Cartografía
- VII. Aplicaciones a la Fotogrametría

I INTRODUCCION A LAS CALCULADORAS ELECTRONICAS MANUALES

Con objeto de orientar a la persona que haga uso de éste breve estudio sobre qué son y cuáles son las calculadoras de mano o minicalculadoras más recomendables para una área determinada, hice una recopilación sobre las características más importantes de las calculadoras que existen en el mercado, sus costos y posibilidades.

Es de tomarse en cuenta primero la diferencia entre las calculadoras de mano y los otros sistemas de computación más refinados como las grandes computadoras o las computadoras de escritorio. ¿Porqué, una vez que hemos visto todas las ventajas que representa el uso de una gran computadora, " regresamos " a las calculadoras de bolsillo ? ¿Qué ventajas tienen unas sobre las otras? Esto y muchas otras cosas es lo que pretendo mostrar a continuación.

Las ventajas que ofrece una calculadora electrónica de bolsillo sobre una computadora son: Tamaño, precio, facilidad de operación, facilidad de transporte, etc.

Las desventajas son: Limitada capacidad de operación, de almacenaje, de programación, etc.

Desde luego todas éstas ventajas y desventajas van en relación directa al tipo de trabajo que se desarrolla, así como el área profesional de cada persona. De cualquier manera al hacer uso de una computadora se requiere conocimiento del lenguaje su capacidad y otros parámetros propios de cada máquina que, para una persona que no esté dedicada a éste campo es muy difícil de dominar. En cambio, con una calculadora electrónica de bolsillo y una rutina de trabajo es relativamente fácil abordar cualquier problema que se presente dentro de una área de trabajo determinada, e incluso, con la ventaja de poder realizar ésto en el mismo lugar de trabajo.

Vale la pena mencionar, que a pesar de la facilidad de operación, no siempre es conveniente realizar trabajos muy extensos con una calculadora electrónica programable, debido a que el operador siempre tendrá que tomar los datos de la pantalla de la calculadora (a menos que se trate de una calculadora con impresora periférica), lo cual puede inducir a muchos errores, sobre todo de escritura.

Teniendo en cuenta todas las ventajas y desventajas antes mencionadas, el usuario siempre tendrá la necesidad de implementar una rutina para operar su cal-

culadora con la mayor eficacia posible, dando por bien empleado el tiempo que ocupe para realizar la tarea.

Vayamos ahora directamente al estudio de las calculadoras que son objeto de nuestro tema.

Con los adelantos e investigación que ha habido últimamente en la - - área de la minicomputación, podríamos citar de menos 100 modelos de calculadoras de bolsillo, yendo desde las que sólo tienen las cuatro operaciones básicas a las que son capaces de realizar programas complicados con todo tipo de operaciones, funciones y hasta rutas críticas de operación.

Podríamos catalogar las calculadoras por sus características y operaciones de la siguiente manera:

BASICA

CARACTERISTICAS	COMENTARIOS
Memoria	Se puede utilizar como guste
Por Ciento	%
Cambio de signo	de (-) a (+) y viceversa
Selección de lugares decimales	ya sea punto flotante 0 a 2- y 4 decimales
Constante	multiplicativa, o en divi- - sión, oprimiendo la tecla
Redondeo de decimales	Ejem: $2/3 = 0.67$, en vez de, $0.6666666.....$

BASICA PLUS

CARACTERISTICAS	COMENTARIOS
Raíz Cuadrada	Saca la raíz cuadrada con so- lo oprimir una tecla
Cuadrado	saca el cuadrado de un número con solo oprimir una tecla
Recíproco	$1/x$
Notación Científica	de 10^{-11} a 10^{+99} , oprimiendo EEX. se puede meter números muy- - grandes o muy pequeños.

REGLA DE CALCULO

CARACTERISTICAS	COMENTARIOS
Funciones Trigonométricas	seno, coseno, tangente y Funciones inversas.
Función Potencial	X^Y eleva el número en la pantalla a la potencia "Y", que puede ser fraccionaria o muy grande.
Logaritmo natural y decimal	Log. Ln. a inversos 10^Y y e^X
Notación Científica	10^{-99} a 10^{+99}
Memorias seleccionables	puede tener 1, 2, 4, o hasta 9
Parentesis a 2 niveles	(x-y) - (x+y)
Memorias Operativas	Son "lugares" en los que las máquinas "guardan" valores que se utilizan para operaciones, 2 como mínimo y 4 máximo; todas las HP trabajan con ese sistema.
Intercambio de memorias Operativas	x↔y cambia lo que hay en la memoria operativa "x" con lo que hay en la memoria operativa "Y".
Funciones Constantes	Pi (común), en algunas hay m. a pulg. Lb a Kg., etc.
Redondeo de decimales y selección del número de lugares de los mismos	de 0 a 9 decimales (HP 21, Texas Instr. SR 51, etc.)
Funciones Hierbólicas	no son comunes pero fáciles de obtener

CARACTERISTICAS	COMENTARIOS
<p>Conversión de polares a rectangulares y viceversa Media estadística y desviación standard</p>	<p>Requiere la utilización de 2 memorias operativas Requiere de la utilización de 2 memorias ; que son originadas por la suma y multiplicación de una serie de números</p>
<p>Sumatorias</p>	<p>útil para la determinación de la media y la desviación standard</p>
<p>Memorias seleccionables Factorial de un Número Funciones Hiperbólicas</p>	<p>de 9 a 16 memorias $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times n$</p>
<p>Memorias secundarias (LAST X)</p>	<p>llama la última cifra de la pantalla</p>
<p>Operaciones con grados, radianes o grados centesimales</p>	<p>puede hacer cálculos trigonométricos en cualquiera de las tres maneras.</p>
<p>Constantes Métricas Teclas para examinar las memorias operativas</p>	<p>3 ó más por lo general ya sea en un sentido ó en otro</p>
<p>Redondeo y selección de decimales</p>	<p>Permite al operador redondear hasta "n" decimal</p>
<p>Conversión de grados a radianes o a grados centesimales</p>	<p>DEG → RAD, DEG → GRAD, etc.</p>
<p>Programación</p>	<p>Recuerda una cierta secuencia de tecléo.</p>

Es conveniente recalcar el hecho de que el usuario es en última instancia el indicado para escoger el tipo de máquina, su costo, etc., y para utilizar - ésta a su máxima capacidad.

La manera más adecuada para agotar todas las posibilidades de una calculadora es el uso de rutinas de operación que el usuario puede construir. Es decir si nosotros tenemos un problema a resolver, y éste es repetitivo, ó es probable que podamos topar con uno semejante en alguna otra ocasión, solo necesitamos saber la secuencia de teclas a oprimir sin tener que estar pendiente de los resultados secundarios, pues de antemano sabemos de que orden son; por lo tanto solo es necesario resolver un problema tipo y registrarlo para uno posterior. Como dijimos con anterioridad, el tiempo empleado para "programar" una rutina de operación, es harto provechoso y no debemos pensar que es perdido.

Para ilustrar lo anterior, daremos este ejemplo con su respectiva rutina:

Suponiendo que sólo contamos con una calculadora cuya capacidad de operación sólo llega hasta las cuatro operaciones fundamentales y una memoria; calculemos el seno de 30°.

La fórmula usada es: $\text{sen } x = x \left(1 - \frac{x^2}{6} \right)$

SECUENCIA DE OPERACION	RESULTADOS	COMENTARIOS
1 Teclar 30°	30	Angulo dado
2 dividir entre 57.29578	0.5235987	Valor del ángulo en radianes
3 Meter el resultado a la memoria		
4 elevar este resultado al cuadrado	0.2741557	
5 dividir entre - 6	-0.0456926	Nótese el signo negativo.
6 sumar 1	0.9543074	
7 multiplicar por 0.5235987 (anotado con anterioridad)	0.4996742	resultado de sen 30°

El valor correcto del seno de 30° es 0.5000000, por lo que el error es del orden de 2×10^{-6} , lo que equivale a 0.5 de segundo de arco de error.

Hay sin embargo otras fórmulas que nos permiten obtener este resultado con mayor exactitud:

$$\text{sen } x = x \left(1 - \frac{x^2}{6} \left(1 - \frac{x^2}{20} \right) \right), \text{ y}$$

$$\text{sen } x = x \left(1 - \frac{x^2}{6} \left(1 - \frac{x^2}{20} \left(1 - \frac{x^2}{42} \right) \right) \right)$$

Así como este interesante ejemplo existen muchos más, y cada uno de acuerdo con la capacidad de la máquina en particular que se use. Así por ejemplo, con la calculadora HEWLETT PACKARD HP-32E, podremos efectuar el cálculo de una poligonal introduciendo a la máquina solo la distancia entre vértices y el rumbo de esa línea para poder obtener las proyecciones, olvidándonos de los resultados secundarios: posteriormente, introduciendo las proyecciones obtenidas con anterioridad podemos calcular las coordenadas de los vértices, ya con las proyecciones corregidas.

Podríamos mencionar muchos más ejemplos, pero demos un paso más dentro de este tipo; es, según se verá, la rapidez de ejecución que posee.

Podemos clasificar este tipo de calculadoras de la siguiente manera:

- a) Las que almacena el programa, o secuencias de teclado mediante el mismo teclado.
- b) Las que aceptan una tarjeta magnética.

Las del primer grupo son las más económicas, aunque tienen menor capacidad de programa: entre estas existen en el mercado, la Hewlett Packard 25, 33E, la Hewlett Packard 19 y 29, la Texas Instruments SR 56, etc. Las del segundo grupo, como la Hewlett Packard 65, la Hewlett Packard 67 y 97, la Texas Instruments SR 52, etc., aceptan como indicamos una tarjeta magnética para introducir el programa a la máquina y cuentan con una considerable capacidad de operación.

Veamos ahora algunas calculadoras en especial:

LA HEWLETT PACKARD 67, tiene 224 pasos de programación y acepta tarjeta magnética para almacenar el programa, la tarjeta magnética es una tarjetita de material ferromagnético que, a semejanza de las cintas magnéticas de una grabadora, "guarda" caracte-

res; es del mismo largo que el ancho de la máquina y como de un centímetro de ancho; el programa se graba en la tarjeta, una vez que este ha sido teclado previamente en el tablero de la máquina, mediante un botón para tal objeto. El programa queda impreso en la tarjeta para su uso posterior, lo cual nos evita el teclado del programa cada vez que esta se va a utilizar.

LA HEWLETT PACKARD 25 y 33, es más compacta que la anterior y de menor precio, es del tamaño y forma de la HP 21 y 31 tiene la misma capacidad de programación que la HP 55. Acepta el programa por medio del teclado.

LA HEWLETT PACKARD 25c, posterior a la HP 25 tiene la propiedad de "guardar" el programa aún estando apagado el switch de corriente de la máquina. Esto es una gran ventaja si se tiene en cuenta que es un poco bromoso estar "teclando" el programa cada vez que tenemos necesidad de utilizarlo.

LA HEWLETT PACKARD 97, es posterior a la HP 67 y tiene las mismas características -- que la HP 67, con la ventaja de un impresor.

LA HEWLETT PACKARD 19c y 29, son intermedias entre la HP 25 y 33, y la HP 97 y 67, -- tienen 100 pasos de programación y aceptan la programación por el teclado, aceptan en su memoria 30 datos y la diferencia entre ellas es que la HP 19c, tiene impresora térmica en papel especial, al igual que la HP 97.

LA HEWLETT PACKARD HP 41c, es una calculadora de lo más versátil, pues su capacidad de almacenaje puede variar de 63 registros iniciales hasta 319 con módulos de memoria adicionales. Este tipo de almacenaje por registros permite asignar determinado número de registros para almacenaje de datos y el resto para almacenaje de programa. Cada registro de almacenaje puede "guardar" de tres hasta siete pasos de programa -- según esté compuesta la línea de una, dos, tres y hasta cuatro teclas ú ordenes ó -- cantidades numéricas. La impresora periférica permite la impresión de caracteres -- alfanuméricos y la lectora de tarjetas permite la acumulación tanto de datos como de programas en tarjetas magnéticas. Cuenta además de un lector óptico (WAND) que lee -- barras negras y blancas como sistema binario y lo introduce en la memoria. Puede leer datos ó programas. Es de mencionar que los aditamentos perifericos son casi del mismo costo que la calculadora.

LA HEWLETT PACKARD 41 CV, es igual a la anterior solo que ya viene integrada a la máquina toda la capacidad de memoria.

Primero enumeraremos las características principales de esta máquina, y la razón por la que se consideró apropiado su uso como la más práctica y conveniente para trabajos de Topografía. Sus características son:

- 4 funciones básicas
- inverso ($1/x$)
- cuadrado (x^2)
- raíz cuadrada (\sqrt{x})
- un número a la potencia "x" (y^x)
- logaritmos de base "e" con sus antilogaritmos
- funciones trigonométricas (sen, cos, tan) y sus inversos
- por ciento (%)
- cambios de signo (CHS)
- PI
- 8 memorias y una memoria momentanea que guarda la última cifra - que estuvo en la pantalla (Last x)
- sumatoria y sumatoria negativa ($\Sigma+$, $\Sigma-$), esta tecla almacena en las memorias 3 a 7 respectivamente: n, número de orden; sumatoria de "x"; sumatoria de "y"; sumatoria del producto "x"."y"; su matoria de los productos "x"."x"
- valor absoluto (ABS)
- valor entero (INT)
- valor fraccionario (FRAC)
- cambio de coordenadas polares a rectangulares y viceversa
- cambio de grados-minutos-segundos a grados-decimales
- 3 modos de operación para ángulos: grados sexagesimales, grados-centesimales y radianes.

A manera de comentarios especiales con respecto a la HP-25 diremos -- que:

Su manera de operación es mediante la notación polaca inversa (NPI).- Para explicar esto haremos un esquema.

T	0.00	Pantalla
Z	0.00	
Y	0.00	
X	0.00	

Este sistema lo llamaremos memorias operativas X, Y, Z, T.

Para operar con las 4 operaciones fundamentales se utilizan las memorias "X" e "Y", para lo cual se utiliza la tecla ENTER ↑ que sitúa la cantidad en la pantalla ("X"), en "Y", se teclea la cantidad siguiente, que queda en "X" y se opera de la siguiente manera:

con	(-)	opera	"Y" - "X"
con	(+)	opera	"Y" + "X"
con	(x)	opera	"Y" x "X"
con	(÷)	opera	"Y" ÷ "X"
con	y^x	opera	"Y" a la potencia "x"

de la misma manera para convertir de coordenadas rectangulares a polares y viceversa se utilizan las memorias operativas "X" e "Y".

Rectangular a Polar se teclea primero la cantidad que corresponde a la coordenada "Y", se oprime ENTER para situar esta cantidad en la memoria operativa "Y", se teclea la cantidad que corresponde a la coordenada "X" y se oprime la tecla azul g y la tecla 9 (nueve) que en su base y en azul efectúa la conversión →P (a polar). Aparecerá en la memoria operativa "Y" el ángulo θ y en la pantalla ("X") el argumento con respecto al eje X en Grados-Decimales.

Polar a Rectangular esta operación se efectúa en forma inversa a la anterior con la tecla amarilla f y la tecla 9, que en su parte superior tiene en amarillo la notación →R (a rectangular). Para que esto se efectúe se sitúa el ángulo θ en Grados-Decimales en la memoria operativa "Y" y el argumento en la pantalla.

Cabe aclarar que el ángulo θ para hacer el cambio de polar a rectangular puede aceptarlo la máquina inclusive mayor a 360° con la condición que ella -- misma resta 360° del ángulo las veces necesarias hasta dejarlo menor de 360° . Acepta ángulos negativos considerandolos negativos a partir del sentido positivo sobre el eje "X".

Una consideración importante es la aplicación de esta característica a la Topografía. En esta área como sabemos los ángulos se cuentan a partir del eje "Y", tanto rumbos como azimuts. En el caso de los azimuts simplemente se invierte el orden de las memorias operativas; es decir para convertir distancia y azimut a -- coordenadas X y Y se sitúa el azimut en la memoria "Y" y la distancia en la pantalla. Se oprime $f \rightarrow R$ y tenemos la coordenada y en la memoria operativa "X". Para encontrar distancia y azimut a partir de las coordenadas se sitúan estas inversamente: X en la memoria operativa "Y" y Y en la pantalla ("X"), con lo que aparecerá el azimut en la memoria operativa "Y" y la distancia en la pantalla.

Otra operación que utiliza las memorias operativas "X" y "Y" es la sumatoria, que como vimos con anterioridad va almacenando las sumatorias y los productos de las sumatorias de las parejas de números que se encuentran en las memorias operativas "X" y "Y". En combinación con las sumatorias tenemos otras dos funciones:

La media aritmética y la desviación estandar.

La media aritmética (\bar{x}) utiliza las memorias 3 y 7 en las que, una vez utilizada la sumatoria se almacenan, en la memoria 3, el número de cantidades o de parejas que se utilizaron; y en la memoria 7 la suma de los números de la serie "X" (pantalla), según la fórmula:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

La desviación estandar (S.Dev.), que es la medida de la dispersión alrededor de la media, utiliza las memorias 3, 6 y 7, para utilizar los datos: n, x^2 , y x respectivamente, según la fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

Yendo un poco más a fondo encontramos que la calculadora tiene la capacidad de almacenar momentaneamente, es decir, mientras que ninguna operación se efectúe, 4 diferentes cantidades dentro de este Sistema de Memorias Operativas. La tecla $x \leftrightarrow y$, invierte el lugar de las cantidades en las memorias operativas "X" e --

"Y" : lo que está en "X" pasa a "Y" y viceversa.

La tecla R↓ (roll down) rota todas las cantidades en las 4 memorias operativas; al oprimir esta tecla, la cantidad en la pantalla: "X", queda en la última memoria operativa: "T"; la de "T" en "Z", y la de "Z" en "Y", y la de "Y" en "X"; al oprimir de nuevo la tecla sucede lo mismo. Veamos el siguiente esquema que nos ilustrará el caso:

T	4.00
Z	3.00
Y	2.00
X	1.00

(pantalla)

Suponiendo que previamente hemos introducido las cantidades 4.00, - 3.00, 2.00 y 1.00 en las memorias operativas mediante la tecla ENTER ↑.

Al oprimir R↓ queda:

T	1.00
Z	4.00
Y	3.00
X	2.00

(pantalla)

Al oprimir de nuevo esta tecla nos queda:

T	2.00
Z	1.00
Y	4.00
X	3.00

(pantalla)

y así sucesivamente.

Una característica interesante es la capacidad de modificar la manera en que el valor en la pantalla aparezca. Con la tecla f Fix "n" podemos hacer que el valor en la pantalla aparezca con "n" lugares decimales (con 9 como máximo). Con la tecla SCI "n" podemos hacer que aparezca el valor en la pantalla con "n" - -

lugares decimales (con 7 como máximo) en notación exponencial. Con la tecla ENG "n" aparece la notación exponencial de 3 en 3 y el número de decimales siempre es de 2 - en adelante.

Entremos ahora más a fondo con el sistema de programación de la máquina:

La máquina tiene 49 pasos de programa, es decir, "recuerda" 49 operaciones de las que ya hemos visto y de otras propias de programación.

Para introducir un programa en la calculadora HP-25 se mueve el -- switch RUN-PRGM a la modalidad PRGM con lo que aparecerá en la pantalla 00 en el lado izquierdo; esto representa el paso 00 del programa y este paso no acepta ninguna instrucción. A partir de ese paso se oprimen todas las teclas necesarias como si -- fuera a operar manualmente; es muy útil tomar en cuenta el funcionamiento de las memorias operativas.

Para lograr una mejor programación de nuestros problemas es conveniente utilizar unas hojas de programa como las que utilizaré mas adelante. Veamos - ahora aquellas operaciones propias de la implementación del programa:

La tecla f PRGM se utiliza cuando estamos programando para borrar todas las memorias del programa y pone esta memoria en el paso 00. Cuando tenemos el switch en la modalidad RUN sirve para regresar el programa al paso 00 sin borrarlo, - pudiendo así dar comienzo a su ejecución.

La tecla SST (Subsequent Step), operada cuando estamos en la modalidad de programa (con el switch en PRGM), nos lleva al siguiente paso de programa sin alterar en nada el contenido operativo de este. Cuando oprimimos esta tecla en la - modalidad RUN (de corrido de programa), solamente ejecuta la operación del paso subsecuente, apareciendo, al mantener oprimida la tecla, el número de orden del programa - y el código de la operación que se ejecutará en ese paso, al soltarla se ejecutará - la operación.

La tecla BST (back step), operada cuando estamos en la modalidad de programa retrocede un paso de programa, apareciendo el número del paso anterior y su código de operación. Esta tecla es útil en caso de equivocación, pues al retroceder un paso del programa nos permite volver a teclear lo que deseabamos, quedando borrado el equivoco, pues cada vez que tecleamos una operación con el switch en PRGM se - borra la operación que se encontraba previamente registrada en ese paso. Al oprimir esta tecla en la modalidad RUN el programa retrocede un paso, sin afectar la opera-- ción que ya ha sido realizada; al "correr" el programa, nuevamente el contenido de la

pantalla (que es ya un resultado del paso que retrocedemos) se verá nuevamente afectado por la misma operación, por lo que es conveniente tener cuidado con esta tecla en las circunstancias descritas pues puede ocasionar resultados inesperados.

Una característica muy útil en esta calculadora es la tecla R/S (RUN/ - STOP) que utilizada mientras programamos ocasionará durante la ejecución del programa, que este se detenga una vez que ha realizado la operación anterior a R/S. Esta característica es muy útil cuando en un mismo programa esperamos varios resultados. Para continuar la ejecución del programa se oprime la misma tecla R/S (entendiéndose que ahora el switch está en RUN). Con esta misma tecla utilizando el prefijo -- amarillo f tenemos f PAUSE (PAUSA). Operando ésta dentro del programa (con el switch en RUN) nos muestra el resultado de la operación anterior por 0.7 seg. Se puede oprimir varias veces con el objeto de visualizar mejor este resultado. Esta tecla tiene la ventaja de mostrarnos algún resultado secundario durante corto tiempo sin tener nosotros que utilizar la tecla R/S dentro del programa. Con esta misma tecla y el prefijo azul g tenemos otra operación del programa útil sobre todo -- cuando se está implementando el programa definitivo, es la operación g NOP (NO OPERATING), la cual ocupa un lugar de memoria de programa sin ninguna operación, es decir ese paso queda nulo.

La característica quizá más importante de la capacidad de programación de la calculadora HP-25 es el poder que tiene para ejecutar transferencias condicionales e incondicionales.

La transferencia condicional primero "pregunta" y después transfiere.

Las "preguntas" son las siguientes:

f $X < Y$? ¿ es 'x' menor que 'y' ?

Esta operación compara la cantidad existente en la memoria operativa -- "X" (pantalla) con la "Y". Si la comparación resulta verídica el programa sigue su orden normal, si resulta falsa el programa salta la operación del paso inmediato -- subsecuente. Esta característica por lo general se utiliza combinada, pues el paso subsecuente se antoja que sea una transferencia incondicional, así pues, si la comparación resulta verídica la ejecución del programa seguirá su curso normal, si no, la ejecución se transfiere a otra parte del programa.

Para facilitar al máximo esta manera de operación la máquina tiene 8 -- "preguntas", comparables a las transferencias de las computadoras mayores del lenguaje FORTRAN (IF) que son, la anterior y:

- f $X \geq Y$? ¿ Es "X" mayor o igual a "Y" ?
- f $X \neq Y$? ¿ Es "X" diferente de "Y" ?
- f $X = Y$? ¿ Es "X" igual a "Y" ?
- 9 $X < 0$? ¿ Es "X" menor que cero ? o sea negativa
- 9 $X \geq 0$? ¿ Es "X" mayor o igual a cero ? positiva
- 9 $X \neq 0$? ¿ Es "X" diferente de cero ?
- 9 $X = 0$? ¿ Es "X" igual a cero ?

NOTA: "X" se refiere siempre a la cantidad en la memoria operativa X o sea en la pantalla y
 "Y" se refiere siempre a la cantidad en la memoria operativa "Y".

Con ésto, hemos dado una breve ojeada a todas las minicomputadoras o calculadoras de mano y a una de ellas en especial, la HEWLETT PACKARD 25; ahora se antoja llevar todo esto a la práctica. Para ésto veremos 3 casos típicos de la TOPOGRAFIA y sus resoluciones por medio de la HP-25. Es interesante además comparar los tiempos de resolución de dichos problemas así como las precisiones deseables.

Veamos primero el caso más típico de la Topografía.

Cálculo de una poligonal

El programa implementado necesitará como datos la orientación de cada uno de los lados de la poligonal así como sus longitudes, como resultados tendremos las proyecciones de los lados sobre los ejes de referencia sucesivamente, y la máquina ira almacenando la suma algebraica de todas las proyecciones de los lados.- Esto es con el objeto de obtener así el error existente en las proyecciones para proseguir en el cálculo de la precisión y de las correcciones pertinentes. Cabe aclarar que el operador tendrá una tabla en la que anotará las proyecciones correspondientes a cada lado de la poligonal. Posteriormente introducirá a la máquina estas proyecciones así como la longitud del lado para que la máquina calcule las coordenadas en las proyecciones corregidas.

Cálculo de las coordenadas de las radiaciones

Este es un programa muy útil pues nos permite conocer las coordenadas

de todos los puntos radiados con fines de cálculo posterior, como veremos más adelante.

El operador solo introducirá el rumbo o el azimut (según el programa) y la distancia de dicha radiación, tendrá que almacenarse anteriormente a esto las - - coordenadas del punto de origen de las radiaciones.

Cálculo de azimutes de los lados de una poligonal

Este programa es muy práctico por el considerable ahorro de tiempo que representa. Solo introducimos el azimut anterior y el ángulo a la derecha, ya sea interno o externo y tendremos el nuevo azimut, nuevamente solo introducimos el ángulo a la derecha y tenemos el nuevo azimut y así sucesivamente.

Cálculo del área por medio de coordenadas

En este programa solo se almacena primero el número de parejas de - - coordenadas en una memoria. Se van introduciendo las coordenadas de dos en dos y la máquina se encarga de efectuar los productos cruzados para obtener el área.

Cálculo de distancia y azimut entre 2 puntos de coordenadas conocidas.

Este programa, muy útil sobre todo para cálculo de fraccionamientos, -- nos permite conocer por medio de coordenadas las distancias y orientación entre 2 - puntos, con solo introducir las 4 coordenadas en la calculadora; he elaborado uno - por azimutes y otro por rumbos.

Cálculo de una curva circular simple

Estos son una serie de programas que nos permite conocer los paráme- - tros de una curva teniendo diferentes datos.

Así podemos tener Δ , ST y ci e ignorar los demás, o tener Δ , R y - ci e ignorar el resto, etc., donde Δ = deflexión, ST = subtangente, R = radio y ci sub cuerda inicial.

Cálculo del azimut astronómico

Con este programa y una serie de observaciones, así como el ANUARIO y un reloj se puede conocer el azimut de una línea.

CALCULO DE POLIGONALES Y AJUSTES

1 Primer Programa: Hace la conversión de Azimut a Rumbo; aunque el programa en si no presenta gran dificultad, sin embargo, es interesante debido a las decisiones que presenta. Para informar a la máquina sobre el cuadrante en que el rumbo se encuentra, se acordó una clave sencilla que utiliza las pruebas condicionales de la calculadora. La clave consiste en asignar el número 0 (cero) al Norte ó 1 (uno) - al Sur, según el caso, en una de las memorias operativas de la máquina, y 0 (cero) al Este y 1 (uno) al Oeste, según el caso, en la otra memoria operativa. La máquina hará primero la prueba de si el Azimut es mayor o menor de 180° asignando un 0 (cero) ó - 1 (uno) en caso de que el rumbo correspondiente sea Este u Oeste respectivamente. Una vez probado el valor se originan dos subrutinas, cada una de las cuales prueba si el ángulo restante (ahora menor de 180°) es mayor o menor de 90°, asignando un 0 (cero) - o 1 (uno) en caso de que el rumbo correspondiente sea Norte o Sur respectivamente. En cada una de estas decisiones el programa irá reduciendo el azimuth hasta convertirlo en rumbo, o sea en un ángulo menor de 90° según la siguiente regla:

$$\begin{aligned}
 0^\circ \leq Az \leq 90^\circ & ; RBO = Az \\
 90^\circ \leq Az \leq 180^\circ & ; RBO = 180^\circ - Az \\
 180^\circ \leq Az \leq 270^\circ & ; RBO = Az - 180^\circ \\
 270^\circ \leq Az \leq 360^\circ & ; RBO = 360^\circ - Az
 \end{aligned}$$

Por ejemplo: Si tenemos un Azimut de 283° 03' el resultado será de -- 76° 57' como valor angular del Rumbo, haciendo rotar las memorias operativas en la -- "y" encontraremos un cero, que nos indica que el rumbo es hacia el norte; en la memoria "z" encontraremos un 1 (uno) que nos indica que el rumbo es hacia el oeste.

Azimut	Rumbo	"y"	"z"
283°03'	76° 57'	0	1
		(norte)	(oeste)

2 Segundo Programa: Hace la conversión de Rumbo a Azimut. El proceso inverso es interesante, pues utiliza las claves mencionadas con anterioridad para sumar o restar de 180° o 360° el rumbo para obtener el Azimut; corresponde según la siguiente regla:

si RBO = NE ; Az = RBO
 si RBO = SE ; Az = 180° - RBO
 si RBO = SW ; Az = RBO + 180°
 si RBO = NW ; Az = 360° - RBO

Un ejemplo sería:

Introducir a la máquina los datos
del rumbo y sus claves.

"x"	"y"	"z"
47°26'	1	0
	(sur)	(este)

El resultado sería 132°34' que es el Azimut.

3 Tercer Programa: Nos sirve para calcular los Azimutes de una Poligonal a partir de un Azimut conocido y los ángulos a la derecha de los lados subsecuentes.- El programa invierte el Azimut original, sumando 180° y suma el ángulo a la derecha - para obtener el Azimut siguiente; si este es mayor de 360° lo reduce.

La siguiente serie de programas calculan y compensan una poligonal cerrada.

4 Cuarto Programa: Efectúa el cálculo de una poligonal cerrada conocidos los Azimutes y las distancias de sus lados. La primera parte del programa calcula las proyecciones y almacena la suma de todas las distancias y la suma algebraica de las -- proyecciones, es decir, los errores en "y" y en "x"; las proyecciones hay que anotar-- las en una tabla como la que se muestra. La segunda parte del programa calcula la pre cisión de la poligonal según la fórmula: $P = 1/(\sum \text{lados} / \text{error total})$; el resultado será solo el denominador de éste quebrado. La tercera parte calcula la constante de - corrección para cada proyección según el método de la Brújula o de Bowditch, es decir: $\text{Corr.} = (\text{error} / \sum \text{lados}) \cdot \text{lado}$.

Como el error en cada proyección y la suma de los lados de la poligonal son constantes, tenemos:

$$\text{Corr} = K \cdot \text{lado} \quad \text{donde} \quad K = \text{error} / \sum \text{lados}$$

La última parte del programa calcula las correcciones para cada una de las proyecciones y las coordenadas de los vértices o estaciones.

Como ejemplo, tenemos la siguiente poligonal, levantada en los terrenos de Chapingo, Edo. de México.

EST.	P.V.	Az	DIST.	PROYECCIONES		COORDENADAS		V
				y	x	y	x	
A	B	276°37'21"	117.740	13.579	-116.954	200.000	200.000	A
B	C	181°41'40"	67.313	-67.284	- 1.990	213.579	83.043	B
C	D	98°35'00"	105.515	-15.748	104.333	146.295	81.052	C
D	E	101°38'00"	75.220	-15.168	73.675	130.547	185.383	D
E	F	336°57'17"	81.205	74.724	-31.788	115.379	259.056	E
F	A	289°57'04"	29.005	9.897	-27.264	190.103	227.266	F
			475.998	0.000	0.012	200.000	200.000	A
			E lados	Ey	Ex	(compensados)		

Precisión = 1/44,592

Area del Polígono = 11,216.98 m².

5 Quinto Programa: Calcula una poligonal conocidos los rumbos y las distancias de la misma. Es semejante al anterior con la variante de los rumbos en vez de azimutes. Para designar los rumbos se utiliza la misma clave citada con anterioridad:

Norte 0	memoria "y"
Sur 1	
Este 0	memoria "z"
Oeste 1	

Lo que en realidad hace ésta clave es hacer que la máquina decida el signo de la proyección, pues, ya que utilizamos rumbos, todas las proyecciones son positivas debido a que el rumbo nunca es mayor de 90°.

A diferencia del programa anterior, éste no calcula la precisión, sin embargo he incluido una rutina manual en la secuencia del programa que nos permite -- hacerlo. El resto del programa es idéntico al anterior.

6 Sexto Programa: Calcula una poligonal conocidos los azimutes y distancias de los lados y su área por Dobles Distancias Meridianas. Este programa calcula las proyecciones de los lados mediante azimutes y distancias, no calcula la precisión

aunque se puede hacer manualmente y después de corregir las proyecciones va calculando el área por D.D.M.

Si sólo se quiere conocer el área por D.D.M. se utiliza la última parte del programa procurando hacer las constantes de corrección K_x y K_y para las proyecciones valgan cero.

7 Séptimo Programa: Cálcula, hasta las coordenadas de una poligonal - abierta. Conocidos los azimutes ó ángulos a la derecha de los lados siguientes.

8 Octavo Programa: Cálcula la distancia y el Azimut entre dos puntos de coordenadas conocidas. Es necesario en éste caso introducir los datos en cierto orden en las memorias operativas de manera que queden de la siguiente manera:

"x"	"y"	"z"	"t"
Xn	Yn	Xn+1	Yn+1

9 Noveno Programa: Cálcula la distancia y el rumbo entre dos puntos de coordenadas conocidas. Al igual que el anterior es necesario introducir los datos en cierto orden, que daremos a continuación:

"x"	"y"	"z"	"t"
Yn	Yn+1	Xn	Xn+1

La clave para saber a que cuadrante corresponde el rumbo es un poco diferente a las anteriores.

Si el valor del rumbo es positivo es Norte, si es negativo, es Sur. Para saber el sentido del rumbo en el eje "x" se oprime la tecla $x \leftrightarrow y$ y aparecerá un 0 (cero) o un 1 (uno), según la clave ya conocida.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "AZIMUT A RUMBO"

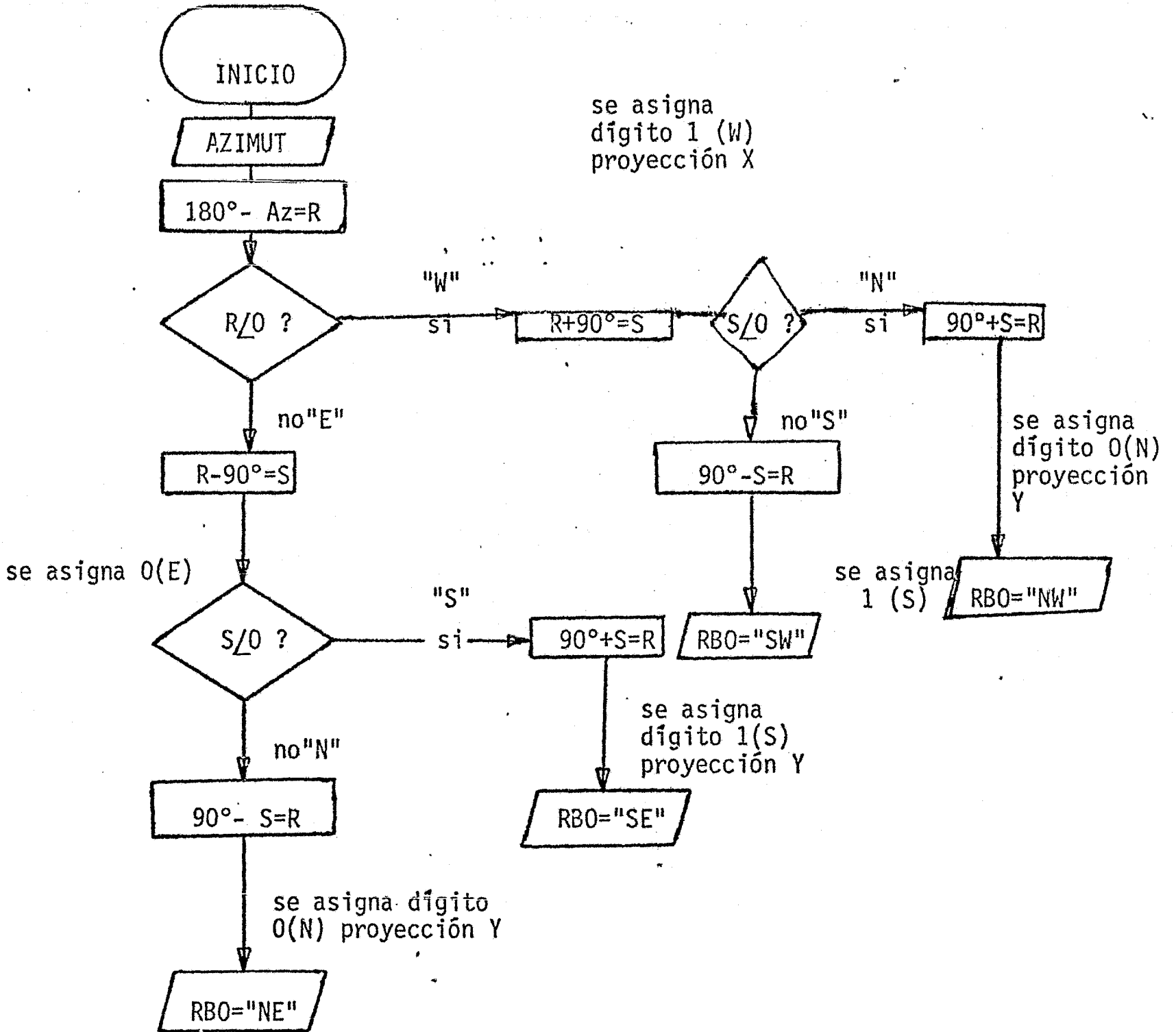
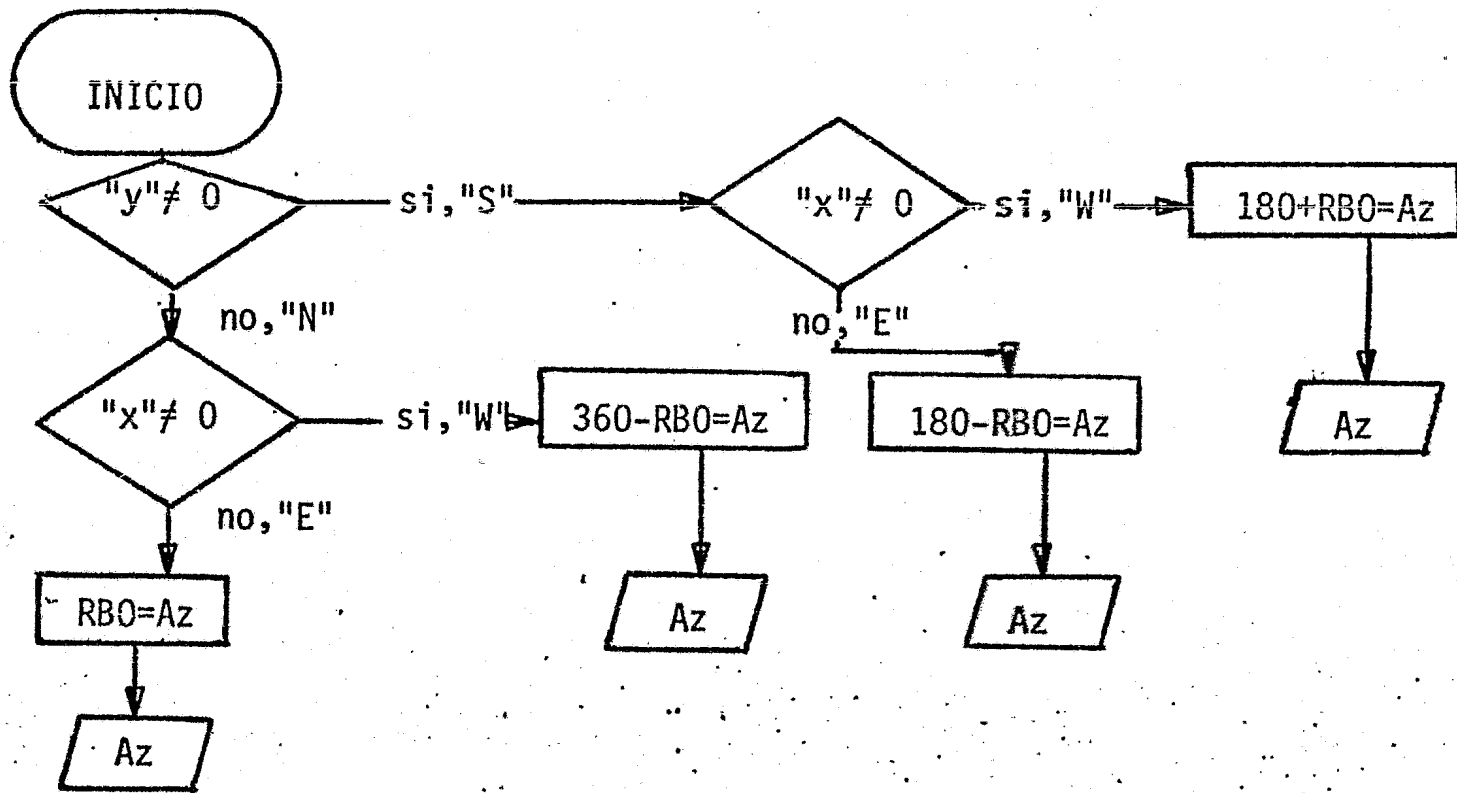


DIAGRAMA DE FLUJO
PROGRAMA: "RUMBO A AZIMUT"



NOTA: Se introducen en este programa:

En la memoria operativa "z", 0 si R=E

1 si R=W

En la memoria operativa "y", 0 si R=E

1 si R=S

En la memoria operativa "x", R(valor)

RUMBO A AZIMUT

		RBO	001	001		
15	00	g→H	"	"	"	Decide 1er. cuadrante
	21	x→y	001	RBO	"	
15	61g	x≠0?	"	"	"	
13	19G	T019	"	"	"	
	51	†	RBO	001		
	21	x→y	001	RBO		
15	61g	x≠0?	"	"		
13	12G	T012	"	"		
	51	†	RBO			
14	00f	→H.MS	Az			
13	00G	T0 00	"			Muestra Azimut
	61	x	RBO			Decide cuarto cuadrante
	03	3	3	RBO		
	06	6	36	"		
	00	0	360	"		
	21	x→y	RBO	360		
	41	-	Az			
13	10G	T010	"			
	61	x	RBO	001		Decide 3er. cuadrante
	01	1	1	RBO	001	
	08	8	18	"	"	
	00	0	180	"	"	
	21	x→y	RBO	180	"	
	22	R↓	180	001		RBO
	22	R↓	001		RBO	180
	21	x→y		001	"	"
	22	R↓	001	RBO	180	
15	61g	x≠0?	"	"	"	
13	33G	T033	"	"	"	
	51	†	RBO	180		
	41	-	Az			
13	10G	T010	"			
	61	x	RBO	180		calcula 2º cuadrante
	51	†	Az			
13	10G	T010	"			

"AZIMUT A RUMBO"

EJEMPLO 1

Se desea conocer el rumbo que corresponde al azimut de 234°15'46"

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
234°1546	R/S	54.15	Valor del rumbo
	f FIX 4	54.1546	se escoge el número de lugares decimales, según el caso.
	R↓	1.0000	rumbo al Sur
	R↓	1.0000	rumbo al Oeste

"RUMBO A AZIMUT"

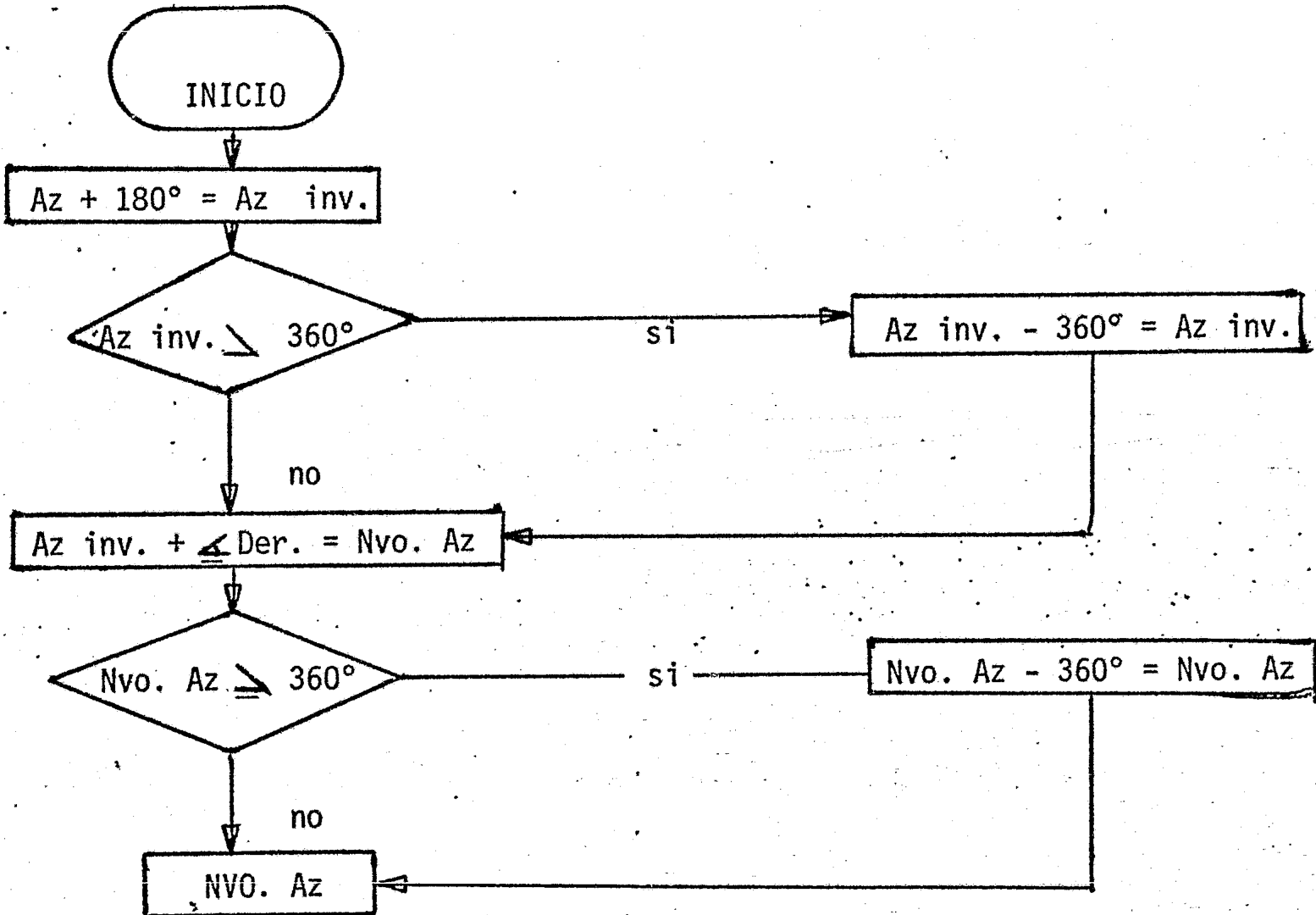
EJEMPLO 2

Se desea conocer a qué azimut corresponde el rumbo S 12°23'58" E

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
0	ENTER ↑	0.00	rumbo al Este
1	ENTER ↑	1.00	rumbo al Sur
12°2358	R/S	167.37	rumbo en minutos
	f FIX 4	167.3602	se escoge el número de lugares decimales según el caso.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE LOS AZIMUTES DE LOS LADOS DE UNA POLIGONAL A PARTIR DE LOS ANGULOS A LA DERECHA"



Titulo. CALCULO DE AZIMUTES DE UNA POLIGONAL

		X	Y	Z	
					ang.der. Az
15	00	g→H	"	"	"
	21	x→y	Az	ang.der.	"
15	00	g→H	"	"	"
	01	1	1	Az	ang.der.
	08	8	18	"	"
	00	0	180	"	"
	51	†	Az+180	ang.der.	"
	03	3	3	Az+180	ang.der.
	06	6	36	"	"
	00	0	360	"	"
14	41f	x≤y?	"	"	"
13	23GTO23		"	"	"
	22	R↓	Az+180	ang.der.	"
	51	†	Nvo.Az		"
	03	3	3	Nvo.Az	"
	06	6	36	"	"
	00	0	360	"	"
14	41f	x≤y?	"	"	"
13	25GTO25		"	"	"
	22	R↓	Nvo.Az		"
14	00f→H.MS		"		"
13	00GTO 00		"		"
	41	-	Az inv.	ang. der.	"
13	14GTO 14		"	"	"
	41	-	Nvo.Az		"
13	21GTO 21		"		"

Calcula Az inv.

Prueba si no es mayor de 360°

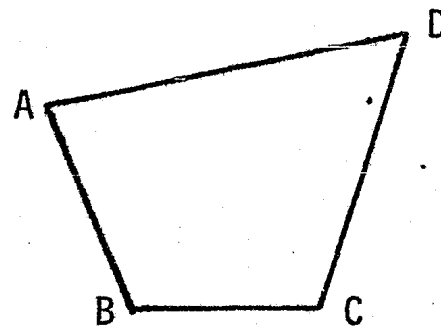
Prueba si el nuevo Azimut no es mayor de 360°

Muestra nuevo azimut

EJEMPLO 3

Se quieren conocer los azimutes de una poligonal formada por 4 lados, y cuyo azimut inicial es de $136^{\circ}14'$. Los ángulos son los siguientes:

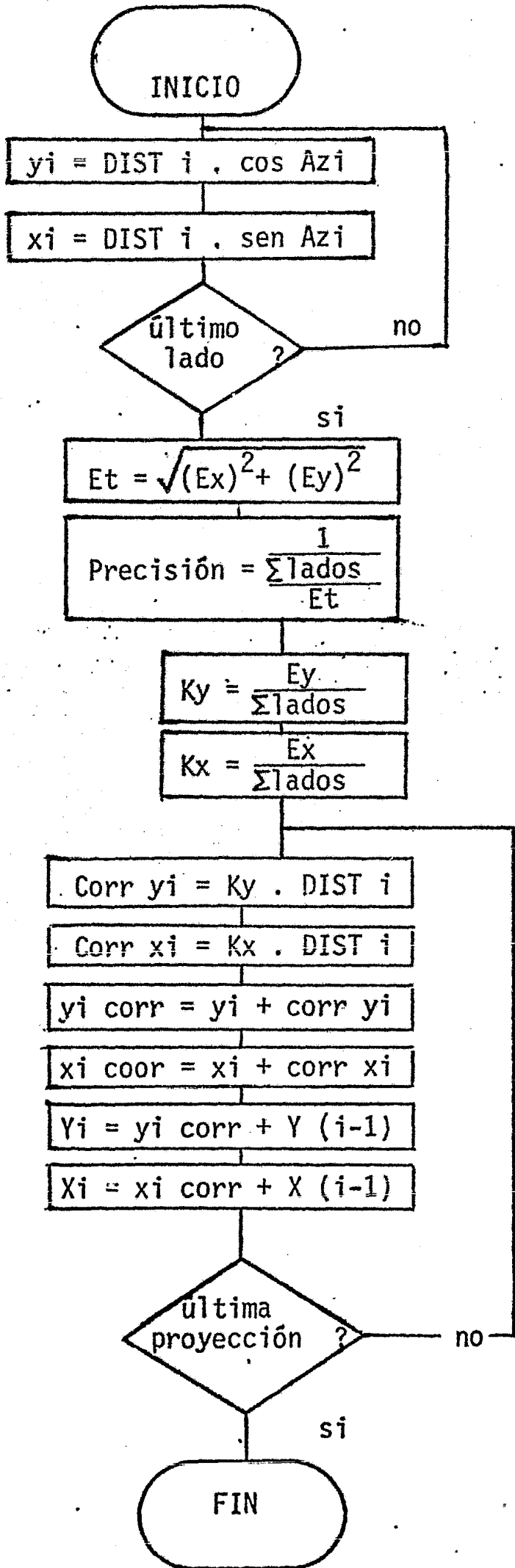
Az : A-B = $136^{\circ}14'$ A $76^{\circ}34'$
 B $135^{\circ}28'$
 C $97^{\circ}58'$
 D $50^{\circ}00'$



DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
$136^{\circ}14'$	ENTER ↑	136.14	Azimut inicial
$135^{\circ}28'$	R/S	91.42	Az lado \overline{BC}
$97^{\circ}58'$	R/S	9.40	Az lado \overline{CD}
$50^{\circ}00'$	R/S	239.40	Az lado \overline{DA}
$76^{\circ}34'$	R/S	136.14	Az lado \overline{AB} (para verificar).

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE UNA POLIGONAL"
(POR AZIMUTES)



Título **CÁLCULO DE UNA POLIGONAL POR AZIMUTES** 1 1
 (ejecutando el ajuste por el método de la Brújula)

Programa	Función	X	Y	Z	Comentarios	Resultados
	Az		DIST		Calcula proyec-	DIST
15 00	g→H	"	"		ciones "x" e	
21	x→y	DIST	Az		"y"	
235103	STO 3	"	"			Coord. Y
14 09	f→R	y	x			
14 74f	Pausa	"	"		Muestra "y"	
14 74f	Pausa	"	"			Coord. X
14 74f	Pausa	"	"			
235104	STO 4	"	"			
21	x→y	x	y			Σ lados
235105	STO 5	"	"			
13 00	GTO 00	"	"		Muestra "x"	
24 04RCL	4	Ey			Calcula preci-	Error y
15 02	g x ²	(Ey) ²			sión	
24 05RCL	5	Ex	(Ey) ²			
15 02	g x ²	(Ex) ²	(Ey) ²			Error x
51	+	(Et) ²				
14 02	f√x	Et				
24 03RCL	3	Σ lados	Et			Ky
21	x→y	Et	Σ lados			
71	÷	Precisión				
74	R/S	2			Muestra la	Kx
24 04RCL	4	Ey			precisión	
24 03RCL	3	Σ lados	Ey		Calcula las	
71	÷	Ky			const. Ky y	
23 06STO	6	"			y Kx y las al-	
24 05RCL	5	Ex			macena	
24 03RCL	3	Σ lados	Ex			
71	÷	Kx				
23 07STO	7	"				
74	R/S	DIST	y	x	Se introducen	
23 00	STO 0	"	"	"	las proyec-	
24 06RCL	6	Ky	DIST	y	ciones y la DIST	
61	x	Corr y	y	x	para el cálcu-	
41	-	y corr	x		de proyec-	
24 01RCL	1	Y	y corr	x	ciones corregidas	
51	+	Nva Y	x			
23 01STO	1	"	"			
14 74f	Pausa	"	"		Muestra Nueva	
14 74f	Pausa	"	"		coordenada en	
14 74f	Pausa	"	"		Y	
21	x→y	x	Nva Y			
24 00RCL	0	DIST	x	Nva Y		
24 07RCL	7	Kx	DIST	x	Nva Y	
61	x	Corr x	x	Nva Y		
41	-	x corr	Nva Y			
24 02RCL	2	X	x corr	Nva Y		
51	+	Nva X	Nva Y			
23 02STO	2	"	"		Muestra Nueva	
13 30GTO	30	"	"		coordenada en X	

Título CALCULO DE UNA POLIGONAL POR AZIMUTES

Programador: IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES	UNIDADES	TECLAS	RESULTADOS
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS	DIST/m	ENTER↑	
		Az/G.MS	R/S	y/m
				x/m
3	PARA SIGUIENTES LADOS REPETIR PASO 2			
4	CALCULO DE LA PRECISION		GTO 12 R/S	PRECISION
5	CALCULO DE Ky, Kx		R/S	Kx
6	CALCULO DE COORDE- NADAS: se introducen las coordenadas inicia- les en memorias	Y/m	STO 1	
		X/m	STO 2	
	se introducen repe- titivamente las proyecciones y dis- tancia de cada lado	x/m	ENTER↑	
	hasta la última	y/m	ENTER↑	
		DIST/m	R/S	Nva Y
				Nva X
7	PARA NUEVO CASO Y VER PASO 2		f REG	
8	FIN			

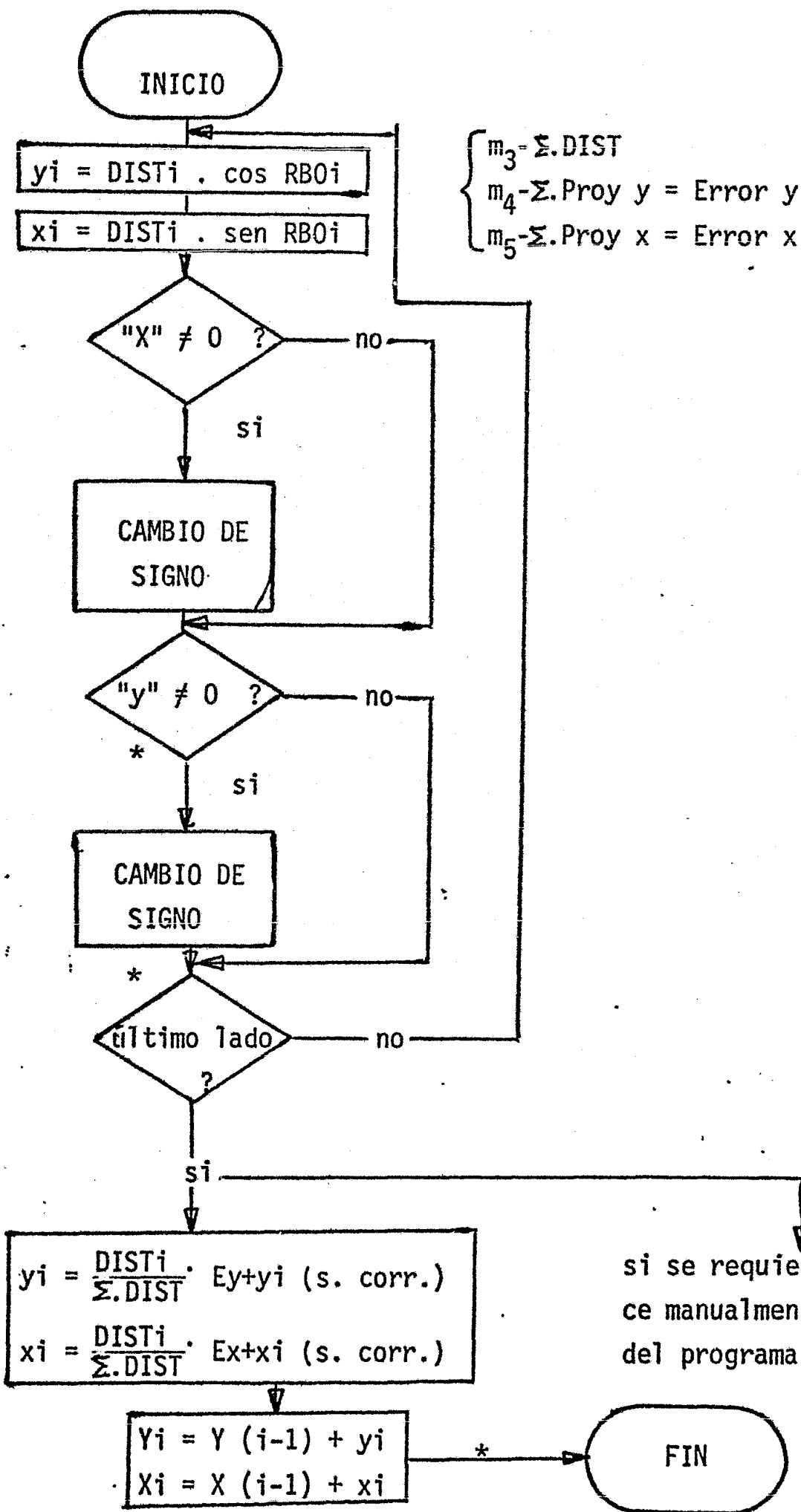
EJEMPLO 4

Se desea calcular la poligonal que se encuentra en la página 3.

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f FIX 3	0.000	Se escoge el número de lugares decimales.
117.74	ENTER↑	117.740	distancia \overline{AB}
276°3721	R/S	13.579	y (proyección)
		-116.954	x (proyección)
67.313	ENTER↑	67.313	DIST \overline{BC}
181°4140	R/S	-67.284	y
		-1.990	x
105.515	ENTER↑	105.515	DIST \overline{CD}
98°3500	R/S	-15.748	y
		104.333	x
75.220	ENTER↑	75.220	DIST \overline{DE}
101°3800	R/S	-15.168	y
		73.675	x
81.205	ENTER↑	81.205	DIST \overline{EF}
336°5717	R/S	74.724	y
		-31.788	x
29.005	ENTER↑	29.005	DIST \overline{FA}
289°5704	R/S	9.897	y
		-27.264	x
	GTO 12		cálculo de la precisión
	R/S	44592.692	$P = \frac{1}{45\ 000}$
	R/S	2.237 -06	Kx
200	STO 1	200.000	coordenada inicial en y de A
200	STO 2	200.000	coordenada inicial en x de A
-116.954	ENTER↑	-116.954	proyección del lado \overline{AB} en x
13.579	ENTER↑	13.579	proyección del lado \overline{AB} en y
117.74	R/S	213.579	coordenada de B en y
		83.043	coordenada de B en x
			etc.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA"
(POR RUMBOS)



* Apuntar en papel las cantidades resultantes en forma de tabla como la que se muestra en la siguiente página.

si se requiere calcular la precisión se hace manualmente con la secuencia del paso 7 del programa.

Título. CALCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA (POR RUMBOS) 1 1

Plantilla	Fecha	Operación	X	Y	Z	T	Operación	Operación
00			RBO	DIST	Oól	Oól	Calcula proyec-	DIST
01	15 00	g→H	"	"	"	"	ciones	
02	21	x→y	DIST	RBO	"	"		
03	235103	STO+3	"	"	"	"		Y
04	14 09	f→R	y	x	"	"		
05	22	R↓	x	Oól	Oól	y		
06	21	x→y	Oól	x	"	"		X
07	15 61	g x≠0?	"	"	"	"		
08	13 15	GTO 15	"	"	"	"		
09	51	†	x	Oól	y			Σ.lados
10	235105	STO+5	"	"	"			
11	14 74	fPausa	"	"	"		Muestra x	Ey
12	14 74	fPausa	"	"	"			
13	13 18	GTO 18	"	"	"			
14	61	x	x	Oól	y			Ex
15	32	CHS	-x	"	"			
16	13 10	GTO 10	"	"	"			
17	22	R↓	Oól	y				
18	15 61	g x≠0?	"	"				
19	13 24	GTO 24	"	"				
20	51	†	y					
21	235104	STO+4	"					
22	13 00	GTO 00	"				Muestra y	
23	61	x	y					
24	32	CHS	-y					
25	13 22	GTO 22	"					
26	23 00	STO 0	DIST	y	x		Calcula coor-	
27	24 04	RCL 4	Ey	DIST	y	x	denadas y co-	
28	61	x	A	y	x		recciones	
29	24 03	RCL 3	Σ.lados	A	y	x		
30	71	÷	corr y	y	x			
31	41	-	y corr	x				
32	24 01	RCL 1	Y	y corr	x			
33	51	†	Nva Y	x				
34	23 01	STO 1	"	"				
35	14 74	fPausa	"	"			Muestra nueva	
36	14 74	fPausa	"	"			coordenada Y	
37	21	x→y	x	Nva Y				
38	24 00	RCL 0	DIST	x	Nva Y			
39	24 05	RCL 5	Ex	DIST	x	Nva Y		
40	61	x	A	x	Nva Y			
41	24 03	RCL 3	Σ.lados	A	x	Nva Y		
42	71	÷	corr x	x	Nva Y			
43	41	-	x corr	Nva Y				
44	24 02	RCL 2	X	x corr	Nva Y			
45	51	†	Nva X	Nva Y				
46	23 02	STO 2	"	"				
47	74	R/S	"	"			Muestra nueva	
48	13 27	GTO 27	DIST	y	x		coordenada X	

PASO	INTRUCCIONES	TECLAS	TIEMPO	SALIDA
1	TECLEAR PROGRAMA	f PRGM		
2	METER DATOS	001(y) ENTER↑ 001(x) ENTER↑ DIST/m ENTER↑ RBO/G.MS R/S		x y
3	SE REPITE PASO 2 HASTA TERMINAR			
4	METER DATOS PARA CALCULO DE CORREC- CIONES Y COORDENA- DAS	a) Y inic. STO 1 X inic. STO 2 GTO 27 b) xi/m ENTER↑ yi/m ENTER↑ DIST/m R/S		Nva Y/m Nva X/m
5	SE REPITE PASO 4b HASTA TERMINAR			
6	SE PUEDE CALCULAR LA PRECISION ASI:	RCL 4 g x ² RCL 5 g x ² + f/x RCL 3 ÷ g 1/x		Precision (inverso)
7	FIN			

EJEMPLO 5

Se desea calcular el polígono siguiente:

EST.	P.V.	RUMBO	DIST.	Y	X	Y	X	V
A	B	N 83°23' W	117.74	13.58	-116.95	200.00	200.00	A
B	C	S 01°42' W	67.31	-67.28	- 1.99	213.58	83.04	B
C	D	S 81°25' E	105.52	-15.75	104.33	146.30	81.05	C
D	E	S 78°22' E	75.22	-15.17	73.68	130.55	185.38	D
E	F	N 23°03' W	81.21	74.72	- 31.79	115.38	259.06	E
F	A	N 70°03' W	29.01	9.90	- 27.26	190.10	227.27	F
			476.01			200.00	200.00	A

DATO	TECLA	RESULTADO	OBSERVACIONES
0	ENTER ↑	0.00	Norte (N)
1	ENTER ↑	1.00	Oeste (W)
117.74	ENTER ↑	117.74	Distancia
83.23	R/S	-116.95	Proyección en "x" del lado \overline{AB}
		13.58	Proyección en "y" del lado \overline{AB}
1	ENTER ↑	1.00	Sur (S)
1	ENTER ↑	1.00	Oeste (W)
67.31	ENTER ↑	67.31	Distancia
1.42	R/S	- 1.99	\overline{BCx}
		- 67.28	\overline{BCy}
1	ENTER ↑	1.00	S
0	ENTER ↑	0.00	E
105.52	ENTER ↑	105.52	Distancia
81.25	R/S	104.33	\overline{CDx}
		- 15.75	\overline{CDy}

DATO	TECLA	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	ENTER ↑	1.00	S
0	ENTER ↑	0.00	W
75.22	ENTER ↑	75.22	Distancia
78.22	R/S	73.68	\overline{DE}_x
		- 15.17	\overline{DE}_y
0	ENTER ↑	0.00	N
1	ENTER ↑	1.00	W
81.21	ENTER ↑	81.21	Distancia
23.03	R/S	- 31.79	\overline{EF}_x
		74.72	\overline{EF}_y
0	ENTER ↑	0.00	S
1	ENTER ↑	1.00	W
29.01	ENTER ↑	29.01	Distancia
70.03	R/S	- 27.26	\overline{FA}_x
		9.90	\overline{FA}_y
200.00	ST01	200.00	Coordenada en "y" de A
200.00	ST02	200.00	Coordenada en "x" de A
-116.95	ENTER ↑	-116.95	\overline{AB}_x
13.58	ENTER ↑	13.58	\overline{AB}_y
117.74	GTO 27	117.74	Distancia \overline{AB}
	R/S	213.58	Coordenada en "y" de B
		83.04	Coordenada en "x" de B
- 1.99	ENTER ↑	- 1.99	\overline{BC}_x
- 67.28	ENTER ↑	- 67.28	\overline{BC}_y
67.31	R/S	146.30	Y_C
		81.05	X_C
104.33	ENTER ↑	104.33	\overline{CD}_x
- 15.75	ENTER ↑	- 15.75	\overline{CD}_y
105.52	R/S	130.55	Y_D
		185.38	X_D
73.68	ENTER ↑	73.68	\overline{DE}_x
- 15.17	ENTER ↑	- 15.17	\overline{DE}_y
75.22	R/S	115.38	Y_E
		259.06	X_E

DATO	TECLA	RESULTADO	OBSERVACIONES
- 31.79	ENTER ↑	- 31.79	\overline{EFx}
74.72	ENTER ↑	74.72	\overline{EFy}
81.21	R/S	190.10	Y_F
		227.27	X_F
- 27.26	ENTER ↑	- 27.26	\overline{FAX}
9.90	ENTER ↑	9.90	\overline{FAY}
29.01	R/S	200.00	Y_A
		200.00	X_A
	RCL 4	0.00	Error en "y"
	g x ²	6.04 -07	$(Ey)^2$
	RCL 5	0.01	Error en "x"
	g x ²	1.13 -04	$(Ex)^2$
	+	1.14 -04	$(Ey)^2 + (Ex)^2$
	f √x	0.01	Error Total
	RCL 3	476.01	Perímetro
	÷	2.24 -05	Precisión (decimales)
	g 1/x	44 592.95	Precisión (inverso)

Titulo: CALCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA (POR AZIMUTES) 1 1
 CALCULO DEL AREA POR D.D.M.

Linea	Descripcion	X	Y	Z	Observaciones	Coordenadas
00		Az	DIST		Calculo de las proyecciones	DIST
15	00 g→H	"	"			
21	x→y	DIST	Az			
235103	STO+3	"	"			Coor.Y
14	09 f→R	y	x			
235104	STO+4	"	"			
14	74fPausa	"	"		Muestra proy.	Coor.X
14	74fPausa	"	"			
21	x→y	x	y			
235105	STO+5	"	"			Σ lados
13	00GTO 00	"	"		Muestra proy.	
74	R/S	DIST	x	y	Calcula las correcciones	
23	00STO 0	"	"	"		Ey
24	07RCL 7	Kx	DIST	x	y	
61	x	coor.x	x	y		
41	-	x coor	y			Ex
21	x→y	y	x corr			
24	00RCL 0	DIST	y	x corr		
24	06RCL 6	Ky	DIST	y	x corr	Ky
61	x	corr.y	y	x corr	"	
41	-	y corr	x corr	"	"	
22	R↓	x corr	"	"	y corr	Kx
22	R↓	x corr	x corr	y corr	x corr	
24	02RCL 2	X	x corr	x corr	y corr	
51	†	Nva. X	x corr	y corr		
23	02STO 2	"	"	"		
14	74fPausa	Nva.X	"	"		
14	74fPausa	"	"	"		
14	74fPausa	"	"	"	Muestra Nva.X	
22	R↓	x corr	y corr			
24	04RCL 4	x(n-1)	x	y corr		Calculo de las D.D.M.
21	x→y	x	x(n-1)	"		
23	04STO 4	"	"	"		
51	†	x(n-1)+x	y corr			
24	05RCL 5	DDMn-1	x(n-1)+x	y corr		
51	†	DDM n	y corr	y corr		
23	05STO 5	"	"	"		
61	x	DDMn.y	y corr			
02	2	2	DDMn.y	y corr		
71	÷	DDMn.y/2	y corr			
235103	STO+3	"	"			
21	x→y	y corr				
24	01RCL 1	Y	y corr			
51	†	Nva. Y				
23201	STO 1:	"				
14	74fPausa	"				
14	74fPausa	"				
14	74fPausa	"			Muestra Nva.Y	
24	03RCL 3	AREA				
13	11GTO 11	"			Muestra AREA	

FORMULAS:

$AREA = 1/2 \cdot \sum DDM_i \cdot y_i$ $DDM_i = DDM(i-1) + x(n-1) + x(n)$

Título CALCULO DE UNA POLIGONAL CERRADA (POR AZIMUTES). 1 de 1
 Programador IGNACIO LOPEZ A. CALCULO DEL AREA POR D.D.M.

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA	TECLAS	SAIDA
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS		f REG	
	PARA CALCULO DE			
	PROYECCIONES	DIST/m	ENTER↑	
	(hasta terminar	Az/G.MS	R/S	y/m*
	con todas las pro			x/m*
	yecciones)			
3	CALCULO DE LAS			
	CONSTANTES Ky Y Kx			
	PARA LAS CORRECCIO			
	NES		RCL 4 RCL 3 ÷ STO 6 Ky	
			RCL 5 RCL 3 ÷ STO 7 Kx	
4	CALCULO DE LAS			
	COORDENADAS Y AREA			
	a)Coordenadas ini			
	ciales	CoorY/m	STO 1	
		CoorX/m	STO 2	
	b)Limpiar memorias			
	m3,m4,m5		CL x STO 3 STO 4 STO 5	
	c)Meter datos			
	próyeccs. y Dist.	y/m	ENTER↑	
		x/m	ENTER↑	
		DIST/m	R/S	Nva X/m*
				Nva Y/m*
				AREA/m ²
5	FIN			
	* Estos datos se			
	anotan en la tabla			
	preparada para			
	el caso			

EJEMPLO 6

Se utilizará el mismo polígono usado anteriormente. Este programa es semejante al que calcula el polígono por azimut, por lo que la primera parte (cálculo de proyecciones sin corregir) es igual, y expondremos aquí la secuencia del programa a partir del cálculo de las constantes de las correcciones.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
	RCL 4	0.00	Error en "y"
	RCL 3	476.00	Suma de distancias
	÷	1.63 -06	Ky
	STO 6	1.63 -06	Se almacena en m ₆
	RCL 5	0.01	Error en "x"
	RCL 3	476.00	Suma de distancias
	÷	2.24 -05	Kx
	STO 7	2.24 -05	Se almacena en m ₇
200.00	STO 1	200.00	Se almacena coordenada en "y" del punto A
200.00	STO 2	200.00	Se almacena coordenada en "x" del punto A
	CL x	0.00	borrar pantalla
	STO 3	0.00	Se limpian las memorias -
	STO 4	0.00	3, 4 y 5 para utilizarlas en el cálculo de las D.D. M.
	STO 5	0.00	
13.58	ENTER ↑	13.58	\overline{AB}_y
-116.95	ENTER ↑	-116.95	\overline{AB}_x
117.74	GTO 12	117.74	DIST \overline{AB}
	R/S	83.04	X _B coordenada en "x" del punto B
		213.58	Y _B coordenada en "y" del punto B
		-794.08	D.D.M.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
- 67.28	ENTER↑	- 67.28	\overline{BC}_y
- 1.99	ENTER↑	- 1.99	\overline{BC}_x
67.31	R/S	81.05	X
		146.30	Y_C^C
		7142.26	D.D.M.
- 15.75	ENTER↑	- 15.75	\overline{CD}_y
104.33	ENTER↑	104.33	\overline{CD}_x
105.52	R/S	185.38	X_D
		130.55	Y_D
		8193.96	D.D.M.
- 15.17	ENTER↑	- 15.17	\overline{DE}_y
73.68	ENTER↑	73.68	\overline{DE}_x
75.22	R/S	259.06	X_E
		115.38	Y_E
		7856.94	D.D.M.
74.72	ENTER↑	74.72	\overline{EF}_y
- 31.79	ENTER↑	- 31.79	\overline{EF}_x
81.21	R/S	227.27	X_F
		190.10	Y_F
		11082.09	D.D.M.
9.90	ENTER↑	9.90	\overline{FA}_y
- 27.26	ENTER↑	- 27.26	\overline{FA}_x
29.01	R/S	200.00	X_A
		200.00	Y_A
		11217.02	AREA

NOTA: ESTA AREA COMPARADA CON EL RESULTADO DE LOS PRODUCTOS CRUZADOS TIENE UNA DIFERENCIA,

FOJA DE PROGRAMAS

Título: CALCULO DE LAS COORDENADAS DE UNA POLIGONAL ABIERTA 1 1

Programa	Descripción	X	Y	Z	T	Operaciones	Proyección
01	23 00STO 0	DIST	Δ DER.	Az i-1		calcula Azimut	DIST/m
02	235103STO+3	"	"	"			
03	22 R↓	Δ DER.	Az i-1				COO Y/m
04	15 00 g→H	"	"				
05	21 x→y	Az i-1	Δ DER.				
06	15 00 g→H	"	"				COO X/m
07	01 1	1	Az i-1	Δ DER.			
08	08 8	18	"	"			
09	00 0	180	"	"			Σ DIST/m
10	14 41f x≤y?	"	"	"			
11	13 46GTO 46	"	"	"			
12	51 †	Az inv.	Δ DER.				Σ PROY Y/m
13	51 †	Az i					
14	03 3	3	Az i				
15	06 6	36	"				Σ PROY X/m
16	00 0	360	"				
17	14 41f x≤y?	"	"				
18	13 48GTO 48	"	"				Az i
19	22 R↓	Az i					
20	14 00f→H.MS	"					
21	74 R/S	"				muestra Azimut	
22	23 06STO 6	"				calcula proyec	
23	15 00 g→H	"				ciones	
24	00RCL 0	DIST	Az i				
25	14 09 f→R	Y	X				
26	235104STO+4	"	"				
27	14 74fPausa	"	"			muestra proyec	
28	14 74fPausa	"	"			ción en "y"	
29	24 01RCL 1	Coo Y	Y	X			
30	51 †	N. Coo Y	X				
31	23 01STO 1	"	"				
32	22 R↓	X					
33	74 R/S	"				muestra "x"	
34	235105STO+5	"				calcula coorde	
35	24 02RCL 2	Coo X	X			nadas	
36	51 †	N. Coo X					
37	23 02STO 2	"					
38	24 01RCL 1	N. Coo Y	N. Coo X				
39	14 74fPausa	"	"			muestra Nueva	
40	14 74fPausa	"	"			Coordenada Y	
41	21 x→y	N. Coo X	N. Coo Y				
42	14 74fPausa	"	"			muestra Nueva	
43	14 74fPausa	"	"			Coordenada X	
44	24 06RCL 6	AZ i					
45	13 00GTO 00	"				muestra nueva-	
46	41 -	inv. AZ				mente AZ i	
47	13 13GTO 13	"					
48	41 -	AZ i					
49	13 20GTO 20	"					

*si no se observó la Coo X, oprima **R↓** , observe, oprima **R↓** obser
Coo Y, y finalmente oprima **R↓** dos veces mas hasta que aparezca

Manual de programa

CALCULO DE LAS COORDENADAS DE UNA POLIGONAL ABIERTA 1 1

Programador **IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA**

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA <small>datos unidad</small>	TECLAS	SALIDA <small>datos unidad</small>
1	TECLEAR PROGRAMA		F PRGM	
2	METER DATOS DE COORDENADAS INICIALES	Coo Y/m Coo X/m	STO 1 STO 2	
3	METER DATOS INI- CIALES	Az i-1 X/DER/GMS DIST/m	ENTER ENTER R/S	Az i/G.MS proy y/m proy x/m Coo Y/m Coo X/m *
3a	DATOS SUBSECUENTES	X/DER/GMS DIST/m	ENTER R/S	Az i/G.MS proy y/m proy x/m Coo Y/m Coo X/m *
	* si no se pudo observar la Coo X, oprima [R↓] observe, oprima [R↓] observe CooY, finalmen te oprima [R↓] dos ve- ces hasta ver Az i.			

EJEMPLO 7

DATOS	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
1000.0	STO 1	1000,00	Coordenada origen en y
1000.0	STO 2	1000,00	Coordenada origen en x
354.0	ENTER↑	354.00	Az lado anterior (1-2)
270°2348	ENTER↑	270,23	ángulo a la derecha, viendo a v. 3
30.992	R/S	84°23	Az lado 2-3
	R/S	3.90	Proyección en y lado 2-3
		39.80	Proyección en x lado 2-3
	R/S	1003.90	Coordenada en Y del v.3
		1039.80	Coordenada en X del v.3
		84°23	Az lado 2-3
168.3748	ENTER↑	168.37	ángulo a la derecha viendo a v. 4
116.406	R/S	73°01	Az lado 3-4
	R/S	33.98	Proyección en y lado 3-4
		111.34	Proyección en x lado 3-4
	R/S	1037.89	Coordenada en Y de v. 4
		1051.14	Coordenada en X de v. 4
		73°01	Az lado 3-4
175°0403	ENTER↑	175.04	ángulo derecho viendo v.5
79.153	R/S	68.05	Az lado 4-5
	R/S	29.53	Proyección y de 4-5
		73.44	Proyección x de 4-5
	R/S	1067.42	Coordenada Y del v. 5
		1224.57	Coordenada X del v. 5
		68.05	Az 4-5

etc.

HOJA DE PROGRAMA

HP-25

Título: **CALCULO DE LA DISTANCIA Y EL AZIMUT ENTRE DOS PUNTOS DE COORDENADAS CONOCIDAS** Hoja 1 de 1

pantalla		tecla usada	X	Y	Z	T	comentarios	memorias
linea	clave							
00			Xn	Yn	X(n+1)	Y(n+1)	Calcula dist.	
01	21	xoy	Yn	Xn	"	"	y Azmut.	
02	22	R↓	Xn	X(n+1)	Y(n+1)	Yn		
03	41	-	dif Xs	Y(n+1)	Yn			m1
04	22	R↓	Y(n+1)	Yn	Yn	dif Xs		
05	21	xoy	Yn	Y(n+1)	Yn	dif Xs		
06	41	-	dif Ys	Yn	dif Xs			m2
07	21	xoy	Yn	dif Ys	dif Xs			
08	22	R↓	dif Ys	dif Xs				
09	141102f	FIX2	"	"				m3
10	15 09	g→P	DIST	Az				
11	14 74f	Pausa	"	"			Muestra dist.	
12	14 74f	Pausa	"	"				m4
13	21	xoy	Az	DIST				
14	15 41g	x/O?	"	"			Si Az(+), E	
15	13 19GTO	19	"	"			Si Az(-), W	
16	141104f	FIX4	"	"				m5
17	14 00f	H.MS	"	"				
18	13 00GTO	00	"	"			Muestra Az	m6
19	03	3	3	Az	DIST			
20	06	6	36	"	"			
21	00	0	360	"	"			m7
22	51	+	Az	DIST				
23	13 16GTO	16	"	"				
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

FORMULAS: $DIST = \sqrt{(dif Xs)^2 + (dif Ys)^2}$ si Az' (-), Az = 360° - Az'

$Az = \text{ang } \tan(dif Xs) / (dif Ys)$

EJEMPLO 8

Utilizaremos los datos del ejemplo anterior.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
213.58	ENTER↑	213.58	Y_B
83.04	ENTER↑	83.04	X_B
200.00	ENTER↑	200.00	Y_A
200.00	R/S	117.74	DIST \overline{AB}
		276.37	Az \overline{AB}

CALCULO DE LA DISTANCIA Y EL RUMBO ENTRE DOS
PUNTOS DE COORDENADAS CONOCIDAS

1 1

		Yn	Y(n-1)	Xn	X(n-1)	Calcula dist. y azimut	Yn
41	-	dif Ys	Xn	X(n-1)			
22	R↓	Xn	X(n-1)		dif Ys		
41	-	dif Xs		dif Ys	"		Xn
22	R↓		dif Ys	dif Ys	dif Xs		
22	R↓	dif Ys	dif Ys	dif Xs			
22	R↓	dif Ys	dif Xs				
15	09 g→P	DIST	Az				
14	74fPausa	"	"			Muestra distancia	
14	74fPausa	"	"			Calcula rumbos	
	21 x→y	Az	DIST				
	09 9	9	Az	DIST			
	00 0	90	"	"			
14	41f x/y?	"	"	"			
13	27GTO 27	"	"	"			
	21 x→y	Az	90	"			
15	41g x/0?	"	"	"			
13	22GTO 22	"	"	"			
	00 0	0	Az			Rumbo NE	
	21 x→y	Az	0			signo RBO (+)	
14	00f H.MS	"	"			y 0 (cero)	
13	00GTO 00					Muestra rumbo	
	32 CHS †	Az	90				
14	51f x≥y?	"	"				
13	31GTO 31	"	"				
	01 1	1	Az	90		Rumbo NW	
13	19GTO 19	"	"	"		signo RBO (+)	
	02 2	2	90	Az	DIST	y 1 (uno)	
	61 x	180	Az	DIST		Rumbo SE, signo	
	41 -	-RBO	DIST			RBO (-), 0(cero)	
13	18GTO 18	"	"				
	21 x→y	90	Az	DIST			
	02 2	2	90	Az	DIST		
	61 x	180	Az	DIST		Rumbo SW	
	41 -	-RBO	DIST			signo (-) y	
13	25GTO 25	"	"			1 (uno)	
	74 R/S	Y(n-1)	X(n-1)			Subrutina para	
24	01RCL 1	Xn	Y(n-1)	X(n-1)		llamar memorias	
	21 x→y	Y(n-1)	Xn	X(n-1)		en caso de que	
24	00RCL 0	Yn	Y(n-1)	Xn	X(n-1)	uno de los pto.	
13	01GTO 01	"	"	"	"	sea el mismo.	

FORMULAS: $DIST = \sqrt{(dif Xs)^2 + (dif Ys)^2}$ si RBO (-) Sur, si (+) Norte
 $RBO = \text{ang tan } (dif Xs) / (dif Ys)$ si Este 0 (cero)
 si Oeste 1 (uno)

DISTANCIA Y RUMBO ENTRE DOS PUNTOS DE COORDENADAS
 IGNACIO D. LOPEL ARREOLA

1 1

1 teclar PROGRAMA F PRGM

2 METER DATOS X(n-1)/m ENTER↑
 Xn/m ENTER↑
 Y(n-1)/m ENTER↑
 Yn/m R/S

DIST/m
 RBO/G.MS
 si (+), N
 si (-), S
 si 0, E
 si 1, W *

3 CUANDO UN PUNTO ES
 CONSTANTE, (n-1) Yn/m STO 0
 Xn/m STO 1

GTO 20 PRGM MODE GTO 36
 RUN MODE R/S

METER DATOS X(n-1) ENTER↑
 Y(n-1) R/S

DIST
 RBO
 si (+), N
 si (-), S
 si 0, E
 si 1, W

* si no se alcanza a leer la distancia

EJEMPLO 9

Se tienen las coordenadas de los siguientes puntos, y se quiere conocer la distancia y el rumbo entre ellos.

PUNTO	Y	X
A	200.00	200.00
B	213.58	83.04

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
83.04	ENTER ↑	83.04	X_B
200.00	ENTER ↑	200.00	X_A
213.58	ENTER ↑	213.58	Y_B
200.00	R/S	117.74	DIST \overline{AB}
		83.22	RBO \overline{AB} (como es positivo es-NORTE)
	x ← y	1.00	Oeste (W)

CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LAS RADIACIONES

10 Primer Programa: Calcula los rumbos de las radiaciones desde un punto dado. En este programa se convierte el rumbo base, es decir el rumbo del lado de la poligonal que sirve como origen, en azimut mediante una secuencia consignada en la secuencia del programa, y se almacena en una memoria. Se da, posteriormente, el ángulo a la derecha de la radiación y el programa da como resultado el rumbo en grados, minutos y segundos. La manera de codificación para designar el cuadrante del rumbo es la usual.

11 Segundo Programa: Calcula las coordenadas de las radiaciones. En base al rumbo y la distancia de una radiación el programa calcula las coordenadas de la misma tomando como origen las coordenadas del vértice desde donde se miden las radiaciones.

12 Tercer Programa: Calcula los azimutes y las coordenadas de las radiaciones. En base a los ángulos a la derecha y las distancias de las radiaciones, el programa calcula los azimutes de las mismas y sus coordenadas, tomando como origen las coordenadas del vértice desde donde se miden las radiaciones.

Título: CALCULO DE LOS RUMBOS DE LAS RADIACIONES DESDE UN PUNTO DADO

plantilla	tecla	X	Y	Z	T		
línea clave	usado						
00		ang.der				"decide" en que	RBO base
01	15 00 g→H	"				cuadrante se	en
02	24 00RCL 0	Az base	ang.der			encuentra	azi mut
03	51 †	Nvo.Az					360°
04	24 01RCL 1	360	Nvo.Az				m1
05	14 41f x/y?	"	"				
06	13 09GTO 09	"	"				m2
07	21 x→y	Nvo.Az	360				
08	13 10GTO 10	"	"				
09	41 -	Nvo.Az					m3
10	00 0	0	Nvo.Az				
11	21 x→y	Nvo.Az	0				
12	24 01RCL 1	360	Nvo.Az	0			
13	02 2	2	360	Nvo.Az	0		
14	71 ÷	180	Nvo.Az	0			
15	14 41f x/y?	"	"	"			
16	13 28GTO 28	"	"	"			
17	02 2	2	180	Nvo.Az	0		
18	71 ÷	90	Nvo.Az	0	0		
19	14 41f x/y?	"	"	"	"		
20	13 23GTO 23	"	"	"	"		
21	22 R↓	Nvo.Az	0	"			m7
22	13 38GTO 38	"	"	"			
23	02 2	2	90	Nvo.Az	0		
24	61 x	180	Nvo.Az	0			
25	21 x→y	Nvo.Az	180	"			
26	41 -	Nvo.Az	0				
27	13 36GTO 36	"	"				
28	41 -	Az-180	0	0			
29	01 1	1	Az-180	0	0		
30	21 x→y	Az-180	1	0	"		
31	09 9	9	Az-180	1	0		
32	00 0	90	"	"	"		
33	14 41f x/y?	"	"	"	"		
34	13 40GTO 40	"	"	"	"		
35	22 R↓	Az-180	1	0	0		
36	01 1	1	Az-180	1	0		
37	21 x→y	Az-180	1	1			
38	14 00f-H.MS	"	"	"			
39	13 00GTO 00	"	"	"		Muestra Rumbo	
40	02 2	2	90	Az-180	1		
41	61 x	180	Az-180	1	1		
42	21 x→y	Az-180	180	"	"		
43	41 -	RBO	1	1	1		
44	00 0	0	RBO	"	"		
45	13 37GTO 37	"	"	"			
46							
47							
48							
49							

EJEMPLO 10

Se quiere calcular el Rumbo de una radiación tomada desde el punto A del levantamiento anterior, cuyo Rumbo es N 83°23'W. El ángulo a la derecha es de 8°27'.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
83°23	g - H	83.38	Rumbo en grados de decimales.
	CHS	-83.38	Rumbo en signo (-) para resta. (NW)
	3	3	
	6	36	
	0	360	
	+	276.62	Azimut base en grados.
	STO 0	"	Se almacena en m ₀
	3	3	
	6	36	
	0	360	
	STO 1	360.00	Se almacena en m ₁
08°27	R/S	74.55	Rumbo de la radiación
	R↓	0.00	Norte (N)
	R↓	1.00	Oeste (W)

HOJA DE PROGRAMAS

Título: CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LAS RADIACIONES ... 2 de 2

pantalla		tecla usada	X	Y	Z	T	comentarios	memorias
línea	clave							
00			DIST	RBO	001	001	Calcula proyecciones	
01	21	x→y	RBO	DIST	"	"		
02	15 00	g→H	"	"	"	"		
03	21	x→y	DIST	RBO	"	"		
04	14 09	f→R	Y	X	"	"		m1 Coord. Y
05	22	R↓	X	001	001	Y		
06	21	x→y	001	X	"	"		m2 Coord. X
07	15 61g	x≠0?	"	"	"	"	Busca signo de la proyección	
08	13 16GTO	16	"	"	"	"		
09	51	↑	X	001	Y			
10	24 02RCL	2	X	X	001	Y	Calcula coordenada en X	
11	51	↑	X rad	001	Y			
12	14 74f	Pausa	"	"	"			
13	14 74f	Pausa	"	"	"			
14	14 74f	Pausa	"	"	"		Muestra coordenada X de la radiación	
15	13 19GTO	19	"	"	"			
16	61	X	X					
17	32	CHS	-X					
18	13 10GTO	10	"					
19	22	R↓	001	Y	Y	X rad	Calcula coordenada en Y	
20	15 61g	x≠0?	"	"	"	"		
21	13 26GTO	26	"	"	"	"		
22	51	↑	Y					
23	24 01RCL	1	Y	Y				
24	51	↑	Y rad					
25	13 00GTO	00	"				Muestra coordenada Y de la radiación	
26	61	X	Y					
27	32	CHS	-Y					
28	13 23GTO	23	"					
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

EJEMPLO 11

Calculemos ahora las coordenadas de la radiación cuyo rumbo calculamos - con el programa anterior. La distancia de la radiación es de 3.75 m. Las coordenadas de vértice origen son: $Y = 200.00$ y $X = 200.00$.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
200.00	STO 1	200.00	Se almacenan Y_A y X_A
200.00	STO 2	200.00	en las mems. 1 y 2.
0	ENTER↑	0.00	Rumbo Norte (N)
1	ENTER↑	1.00	Rumbo Oeste (W)
74.55	ENTER↑	74.55	Valor del Rumbo
3.75	R/S	196.38	X_1
		200.98	Y_1

DE PROYECTOS

Título: **CALCULO DE LAS COORDENADAS DE LAS RADIACIONES CONOCIDOS LOS ANGULOS A LA DERECHA Y LAS DISTANCIAS**

1 1

orden	linea	clava	recla	usada	X	Y	Z	T	comentarios	medida
00					ang.der	DIST			Calcula azimut de radiación	Az base
01	15	00	g→H		"	"				
02	24	00RCL	0		Az base	ang.der	DIST			
03	51	†			Nvo Az	DIST				m1 Coor Y
04	03	3			3	Nvo Az	DIST			
05	06	6			36	"	"			
06	00	0			360	"	"			m2 Coor X
07	14	71f	x→y		"	"	"			
08	13	24GTO	24		"	"	"			
09	41	-			Nvo Az	DIST				m3
10	14	00f	→H.MS		"	"				
11	14	74f	Pausa		"	"			Muestra azimut de radiación	
12	14	74f	Pausa		"	"				
13	15	00	g→H		"	"				
14	21	x→y			DIST	Nvo Az				
15	14	09	f→R		y	x			Calcula proyecciones de la radiación	
16	24	01RCL	1		Y	y	x			
17	51	†			Y rad	x				
18	14	74f	Pausa		"	"				
19	14	74f	Pausa		"	"			Muestra coor Y de pto. radiado	
20	21	x→y			x	Y rad				
21	24	02RCL	2		X	x	Y rad			m7
22	51	†			X rad	Y rad				
23	13	00GTO	00		"	"			Muestra coor X de punto radiado	
24	22	R↓			Nvo Az	DIST				
25	13	10GTO	10		"	"				
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										

EJEMPLO 12

Ejecutemos el cálculo de coordenadas, que con anterioridad habíamos efectuado en dos partes. El rumbo inicial es de N 83°23' W, que es igual a un Azimut de 276°37'; el ángulo a la derecha es de 8°27'; y la distancia de 3.75 m.

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
200.00	STO 1	200.00	Se almacenan en m_1 y m_2
200.00	STO 2	200.00	Las coordenadas del vértice-origen.
276°37	g → H	276.62	Azimut base
	STO 0	276.62	Se almacena el Az base en m_1
	GTO 13	276.62	Se transfiere el control del programa para que calcule los azimutes.
8°27	R/S	285.04	Azimut de la radiación.
	f PRGM	285.04	Se transfiere el control del programa para que calcule -- las coordenadas.
3.75	x ↔ y	285.04	Se acomodan en las memorias-operativas los valores.
	R/S	200.98	Coordenada Y del vértice.
		196.38	Coordenada en X del vértice.

NOTA: Se pueden calcular varias radiaciones del mismo vértice origen, con la se cuencia anterior cada una, o calculando primero todos los azimutes, y des pues las coordenadas.

CALCULO DE AREAS

13 Primer Programa: Calcula Areas de poligonos divididos en triángulos. Es necesario dividir el polígono en triángulos y conocer ó medir sus lados. Este programa se aplica a figuras irregulares y tiene la ventaja de que se puede utilizar únicamente la cinta para el levantamiento de un polígono. La fórmula utilizada es la del semiperímetro:

$$A = \sqrt{s(s-a) \cdot (s-b) \cdot (s-c)}$$

$$\text{donde } s = \frac{a+b+c}{2}$$

y, a, b, c son los lados del triángulo.

El programa calcula el área de cada uno de los triángulos, las va almacenando en una memoria, hasta obtener el área de toda la figura.

14 Segundo Programa: Calcula los ángulos interiores de un triángulo y su área. Este programa es un complemento del anterior, pues utiliza las fórmulas de Herón que son:

$$A = 2 \cdot \text{ang} \text{ sen} \left(\frac{\sqrt{(s-b)(s-c)}}{bc} \right)$$

$$B = 2 \cdot \text{ang} \text{ sen} \left(\frac{\sqrt{(s-a)(s-c)}}{ac} \right)$$

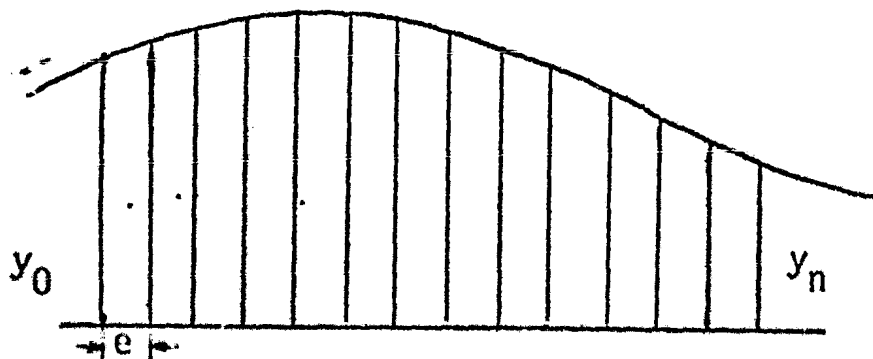
$$C = 2 \cdot \text{ang} \text{ sen} \left(\frac{\sqrt{(s-a)(s-b)}}{ab} \right)$$

donde A, B, C, son los ángulos interiores y a, b, c, los lados del triángulo.

15 Tercer programa: Calcula el área bajo la curva para la fórmula de Bezout. La fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{e}{2} ((Y_0 + Y_n) + 2(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{n-1}))$$

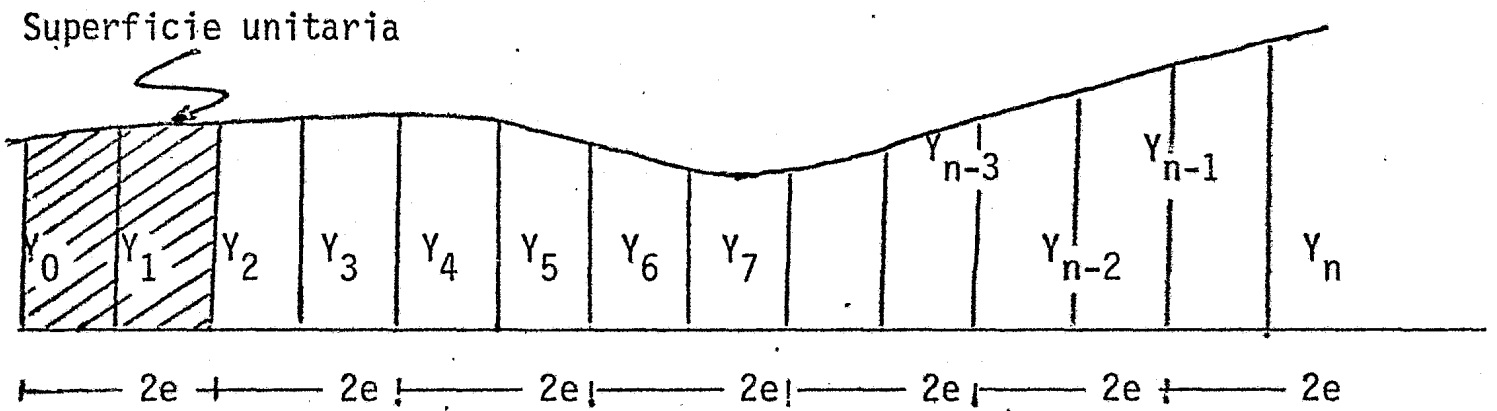
donde "e" es el espaciamiento entre las alturas "y" que forman los trapecios en que se divide el área.



16 Cuarto Programa: Calcula el área bajo la curva por la primera fórmula de Simpson. La fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{e}{3} ((Y_0 + Y_n) + 4(Y_1 + Y_3 + Y_5 + \dots + Y_{n-1}) + 2(Y_2 + Y_4 + Y_6 + \dots + Y_{n-2}))$$

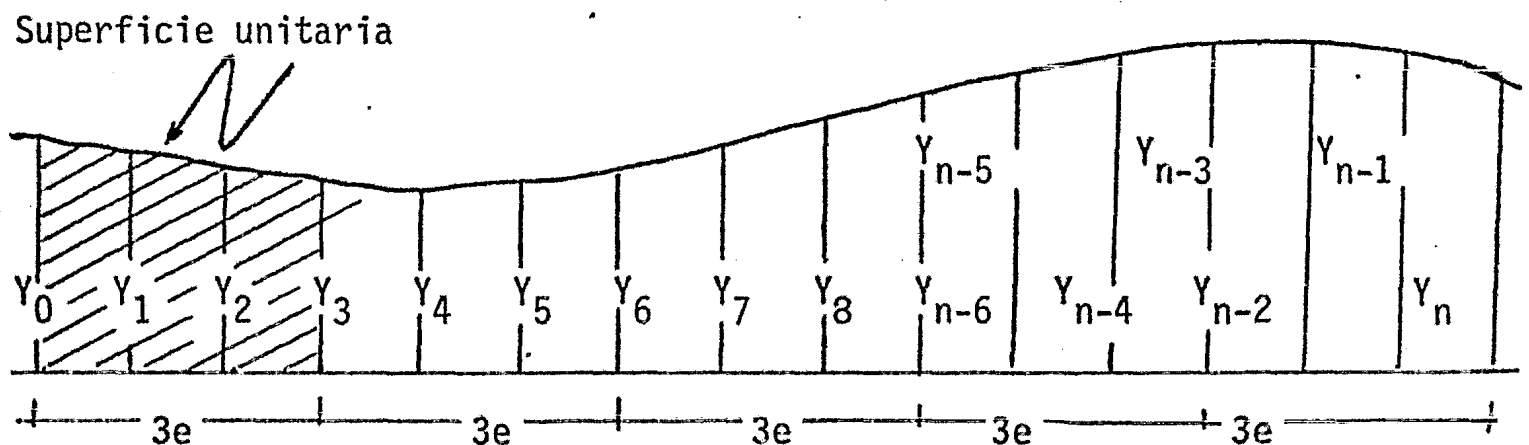
Esta fórmula se aplica tomando en cuenta como superficie unitaria la que queda comprendida entre 3 ordenadas ó alturas consecutivas.



17 Quinto Programa: Calcula el área bajo la curva por la segunda fórmula de Simpson. La fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{3}{8} e ((Y_0 + Y_n) + 3(Y_1 + Y_4 + Y_7 + \dots + Y_{n-2}) + 3(Y_2 + Y_5 + Y_8 + \dots + Y_{n-1}) + 2(Y_3 + Y_6 + Y_9 + \dots + Y_{n-3}))$$

Esta fórmula se aplica tomando en cuenta como superficie unitaria la que queda comprendida entre 4 ordenadas consecutivas.



Título CALCULO DE AREAS DE UN TRIANGULO O DE UNA SUPERFICIE DIVIDIDA EN TRIANGULOS

línea clave	US:ca	X	Y	Z		
00		c	b	a		Almacena lados del triángulo
01	23 00STO 0	"	"	"		
02	21 x+y	b	c	"		
03	23 01STO 1	"	"	"		m1 b
04	51 †	c†b	a			
05	21 x+y	a	c†b			
06	23 02STO 2	"	"			m2 a
07	51 †	2S				Calcula S
08	02 2	2	2S			
09	71 ÷	S				S
10	23 03STO 3	"				
11	24 02RCL 2	a	S			Calcula Area
12	41 -	(S-a)				
13	24 03RCL 3	S	(S-a)			
14	24 01RCL 1	b	S	(S-a)		
15	41 -	(S-b)	(S-a)			
16	61 x	(S-a)(S-b)				
17	24 03RCL 3	S	(S-a)(S-b)			
18	24 00RCL 0	c	S	(S-a)(S-b)		
19	41 -	(S-c)	(S-a)(S-b)			
20	61 x	(S-a)(S-b)(S-c)				
21	24 03RCL 3	S	(S-a)(S-b)(S-c)			m7
22	61 x	A ²				
23	14 02 f√x	A				Obtiene A
24	21 x+y	a	A			
25	24 02RCL 2	a	a	A		
26	14 71f x=y?	"	"	"		¿es un solo triángulo?
27	13 35GTO 35	"	"	"		
28	22 R↓	a	A			
29	22 R↓	A				
30	235107STO+7	"				Almacena A
31	14 74fPausa	"				Muestra A de un triángulo
32	14 74fPausa	"				
33	24 07RCL 7	Suma A				
34	13 00GTO 00	"				Muestra suma de A's
35	22 R↓	a	A			
36	22 R↓	A				
37	13 00GTO 00	"				Muestra A de un solo triángulo
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

FORMULAS:

$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$S = (a+b+c)/2$$

a,b,c: lados del triángulo

EJEMPLO 13

Se quiere conocer el área de un pentágono irregular, cuyos lados miden 3m, 4m, 5m. y 13m., respectivamente; y cuyas diagonales son 5m. y 12m.

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
3	ENTER	3.00	Lado a
4	ENTER	4.00	Lado b
5	R/S	6.00	Area del 1er. triángulo.
		6.00	Suma de áreas.
5	ENTER	5.00	Lado a
12	ENTER	12.00	Lado b
13	R/S	30.00	Area 2° triángulo
		36.00	Suma de áreas.
12	ENTER	12.00	Lado a
5	ENTER	5.00	Lado b
13	R/S	30.00	Area 3er. triángulo.
		66.00	Suma de áreas.

Si solo se quisiera conocer el área de un solo triángulo:

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
3	ENTER	3.00	Lado a
4	ENTER	4.00	Lado b
5	R / S	6.00	Area de ese solo triángulo.

CALCULO DE LOS ANGULOS INTERIORES DE UN TRIANGULO CONOCIDOS SUS TRES LADOS Y CALCULO DEL AREA

1 1

23	00	STO 0	c	b	a	Calcula S	c
	21	x←y	b	c	"		
23	01	STO 1	"	"	"		b
	51	+	b+c	a			
	21	x←y	a	b+c			
23	02	STO 2	"	"			a
	51	+	a+b+c				
	02	2	2	a+b+c			
	71	÷	S				S
23	03	STO 3	"				
24	00	RCL 0	c	S		Calcula A	
	41	-	(S-c)				(S-a)(S-b)
24	03	RCL 3	S	(S-c)			
24	01	RCL 1	b	S	(S-c)		
	41	-	(S-b)	(S-c)			
	61	x	(S-c)(S-b)				
23	04	STO 4	"				
24	00	RCL 0	c	M			
24	01	RCL 1	b	c	M		
	61	x	bc	M			
	71	÷	sen ² (A/2)				
14	02	f √x	sen(A/2)				
15	04	g sen ⁻¹	(A/2)				
	02	2	2	A/2			
	61	x	A				
14	00	f→H.MS	"				a, b, c: lados del triángulo
	74	R/S	"			Muestra A, B ó C	A, B, C: ángulos de triángulo
14	71	f x=y?	"				S : semiperimetro
13	34	GTO 34					M : (S-a)(S-b)
24	01	RCL 1	b				
24	02	RCL 2	a	b			
24	00	RCL 0	c	a	b		
13	01	GTO 01					
	01	1	1				
14	71	f x=y?	"				
13	41	GTO 41	"				
24	00	RCL 0	c				
24	01	RCL 1	a	c			
24	02	RCL 2	b	a	c		
13	01	GTO 01	"	"	"		
24	04	RCL 4	(S-a)(S-b)			Calcula Area	
24	03	RCL 3	S	(S-a)(S-b)			
24	02	RCL 2	c	S	(S-a)(S-b)		
	41	-	(S-c)	(S-a)(S-b)			
	61	x	(S-a)(S-b)(S-c)				
24	03	RCL 3	S	(S-a)(S-b)(S-c)			
	61	x	Ar ²				
14	02	f √x	Area				
13	00	GTO 00	"			Muestra Area	

a, b, c: lados del triángulo
A, B, C: ángulos de triángulo
S : semiperimetro
M : (S-a)(S-b)

FORMULAS:

$$A=2 \text{ ang } \text{sen}(\sqrt{(S-b)(S-c)/bc})$$

$$B=2 \text{ ang } \text{sen}(\sqrt{(S-a)(S-c)/ac})$$

$$C=2 \text{ ang } \text{sen}(\sqrt{(S-a)(S-b)/ab})$$

$$S=(a+b+c)/2$$

$$\text{Area}=\sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

CALCULO DE LOS ANGULOS INTERIORES DE UN TRIANGULO CONOCIDOS SUS TRES LADOS Y AREA
 Autor: Ing. I. LOPEZ A.

Paso	Instrucciones	Respuesta	Teclas	Unidad
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS DE LOS LADOS	a/m	ENTER ↵	
		b/m	ENTER ↵	
		c/m	R/S	A/G.MS
			R/S	B/G.MS
			ENTER ↵ R/S	C/G.MS
			1 ENTER ↵ R/S	Area/m ²
3	PARA NUEVO CASO, VER PASO 2			
4	FIN			

EJEMPLO 14

Se desea calcular los ángulos y el área del triángulo cuyos lados son 3m, 4m, y 5m. respectivamente.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
3	ENTER↑	3.00	Lado a
4	ENTER↑	4.00	Lado b
5	R/S	36.52	ángulo A
	R/S	53.07	ángulo B
	ENTER↑	53.07	desición para cálculo de C
	R/S	90.00	ángulo C
1	ENTER↑	1.00	desición para cálculo del - área.
	R/S	6.00	Area.

CALCULO DEL AREA (FORMULA TRAPEZOIDAL O DE
 EEZOUT)

1 1

		Y0	e					
74	R/S	Y1	Y0	e				Se introducen
14	71f x=y?	"	"	"				datos inic.
13	09GTO 09	"	"	"				¿ es el último
	02 2	2	Y1	Y0	e			dato ?
	61 x	2Y1	Y0	e				$\sum_{i=1}^n 2y$
235101	STC+1	"	"	"				Calcula área
	22 R↓	Y0	e					
13	01GTO 01	"	"	"				
	22 R↓	Yn	Y0	e				
	51 †	Y0+Yn	e					
24	01RCL 1	$\sum 2y$	Y0+Yn	e				
	51 †	(A)	e					
	61 x	e(A)						
	02 2	2	e(A)					
	71 ÷	Area						
14	33f REG	"						
13	00GTO 00	"						Muestra área

FORMULAS:

$$AREA = \frac{e}{2} ((Y_0 + Y_n) + 2(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{n-1}))$$

CALCULO DEL AREA (FORMULA TRAPEZOIDAL O DE BEZOUT)

1 1

PROGRAMA DE IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS INICIALES	e/m	ENTER↑	
		y_0/m	R/S	Y_0
3	METER DATOS SUB-SIGUIENTES	y_1/m	R/S	0.00
		y_2/m	R/S	0.00
		.	"	
		.	"	
		y_{n-1}/m	R/S	0.00
		y_n/m	ENTER↑ R/S	AREA
4	PARA NUEVO CASO VER PASO 2			
5	FIN			

EJEMPLO 15

Se desea calcular el área bajo la curva con los siguientes datos:

$e = 1m$

$y_0 = 4.30m$

$y_8 = 5.62m$

$y_1 = 5.23m$

$y_9 = 4.93m$

$y_2 = 6.01m$

$y_{10} = 4.20m$

$y_3 = 6.51m$

$y_{11} = 3.30m$

$y_4 = 6.76m$

$y_{12} = 2.72m$

$y_5 = 6.78m$

$y_6 = 6.57m$

$y_7 = 6.18m$

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
1.0	ENTER↑	1.00	e
4.30	R/S	0.00	Almacena 1er. dato
5.23	R/S	0.00	Datos subsecuentes.
6.01	R/S	0.00	
6.51	R/S	0.00	
6.76	R/S	0.00	
6.78	R/S	0.00	
6.57	R/S	0.00	
6.18	R/S	0.00	
5.62	R/S	0.00	
4.93	R/S	0.00	
4.20	R/S	0.00	
3.30	R/S	0.00	
2.72	ENTER↑	2.72	Ultimo dato (y_n)
	R/S	65.60 m ² .	Area bajo la curva

Calculo DEL AREA BAJO LA CURVA (1ª FORMULA DE SIMPSON)

1 1

		y_0	e						
	74 R/S	y_1	y_0	e					Se introducen
	04 4	4	y_1	y_0	e				datos inic.
	61 x	$4y_1$	y_0	e					
	235101STO+1	"	"	"					
	22 R↓	y_0	e						
	74 R/S	y_2	y_0	e					
	14 7lf x=y?	"	"	"					¿ es el último
	13 14GTO 14	"	"	"					dato ?
	02 2	2	y_2	y_0	e				Calcula el
	61 x	$2y_2$	y_0	e					área
	235101STO+1	"	"	"					
	22 R↓	y_0	e						
	13 01GTO 01	"	"						
	22 R↓	y_n	y_0	e					
	51 +	$y_0 + y_n$	e						
	24 01RCL 1	$y_0 + y_n$	$y_0 + y_n$	e					
	51 +	E	e						
	61 x	eE	e						
	03 3	3	eE						
	71 ÷	AREA							
	14 33f REG	"							
	13 00GTO 00	"							Muestra Area

$$\sum_{i=1}^n 4y_{n-1} + 2y_n$$

FORMULA:

$$AREA = \frac{e}{3} ((y_0 + y_n) + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_{n-2}))$$

EJEMPLO 16

Utilizaremos los datos del problema anterior:

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1.0	ENTER↓	1.00	e
4.30	R/S	4.30	Y_0
5.23	R/S	5.23	Y_1
6.01	R/S	6.01	.
6.51	R/S	6.51	.
6.76	R/S	6.76	.
6.78	R/S	6.78	.
6.57	R/S	6.57	.
6.18	R/S	6.18	.
5.62	R/S	5.62	.
4.93	R/S	4.93	.
4.20	R/S	4.20	.
3.30	R/S	3.30	.
2.72	ENTER↓	2.72	Ultimo dato (Y_n)
	R/S	65.69	Area bajo la curva
			COMPARACION:
		BEZOUT	65.60m ² .
		1a. SIMPSON	65.69m ² .
		DIFERENCIA	00.09m ² .

Título: CALCULO DEL AREA BAJO LA CURVA (2ª FORMULA DE SIMPSON)

pantalla	tecla	X	Y	Z	T	COMENTARIO
00		y_0	e			Se introducen
01	74 R/S	y_1	y_0	e		datos inic.
02	03 3	$3y_1$	y_0	y_0	e	
03	61 x	$3y_1$	y_0	e		
04	235101STO+1	"	"	"		
05	22 R↓	y_0	e			
06	74 R/S	y_2	y_0	e		
07	03 3	3	y_2	y_0	e	
08	61 x	$3y_2$	y_0	e		
09	235101STO+1	"	"	"		
10	22 R↓	y_0	e			
11	74 R/S	y_3	y_0	e		
12	14 71f x=y?	"	"	"		¿ es el último
13	13 19GTO 19	"	"	"		dato ?
14	02 2	2	y_3	y_0	e	Calcula área
15	61 x	$2y_3$	y_0	e		
16	235101STO+1	"	"	"		
17	22 R↓	y_0	e			
18	13 01GTO 01	"	"			
19	22 R↓	y_n	y_0	e		
20	51 +	$y_n + y_0$	e			
21	24 01RCL 1	y_n	$y_n + y_0$	e		
22	51 +	E	e			
23	61 x	eE				
24	03 3	3	eE			
25	61 x	$3eE$				
26	08 8	8	$3eE$			
27	71 ÷	$3eE/8$				
28	14 33f REG AREA					
29	13 00GTO 00	"				Muestra AREA
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

FORMULAS:

$$AREA = \frac{3}{8} e ((y_0 + y_n) + 3(y_1 + y_4 + y_7 + \dots + y_{n-2}) + 3(y_2 + y_5 + y_8 + \dots + y_{n-1}) + 3(y_3 + y_6 + y_9 + \dots + y_{n-3}))$$

EJEMPLO 17

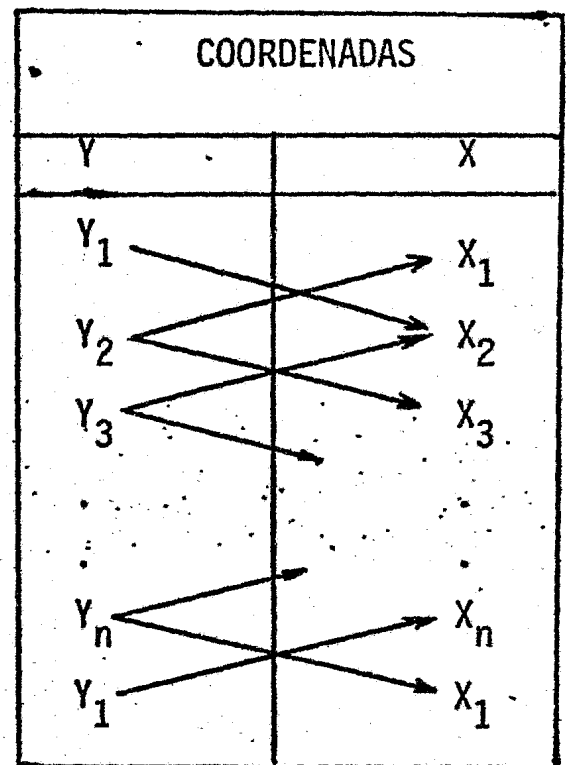
Utilizaremos el mismo problema del caso anterior;

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1.00	ENTER↑	1.00	e
4.30	R/S	4.30	Y ₀
5.23	R/S	4.30	"
6.01	R/S	4.30	"
6.51	R/S	4.30	"
6.76	R/S	4.30	"
6.78	R/S	4.30	"
6.57	R/S	4.30	"
6.18	R/S	4.30	"
5.62	R/S	4.30	"
4.93	R/S	4.30	"
4.20	R/S	4.30	"
3.30	R/S	4.30	"
2.72	ENTER↑	2.72	Ultimo dato
	R/S	65.73	Area
COMPARACION:			
		BEZOUT	65.60m ² .
		1a. SIMPSON	65.69m ² .
		DIFERENCIA	0.09
		2a. SIMPSON	65.73m ² .
		DIFERENCIA	0.04

18 Sexto Programa: Calcula el área de un polígono por el método de productos cruzados. La fórmula es la siguiente:

$$2A = (Y_1X_2 + Y_2X_3 + Y_3X_4 + \dots + Y_nX_1) - (Y_2X_1 + Y_3X_2 + Y_4X_3 + \dots + Y_1X_n)$$

y se ejemplifica más claramente poniendo la tabla de coordenadas de los vértices con el primer vértice repetido al final. El método práctico consiste en efectuar la diferencia entre la suma de los productos cruzados hacia abajo y la suma de los productos cruzados hacia arriba.



19 Septimo Programa: Calcula el área de un polígono por el método de Dobles Distancias Meridianas. Este método para calcular áreas debe su exactitud a que los productos son de menor orden, con lo que la precisión no se ve afectada por productos excesivamente grandes, como sucede en el caso anterior.

Las fórmulas son:

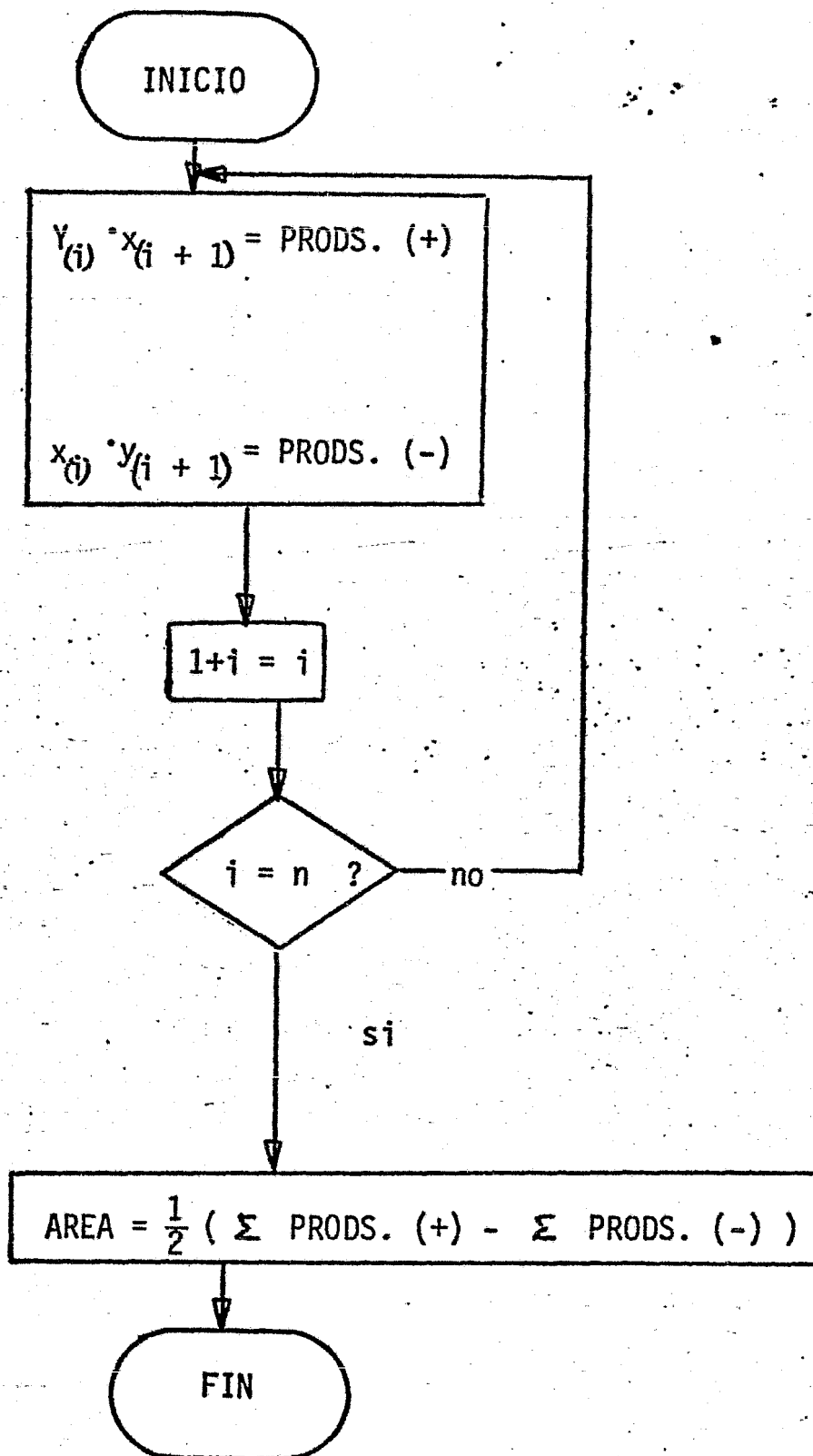
$$DDM_i = DDM_{(i-1)} + \text{Proy } X_{(i-1)} + \text{Proy } X_{(i)}$$

$$\text{Area} = 1/2 \left(\sum_{i=1}^n DDM_i \cdot \text{Proy } y \right)$$

Nota: Las DDM se computan sobre el eje "x"

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE AREAS POR MEDIO DE COORDENADAS"



CALCULO DE AREAS POR MEDIO DE COORDENADAS
(PRODUCTOS CRUZADOS)

1 1

		y_1	x_1		Datos inic.	y_i
74 R/S		y_i	x_i	y_1		
23 00STO 0		"	"	"		
22 R↓		x_i	y_1	x_1		x_i
23 01STO 1		"	"	"		
61 x		$x_i y_1$	x_1	y_i	Producto	
235102STO+2		"	"	"	$x_i \cdot y_{i-1}$	$\Sigma x_i \cdot y_{i-1}$
22 R↓		x_1	y_i		Producto	
61 x		$x_1 y_i$			$y_i \cdot x_{i-1}$	$\Sigma y_i \cdot x_{i-1}$
235103STO+3		"				
24 07RCL 7		i				
01 1		1	i			
51 +		i+1				
14 74fPausa		"			Muestra número	
23 07STO 7		"			de vértice	
24 06RCL 6		n	i+1			
14 71f x=y?		"	"		Prueba si es	
23 21GTO 21		"	"		último vértice	
24 01RCL 1		x_i				n
24 00RCL 0		y_i	x_i			nº de vértice
13 01GTO 01		"	"		Iteración has-	mas uno
24 02RCL 2		$\Sigma \text{PROD}(\frac{+}{-})$			ta terminar	i
24 03RCL 3		$\Sigma \text{PROD.}(\frac{-}{+})$	$\Sigma \text{PROD}(\frac{+}{-})$			
41 -		2 * AREA			Calcula AREA	
15 03g ABS		"				
02 2		2	2 * AREA			
71 *		AREA				
00 0		0	AREA			
23 02STO 2		"	"			
23 03STO 3		"	"			
01 1		1	0	AREA		
23 07STO 7		"	"	"		
22 R↓		0	AREA			
22 R↓		Area				
13 00GTO 00		"			Muestra AREA	

FORMULAS:

$$\text{AREA} = \frac{(\Sigma x_i \cdot y_{i-1}) - (\Sigma x_{i-1} \cdot y_i)}{2}$$

TITULO CALCULO DE AREAS A PARTIR DE COORDENADAS

1 1

Programador: IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES				
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM f REG		
2	DATO PARA MEMORIA				
	7	1	STO 7		
3	DATO MEMORIA 6				
	Nº DE VERTICES+1	n	STO 6		
4	COORDENADAS INIC.	x_1/m	ENTER ↑		
		y_1/m	R/S		n
5	COORDENADAS SUB- SECUENTES	x_i/m	ENTER ↑		
		y_i/m	R/S		i
					y_1
					etc.
6	PARA NUEVO POLIGONO VER PASO 3.			al terminar:	AREA
6	FIN				

EJEMPLO 18

Se desea conocer el área del polígono utilizado en ejemplos anteriores - de cálculo de poligonales por Rumbos ó Azimutes.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1	STO 7	1.00	Para conteo de prods.
7	STO 6	7.00	Número de vértices + 1
200.00	ENTER↑	200.00	X_A
200.00	R/S	200.00	Y_A
83.04	ENTER↑	83.04	X_B
213.58	R/S	2.00	i
		213.58	Y_B
81.05	ENTER↑	81.05	X_C
146.30	R/S	3.00	i
		146.30	Y_C
185.38	ENTER↑	185.38	X_D
130.55	R/S	4.00	i
		130.55	Y_D
259.06	ENTER↑	259.06	X_E
115.34	R/S	5.00	i
		115.34	Y_E
227.27	ENTER↑	227.27	Y_F
190.10	R/S	6.00	i
		190.10	Y_F
200.00	ENTER↑	200.00	X_A
200.00	R/S	7.00	i
		11 216.98	AREA

Título: CALCULO DEL AREA POR DOBLES DISTANCIAS MERIDIANAS 1 de 1

Estación	Coord. UTM	X	Y	Z	Operaciones	Coordenadas
00		x_i	y_i		Calculo de	
01	24 04RCL 4	x_{i-1}	x_i	y_i	D.D.M.	
02	21 x↔y	x_i	x_{i-1}	"		
03	23 04STO 4	"	"	"		m1 Coor Y_{i-1}
04	51 +	$x_i + x_{i-1}$	y_i			
05	24 05RCL 5	DDM_{i-1}	$x_i + x_{i-1}$	y_i		m2 Coor $X_i - 1$
06	51 +	"	y_i			
07	23 05STO 5	"	"			m3 $SDDM \cdot y$
08	21 x↔y	y_i	DDM_i			
09	23 07STO 7	"				
10	61 x	$DDM_i \cdot y_i$				m4 x_i
11	02 2	$2^i \cdot y_i$	$DDM_i \cdot y_i$			
12	71 ÷	$DDM_i \cdot y_i / 2$				
13	235103STO+3					
14	24 03RCL 3	AREA			Muestra AREA	DDM
15	74 R/S	"				
16	24 07RCL 7	y_i				
17	24 01RCL 1	y_{i-1}	y_i			
18	51 +	y_{i-1}				
19	23 01STO 1	"				
20	14 74fPAUSA	"				y_i
21	14 74fPausa	"			Muestra nueva	
22	14 74fPausa	"			coordenada Y	
23	24 04 RCL 4	x_i				
24	24 02 RCL 2	x_{i-1}	x_i			
25	51 +	x_{i-1}				
26	23 02 STO 2	"				
27	1300GTO 00	"			Muestra nueva	
					coordenada X	
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

FORMULAS:

$Coor Y_i = Coor Y_{i-1} + y_i$

$Coor X_i = Coor X_{i-1} + x_i$

$DDM_i = DDM_{i-1} + x_i + x_{i-1}$

$AREA = 1/2 (E DDM_i \cdot y_i)$

EJEMPLO 19

Se desea conocer el área del polígono que hemos venido utilizando por el método de dobles distancias meridianas.

EST.	P.V.	Y	X
A	B	13,58	-116,96
B	C	-67,28	- 1,99
C	D	-15,75	104,33
D	E	-15,17	73,67
E	F	74,72	- 31,79
F	A	9,90	- 27,27

DATO	TECLA	RESULTADO	COMENTARIOS
200.00	STO 1	200.00	Y_A
200.00	STO 2	200.00	X_A
13.58	ENTER↑	13.58	\overline{AB}_y
-116.96	R/S	-794.08	D.D.M.
	R/S	213.58	Y_B
		83.04	X_B
- 67.28	ENTER↑	- 67.28	\overline{BC}_y
- 1.99	R/S	-7142.24	D.D.M.
	R/S	146.30	Y_C
	R/S	81.05	X_C
- 15.75	ENTER↑	- 15.75	\overline{CD}_y
104.33	R/S	8193.94	D.D.M.
	R/S	130.55	Y_D
	R/S	185.38	X_D
- 15.17	ENTER↑	- 15.17	\overline{DE}_y
73.67	R/S	7856.93	D.D.M.
	R/S	115.38	Y_E
		259.06	X_E
74.72	ENTER↑	74.72	\overline{EF}_y
- 31.79	R/S	11082.01	D.D.M.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	R/S	190.10	Y_F
		227.27	X_F
9.90	ENTER ↵	9.90	\overline{FAy}
- 27.27	R/S	11216.93	AREA por D.D.M.
	R/S	200.00	Y_A Coordenadas iniciales.
		200.00	X_A

COMPARACION:

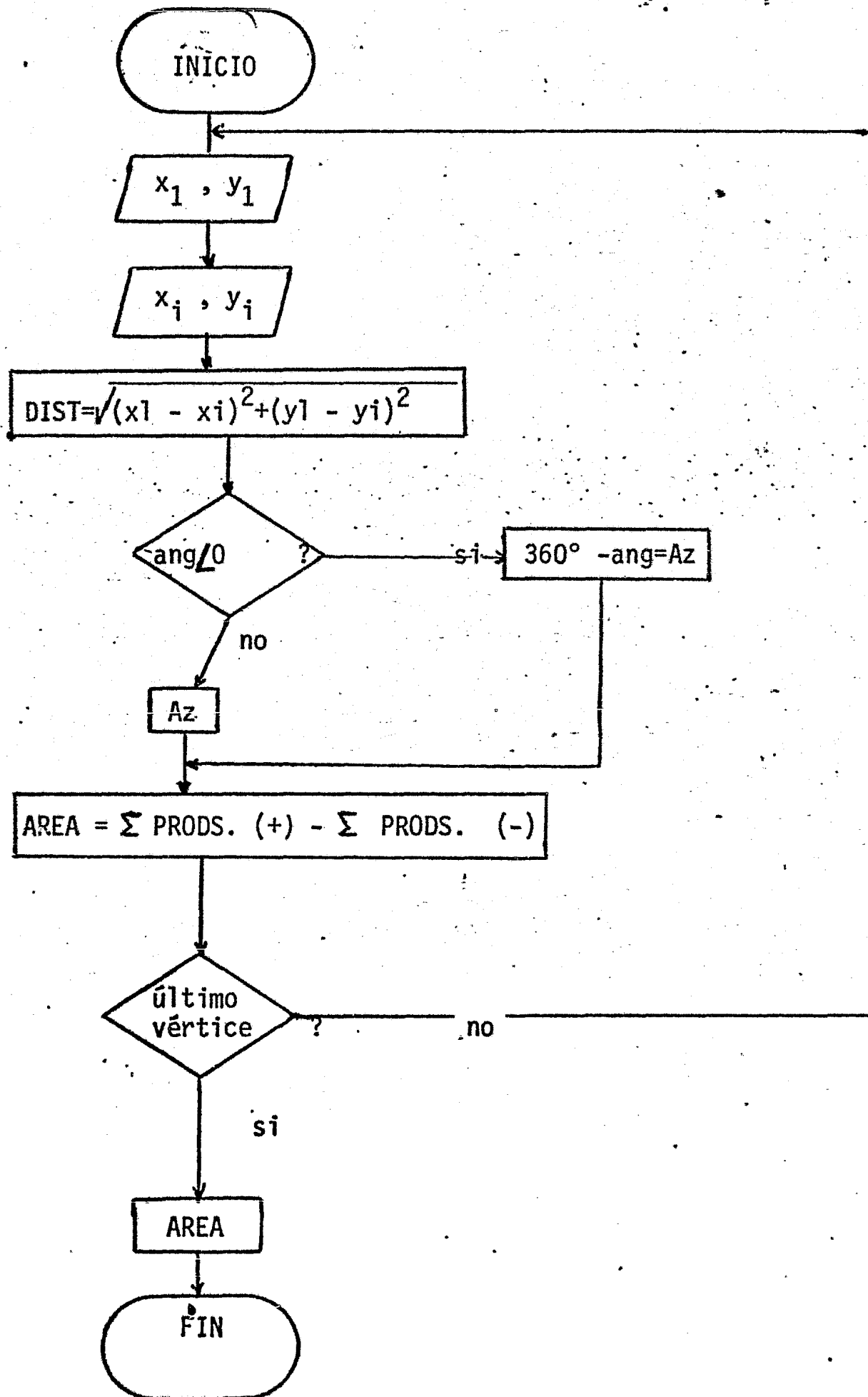
AREA PRODS. CRUZADOS 11217.02

AREA DOBLES DIST. MER. 11216.93

20 Octavo Programa: Calcula la distancia y el azimut entre dos puntos de coordenadas conocidas y el área. Este programa está diseñado para calcular la distancia y el azimut entre los puntos de una poligonal cerrada y su área. Sin embargo se puede usar para una poligonal abierta, donde el área que de como resultado no tendrá significado alguno; de la misma manera se puede utilizar para puntos aislados. Uno de los datos que debe conocer el programa es el número de vértices del polígono, el cual se usa para dar por terminado el polígono y mostrar el área. Si se trata de una poligonal abierta se recomienda que éste dato sea lo suficientemente grande como para no dar por terminado el programa.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE AZIMUT Y DISTAN
CIA ENTRE DOS PUNTOS DE - -
COORDENADAS CONOCIDAS; AREA
POR PRODUCTOS CRUZADOS"



Título: **CALCULO DE AZIMUT Y DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS DE COORDENADAS CONOCIDAS; AREA POR PRODUCTOS CRUZADOS**

a l c e 1

pantalla		tecla usada	X	Y	Z	T	comentarios	memorias
línea	clave							
00			x_1	y_1			Datos del 1er	
01	23 00STO 0		"	"			vertice	m0 x_1
02	21 x→y		y_1	x_1				
03	23 01STO 1		"	"				m1 y_1
04	74 R/S		x_i	y_i	y_1	x_1	Datos de vértices sigs.	
05	23 02STO 2		"	"	"	"	Cálculo de	m2 x_1
06	22 R↓		y_i	y_1	x_1	y_i	productos	
07	23 03STO 3		"	"	"	"	cruzados	
08	21 x→y		y_1	y_i	x_1	x_i		
09	41 -		$y_i - y_1$	x_1	x_i		Cálculo de	m3 y_1
10	22 R↓		x_1	x_i		$y_i - y_1$	difs. de coord.	
11	41 -		$x_i - x_1$		$y_i - y_1$		para cálculo	
12	21 x→y			$x_i - x_1$			de DISTANCIA	m4 AREA
13	22 R↓		$x_i - x_1$	$y_i - y_1$				
14	21 x→y		$y_i - y_1$	$x_i - x_1$				
15	15 09 g→P		DIST	ángl				
16	14 74fPausa		"	"				
17	14 74fPausa		"	"			Muestra DIST	
18	21 x→y		Az	DIST			Cálculo de	m5 $i e i$
19	15 41g x/0?		"	"			Azimuth	
20	13 24GTO 24		"	"				
21	14 00f H.MS		"	"				m7 n
22	74 R/S		"	"				
23	13,29GTO 29		"	"				
24	03 3		3	-Az				
25	06 6		36	"				
26	00 0		360	"				
27	51 †		Az					
28	13 21GTO 21		"					
29	24 01RCL 1		y_1	Az			Productos	
30	24 02RCL 2		x_1	y_1	Az		cruzados	
31	61 x		$y_1 \cdot x_i$	Az				
32	235104STO+4		"					
33	24 03RCL 3		y_i					
34	24 00RCL 0		x_1	y_i				
35	61 x		$y_i \cdot x_1$					
36	234104STO-4		"					
37	01 1		1					
38	235106STO+6		"					
39	24 07RCL 7		n					
40	24 06RCL 6		i	n				
41	14 71f x=y?		"	"			¿ último vértice ?	
42	13 46GTO 46		"	"				
43	24 03RCL 3		y_i					
44	24 02RCL 2		x_i	y_i				
45	13 01GTO01		"	"				
46	24 04RCL 4		2·AREA				Cálculo del	
47	15 03g ABS		"				AREA	
48	02 2		2	2·AREA				
49	71 †		AREA				Muestra AREA	

FORMULAS:

AREA=1/2(E PRODS.(+) - E PRODS.(-)).

Título **CALCULO DE AZIMUT Y DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS DE COORDENADAS CONOCIDAS; AREA POR PRODUCTOS CRUZADO** 1 1
 Programador **IGNACIO D. LOPEZ A.**

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA CASOS LEIDOS	TECLAS				RESULTADO
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	f REG			
2	METER DATOS DE						
	Nº DE VERTICES + 1	n	STO 7				
		1	STO 6				
3	METER DATOS INIC.	y ₁ /m	ENTER ↵				
		x ₁ /m	R/S				y ₁
4	DATOS SUBSECUENTES						
	HASTA TERMINAR	y _i /m	ENTER ↵				
		x _i /m	R/S				DIST/m
							Az/G.MS *
			R/S				y _i
	al terminar						AREA/m ²
5	PARA NUEVO CASO		f REG				
	Y VER PASO 2						
6	SI SOLO SE QUIERE						
	CONOCER EL AREA,		GTO 15				
	se pone el SWITCH		PRGM MODE				
			g NOP g NOP				
	se pone el SWITCH		RUN MODE				
			GTO 21				
	se pone el SWITCH		PRGM MODE				
			g NOP				
	Se pone el SWITCH		RUN MODE				
7	SI SOLO SE DESEA						
	CONOCER LA DIST.						
	y EL AREA		GTO 21				
	se pone el SWITCH		PRGM MODE				
			g NOP				
	se pone el SWITCH		RUN MODE				
8	FIN						
	* si no se alcan						
	za a leer la DIST						
	oprimir [x↵]						

EJEMPLO 20

Utilizaremos los datos del ejemplo anterior:

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
7.00	STO 7	7.00	Número de vértices + 1
1.00	STO 6	1.00	Para conteo de número de vértices.
200.00	ENTER ↓	200.00	Y_A
200.00	R/S	200.00	X_A
213.58	ENTER ↓	213.58	Y_B
83.04	R/S	117.74	DIST. \overline{AB}
		276.37	Az \overline{AB}
	R/S	213.58	Y_B
146.30	ENTER ↑	146.30	Y_C
81.05	R/S	67.31	DIST. \overline{BC}
		181.41	Az \overline{BC}
	R/S	146.30	Y_C
130.55	ENTER ↑	130.55	Y_D
185.38	R/S	105.51	DIST. \overline{CD}
		98.35	Az \overline{CD}
	R/S	130.55	Y_D
115.38	ENTER ↑	115.38	Y_E
259.06	R/S	75.22	DIST. \overline{DE}
		101.38	Az \overline{DE}
	R/S	115.38	Y_E
190.10	ENTER ↑	190.10	Y_F
227.27	R/S	81.21	DIST. \overline{EF}
		336.57	Az \overline{EF}
	R/S	190.10	Y_F
200.00	ENTER ↑	200.00	Y_A
200.00	R/S	29.07	DIST. \overline{FA}
		289.57	Az \overline{FA}
	R/S	11 216.98	AREA del polígono

Primer Programa: Calcula una Nivelación diferencial. En base a la cota del banco de nivel inicial y las lecturas atrás y adelante, calcula la cota del siguiente punto de liga o banco de nivel; al final de la nivelación mediante las pruebas condicionales - calcula el desnivel entre el banco de nivel inicial y el final y la cota del banco de nivel inicial para rectificar el resultado.

El registro de campo es:

$$\sum_{(i=1)}^n x - \sum_{(i=1)}^n y = \text{DESNIVEL}$$

$$\text{COTA BN}_n - \text{DESN} = \text{COTA BN}_1$$

P.V.	L(+)	T	L(-)	COTA	DESN
BN	x ₁	π ₁		BN ₁	
PL ₁	x ₂	π ₂	y ₁	PL ₁	
PL ₂	x ₃	π ₃	y ₂	PL ₂	
PL ₃	x ₄	π ₄	y ₃	PL ₃	
.
		π _n			
BN _n			y _n	BN _n	

Segundo Programa: Calcula las cotas de varios puntos desde una misma estación. Este programa es igual al anterior, solo que al introducir la lectura del punto adelante - obtendrá la cota del mismo, pero sin alterar la altura del aparato; esto permite calcular las cotas de todos los puntos visados desde una misma estación. Para pasar a la siguiente estación, se introduce el valor de la lectura del último punto visado -- tanto en la memoria operativa "x" como en la "y"; con una prueba condicional (x=y?)-- el control del programa se transfiere a la parte del programa que calcula una nueva altura de aparato.

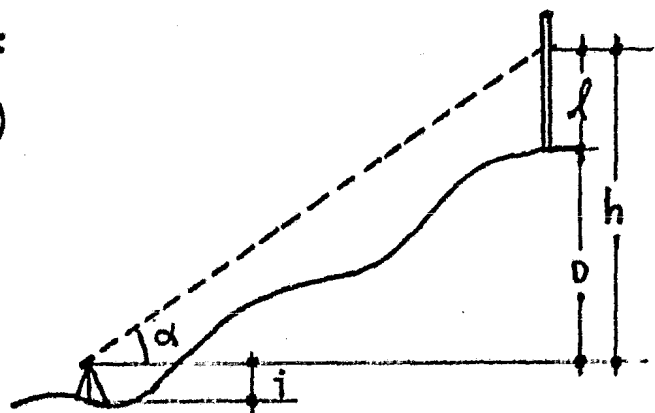
El registro de campo es:

P.V.	L(+)	T	L(-)	COTA	DESN
BN ₁	x ₁	K ₁		BN ₁	
1			y ₁	1	
2			y ₂	2	
3			y ₃	3	
.			.	.	
.			.	.	
n			y _n	n	
PL ₁	x _{1'}	K ₂	y _{1'}	PL ₁	
PL ₂	x _{1''}	K ₃	y _{1''}	PL ₂	
1'			y _{2''}	1'	
2'			y _{3''}	2'	
.			.	.	
.			.	.	
PL ₃	x _{1'''}	K ₄	y _{1'''}	PL ₃	
BN ₂			y _{2'''}	BN ₂	
					etc.

23

Tercer Programa: Calcula el desnivel por medio de una fórmula trigonométrica. Este programa resuelve un triángulo rectángulo cuyos vértices son: la intersección de la línea de colimación con el estadal o mira invar, la intersección del plano horizontal del aparato con la vertical del punto distante y el centro geométrico del aparato; en base a la distancia horizontal y el ángulo vertical. A esa distancia vertical se le suma la altura del aparato y se le resta la lectura del hilo medio sobre el estadal ó la altura de la mira invar. La fórmula es:

$$\text{DESNIVEL} = \text{DIST.} \cdot \tan \alpha + (i - l)$$



Cuarto Programa: Calcula el desnivel desde dos puntos a otro inaccesible sin estar los tres alineados. La fórmula es:

$$H = \overline{AD} \operatorname{sen} \gamma \cdot \tan \alpha / \operatorname{sen} (\beta + \gamma)$$

donde: AD = Longitud de la base

α = ángulo vertical desde un punto

β = ángulo horizontal entre la visual al punto y el punto auxiliar.

γ = ángulo horizontal en el punto auxiliar.

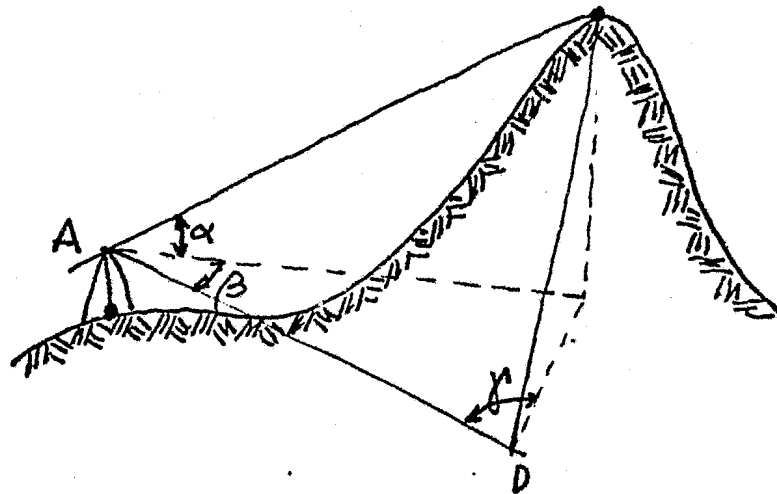
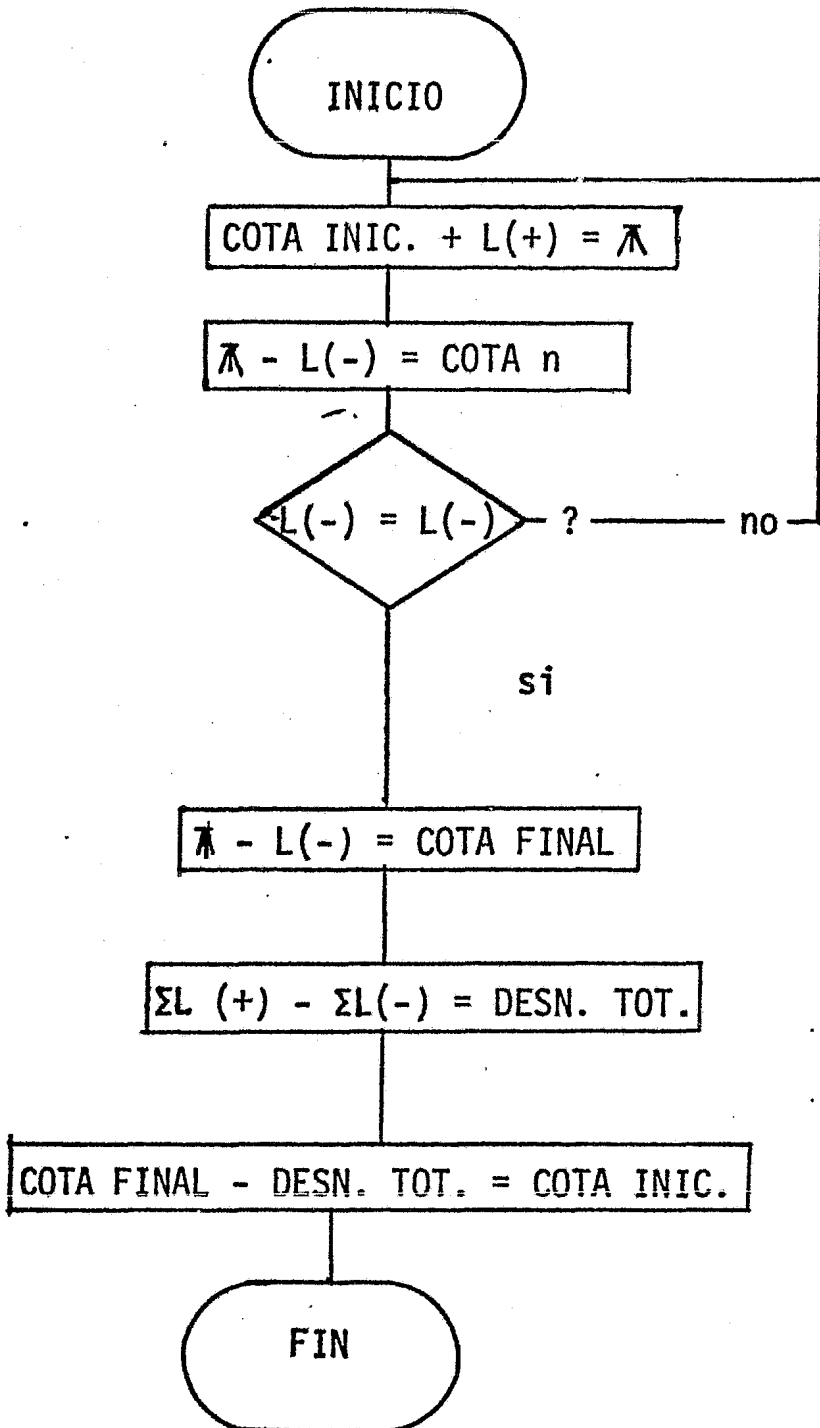


DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "NIVELACION DIFERENCIAL CON
COMPROBACION"



Título: NIVELACION DIFERENCIAL CON COMPROBACION Hoja 1 de 1

línea	pantalla clave	tecla usada	X	Y	Z	T	comentarios	memorias
00			L(+)	C.I.			Se introducen la Cota Inicial	
01	235101STO+1		"	"			y lectura "mas"	
02	51 +		∞					
03	74 R/S		L(-)	∞			Se introduce la lectura en "menos"	m1 EL(+)
04	235102STO+2		"	"				
05	14 71f x=y?		"	"				
06	13 09GTO 09		"	"				m2 EL(-)
07	41 -		C.n					
08	13 00GTO 00		"				Muestra Cota enesima	m3
09	22 R↓		L(-)	T				
10	41 -		C.F.					
11	74 R/S		"				Muestra Cota Final	m4
12	24 01RCL 1		EL(+)	C.F.				
13	24 02RCL 2		EL(-)	EL(+)	C.F.			
14	41 -		DESN.	C.F.				
15	41 -		C.I.					
16	14 33f REG		"				Limpia memorias	
17	13 00GTO 00		"				Calculo de C-R	
18	74 R/S		DIST					
19	07 7		7	DIST				
20	33 EEX		7x10	"				
21	08 8		7x10 ⁸	"				
22	32 CHS		7x10 ⁻⁸	"				m7
23	21 x↔y		DIST	7x10 ⁻⁸				
24	15 02g x ²		(DIST) ²	7x10 ⁻⁸				
25	61 x		C-R					
26	13 18GTO 18		"					
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

L(+)=lectura en "mas"
 L(-)=lectura en "menos"
 C.I.=cota inicial
 C.F.=cota final
 C.n=cota n
 ∞ = altura de aparato

FORMULAS: C.n=C.I.+L(+)-L(-)
 Comprobación: C.I.=C.F.-EL(+)-EL(-)

EJEMPLO 21

Para el ejemplo siguiente tomaremos la tabla que se presenta a continuación:

P.V.	(+)	T	(-)	COTA
BN ₁	0.876	10.876		10.000
PL ₁	1.354	9.856	2.374	8.502
PL ₂	2.389	10.978	1.267	8.589
PL ₃	0.953	8.633	3.298	7.680
BN ₂			0.013	8.620

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
10.000	ENTER↑	10.000	Cota BN ₁
0.876	R/S	10.876	⌘
2.374	R/S	8.502	Cota PL ₁
1.354	R/S	9.856	⌘
1.267	R/S	8.589	Cota PL ₂
2.389	R/S	10.978	⌘
3.298	R/S	7.680	Cota PL ₃
0.953	R/S	8.633	⌘
0.013	ENTER↑	0.013	última lectura en "menos" (sobre BN ₂).
	R/S	8.620	Cota BN ₂
	R/S	10.000	Cota BN ₁ (comprobación)

Título NIVELACION DIFERENCIAL para dar cotas a varios puntos con la misma altura de aparato 1 1

pantalla	línea clave	X	Y	Z	
00		L(+)	BN ó PL		Se introducen
01	51 +	⊗			datos de BN
02	23 COSTO 0	"			inicial y (+)
03	74 R/S	L(-)	⊗		Se introducen
04	14 71f x=y?	"	"		datos lectura
05	13 13GTO 13	"	"		en "menos"
06	41 -	COTA			
07	74 R/S	L(-)			Muestra cota de
08	14 71f x=y?	"			PL
09	13 16GTO 16	"			
10	24 OORCL 0	⊗	L(-)		
11	21 x↔y	L(-)	⊗		
12	13 06GTO 06	"	"		
13	22 R↓	L(-)	⊗		
14	41 -	COTA			
15	13 00GTO 00	"			
16	24 OORCL 0	⊗	L(-)		
17	21 x↔y	L(-)	⊗		
18	13 14GTO 14	"	"		
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					

BN=cota del Banco de Nivel
 L(+)=lectura en "mas" ó atrás
 L(-)=lectura en "menos" ó adelante
 ⊗ = altura de aparato
 PL =punto de liga

EJEMPLO 22

Para el siguiente ejemplo utilizaremos el cuadro de nivelación.

P.V.	(+)	T	(-)	COTA
BN ₁	1.365	11.365		10.000
PL ₁	2.656	13.756	0.265	11.100
BN ₂			1.354	12.402
BN ₃			0.292	13.464
PL ₂	3.269	14.730	2.295	11.461
PL ₃	0.354	13.848	1.236	13.494
PL ₄	1.213	14.109	0.952	12.896
BN ₄			2.996	11.113
BN ₅			0.365	13.744

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
10.000	ENTER↑	10.000	Cota BN ₁
1.365	R/S	11.365	∅
0.265	ENTER↑	0.265	L(-) sobre PL ₁
	R/S	11.100	Cota PL ₁
2.656	R/S	13.756	∅
1.354	R/S	12.402	Cota BN ₂
0.292	R/S	13.464	Cota BN ₃
2.295	ENTER↑	2.295	L(-) sobre PL ₂
	R/S	11.461	Cota PL ₂
3.269	R/S	14.730	∅
1.236	ENTER↑	1.236	L(-) sobre PL ₃
	R/S	13.494	Cota PL ₃
0.354	R/S	13.848	∅
0.952	ENTER↑	0.952	L(-) sobre PL ₄

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	R/S	12.896	Cota PL ₄
1.213	R/S	14.109	∞
2.997	R/S	11.112	Cota BN ₄
0.365	R/S	13.744	Cota BN ₅

Título: NIVELACION INDIRECTA O TRIGONOMETRICA

1 1

partalia	línea	clava		X	Y	Z	T	
00				S	D	l	i	Se introducen datos
01	15	00	g→H	"	"	"	"	
02	14	06	f tan	tan α	"	"	"	
03		61	x	h	l	i		m1
04		22	R↓	l	i	i	h	
05		41	-	i-l	i	h	h	m2
06		21	x→y	i	i-l	"	"	
07		22	R↓	i-l	h	h	i	
08		51	+	H				
09	13	00	GTO 00	"				Muestra H
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

H= DESNIVEL
α= ángulo vertical
D= distancia
i= altura del aparato
l= hilo medio en el estado

FORMULAS:

$$H = D \tan \alpha + (i-l)$$

$$H = h + (i-l) \qquad h = D \tan \alpha$$

EJEMPLO 23

Se quiere conocer el desnivel entre el punto A y el punto B mediante una nivelación indirecta o trigonométrica.

DATOS $D = 53.28$ m
 $i = 1.54$ m
 $l = 2.075$ m
 $\alpha = 4^{\circ}17'$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1.54	ENTER↑	1.54	Altura del aparato
2.075	ENTER↑	2.08	Lectura del hilo medio <u>so</u> bre el estadal.
53.28	ENTER↑	53.28	Distancia horizontal en-- tre puntos.
4.17	CHS	-4.17	Angulo vertical (negativo en este caso)
	R/S	-4.53	Distancia vertical ó des- nivel entre el vértice.-- donde se localiza el trán- sito y el vértice sobre el que se localiza el estadal

Título. ALTURA DE UN PUNTO A UN LUGAR INACCESIBLE
 medido desde dos puntos no alineados entre si

1 1

01	24	00RCL 0	AD			
02	24	02RCL 2	β	AD		
03	15	00 g→H	"	"		
04	24	03RCL 3	γ	β	AD	
05	15	00 g→H	"	"	"	
06	51	†	$\beta+\gamma$	AD		
07	14	04f sensen	$(\beta+\gamma)$	"		
08	71	∴	A			
09	24	03RCL 3	γ	A		
	15	00 g→H	"	"		
	14	04f sen	sen γ	A		
	24	01RCL 1	α	sen γ	A	
	15	00 g→H	"	"	"	
	14	06f tan	tan α	"	"	
	61	x	tan α sen γ	A		
	61	x	H			
17	13	00GTO 00	"			
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

AD
 $\alpha/G.MS$
 $\beta/G.MS$
 $\gamma/G.MS$

AD - base
 γ - áng. en D
 α - áng. ver en A
 β - ang. en A

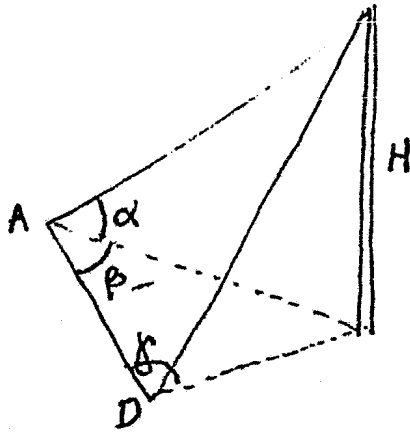
FORMULAS:

$$H = \overline{AD} \frac{\text{sen } \gamma \tan \alpha}{\text{sen}(\beta + \gamma)} = A \text{ sen } \gamma \tan \alpha$$

$$A = \overline{AD} / \text{sen}(\beta + \gamma)$$

EJEMPLO 24

Se quiere conocer la altura de un poste muy alto, y mediante la cinta y el tránsito se han obtenido las siguientes cifras:



AD = 68.56 m base
 $\alpha = 13^{\circ}28'$ ángulo vertical,
 $\beta = 62^{\circ}27'$ ángulo horizontal,
 $\gamma = 55^{\circ}36'$ ángulo horizontal,

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
68.56	STO 0	68.56	distancia \overline{AD}
13°28	STO 1	13.28	α
62°27	STO 2	62.27	β
55°36	STO 3	55.36	γ
	R/S	15.35	H altura o distancia vertical entre A y B

CURVAS

25 Primer Programa: Calcula una curva circular simple cuyos datos son: Δ , ST , c_1 , es decir, deflexión, subtangente de entrada y sub-cuerda inicial. La cuerda más usual es de 20m., sin embargo se puede utilizar una cuerda menor o mayor según el caso. Los resultados son:

R - radio de curvatura
Lc - longitud de curva
G - grado de curvatura
 δ_i - subdeflexión inicial
 δ_n - subdeflexión final
N - No. de cuerdas unitarias

26 Segundo Programa: Calcula una curva circular simple cuyos datos son: Δ , G , c_1 , es decir, deflexión, grado de curvatura y subcuerda inicial. Los resultados son:

R - radio de curvatura
ST - subtangente
Lc - longitud de curva
 δ_i - subdeflexión inicial
 δ_n - subdeflexión final
N - No. de cuerdas unitarias

27 Tercer Programa: Calcula una curva circular simple cuyos datos son: Δ , R , c_1 , es decir, deflexión, radio de curvatura y subcuerda inicial. Los resultados son:

G - grado de curvatura
ST - subtangente
Lc - longitud de curva
 δ_i - subdeflexión inicial
 δ_n - subdeflexión final
N - No. de cuerdas unitarias.

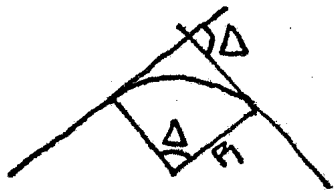
28 Cuarto Programa: Calcula las deflexiones para el trazo de una curva circular simple. Los datos necesarios son: Δ , G , el número de cuerdas unitarias y las subdeflexiones inicial y final de la curva (datos obtenidos en los otros programas).

El programa va calculando iterativamente los valores de la deflexión necesaria para ir trazando la curva desde el PC con tránsito y cinta. Al finalizar el programa-comparará los valores de la última deflexión con el de la semideflexión de la curva, que deberán ser iguales. Si ésto no fuere así, aparecerá un "error".

29 Quinto Programa: Calcula la longitud de un arco de curva circular de radio pequeño. En éste caso la curva está considerada como un arco de circunferencia y no como un polígono circunscrito en una circunferencia como en los casos anteriores. Los datos necesarios son: R, radio de curvatura, y Δ la deflexión. Los resultados serán: Lc, longitud de curva, y ST la subtangente.

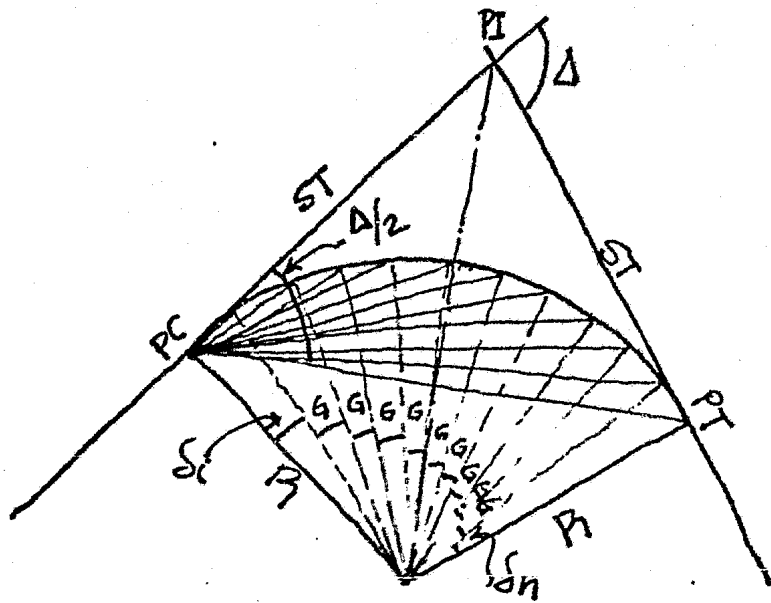
De radio pequeño

ESQUEMA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



$$ST = R \tan (\Delta / 2)$$

$$Lc = 2 \pi R (\Delta / 360)$$



$$ST = R \tan (\Delta / 2)$$

$$Lc = 20 (\Delta / G)$$

$$G/2 = \text{ang. sen} [1 / (R/10)]$$

$$\delta/2 = \text{ang. sen. } (c_1/2R)$$

Título: CALCULO DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE, conocidos Δ , ST, y c_1 1 1

línea	clave	función	X	Y	Z	T	comentarios	resultados
00			$\Delta/2$	ST	c_1		Calcula R	$\Delta/2/G.MS$
01	23	00STO 0	"	"	"		Almacena $\Delta/2$	
02	15	00 g→H	"	"	"			
03	14	06f tan	$\tan \Delta/2$	"	"			$G/2/G.MS$
04		71 ÷	R	c_1				
05	23	03STO 3	"	"			Almacena R	
06	24	07RCL 7	20	R	c_1		Calcula G/2	Lc
07		02 2	2	20	R	c_1		
08		71 *	10	R	c_1	c_1		
09		21 x→y	R	10	"	"		R
10		71 ÷	$10/R$	c_1	"			
11	15	04g sen ⁻¹	G/2	"	"			
12	14	00f→H.MS	"	"	"			
13	23	01STO 1	"	"	"		Almacena G/2	
14	15	00 g→H	"	"	"		Calcula Lc	
15	24	00RCL 0	$\Delta/2$	G/2	c_1	"		
16	15	00 g→H	"	"	"	"		
17		21 x→y	G/2	$\Delta/2$	"	"		
18		71 ÷	Δ/G	c_1	c_1			
19	24	07RCL 7	20	Δ/G	c_1	c_1		
20		61 x	Lc	c_1	c_1			
21	23	02STO 2	"	"	"		Almacena Lc	20.00
22		22 R↓	c_1	c_1			Calcula $d_1/2$	
23		02 2	2	c_1	c_1			
24		71 ÷	$c_1/2$	c_1				
25	24	03RCL 3	R	$c_1/2$	c_1			
26		71 ÷	$\text{sen } d_1/2$	c_1				
27	15	04g sen ⁻¹	$d_1/2$	"				
28	14	00f→H.MS	"	"				
29		21 x→y	c_1	$d_1/2$				
30	24	02RCL 2	Lc	c_1	$d_1/2$		Calcula nº de cuerdas unitarias	
31		21 x→y	c_1	Lc	"			
32		41 -	$(Lc - c_1)$	$d_1/2$				
33	24	07RCL 7	20	$(Lc - c_1)$	$d_1/2$			
34		71 ÷	N-2	$d_1/2$				
35	14	01f INT	N-2	"				
36	14	73flastx	N-2	N-2	$d_1/2$			
37	15	01gFRAC	frac	"	"			
38	24	07RCL 7	20	frac	N-2	$d_1/2$	Calcula $d_n/2$	
39		61 x	c_n	N-2	$d_1/2$			
40		02 2	2	c_n	N-2	$d_1/2$		
41		71 *	$c_n/2$	N-2	$d_1/2$			
42	24	03RCL 3	R	$c_n/2$	N-2	$d_1/2$		
43		71 *	$\text{sen } d_n/2$	N-2	$d_1/2$			
44	15	04g sen ⁻¹	$d_n/2$	N-2	$d_1/2$			
45	14	00f→H.MS	"	"	"			
46	13	00GTO 00					Muestra $d_n/2$	
47								
48								
49								

Δ =deflexión
 G =grado de curvatura
 R =radio de curvatura
 ST =subtangente
 Lc =longitud de la curva
 c_1 =subcuerda inicial
 c_n =subcuerda final
 d_1 =subdeflexión inicial
 d_n =subdeflexión final
 $||N-2||$ =nº de cuerdas unit.
 $G/2$ =deflexión de la cuerda unitaria

FORMULAS:

$Lc = 20(\Delta/G)$
 $R = ST \cot(\Delta/2)$
 $G/2 = \text{ang sen}(10/R)$

Título: CÁLCULO DE CURVA CIRCULAR SIMPLE, conocidos Δ, G y c_1 1 1

programa	línea	clave	función	X	Y	Z	T	comentarios	datos
	00			$\Delta/2$	$G/2$	c_1		Cálculo de L_c	$\Delta/2/DEC$
	01	15	00	"	"	"			
	02	23	00	"	"	"			
	03	24	07	20	$\Delta/2$	$G/2$	c_1		m_1 $G/2/DEC$
	04		61	$20 \cdot \Delta/2$	$G/2$	c_1	c_1		
	05		21	$G/2$	$20 \cdot \Delta/2$	"	"		
	06	15	00	"	"	"	"		m_2 ST
	07	23	01	"	"	"	"		
	08		71	L_c	c_1	c_1	c_1		
	09	23	04	"	"	"	"	Almacena L_c	R
	10		22	c_1	c_1	c_1	L_c	Calcula R	
	11	24	07	20	c_1	c_1	c_1		
	12		02	2	20	c_1	c_1		L_c
	13		71	10	c_1	c_1	c_1		
	14	24	01	$G/2$	10	"	"		
	15	14	04	$\text{sen } G/2$	"	"	"		
	16		71	R	c_1	c_1	c_1		
	17	23	03	"	"	"	"	Almacena R	
	18	24	00	$\Delta/2$	R	c_1	c_1	Calcula ST	
	19	14	06	$\tan \Delta/2$	"	"	"		
	20		61	ST	c_1	c_1	c_1		
	21	23	02	"	"	"	"	Almacena ST	20,00
	22		22	c_1	c_1	c_1	ST	Calcula $d_1/2$	
	23		02	2	c_1	c_1	c_1		
	24		71	$c_1/2$	c_1	c_1	c_1		
	25	24	03	R	$c_1/2$	"	"		Δ =deflexión
	26		71	$\text{sen } d_1/2$	c_1	"	"		
	27	15	04	$\text{sen } d_1/2$	"	"	"		G =grado de curvatura
	28	14	00	"	"	"	"		
	29	14	74	"	"	"	"	Muestra $d_1/2$	
	30	14	74	"	"	"	"		R =radio de curvatura
	31		21	c_1	$d_1/2$	c_1	c_1	Calcula nº de	R =radio de curvatura
	32	24	04	L_c	c_1	$d_1/2$	c_1	cuerdas unit.	
	33		21	c_1	L_c	"	"		ST=subtangente
	34		41	$(L_c - c_1)$	$d_1/2$	c_1	c_1		
	35	24	07	20	$(L_c - c_1)$	$d_1/2$	c_1		L_c =longitud de la curva
	36		71	$N-2$	$d_1/2$	c_1	c_1		
	37	14	01	$\text{INT } N-2 $	"	"	"		
	38	14	74	"	"	"	"	Muestra nº de	c_1 =subcuerda inicial
	39	14	74	"	"	"	"	cuerdas unit.	
	40	14	71	$N-2$	$ N-2 $	$d_1/2$	c_1	Calcula $d_n/2$	
	41	15	01	frac	"	"	"		c_n =subcuerda final
	42	24	07	20	frac $ N-2 $	$d_1/2$	$d_1/2$		
	43		61	c_n	$ N-2 $	$d_1/2$	"		
	44		02	2	c_n	$ N-2 $	$d_1/2$		d_1 =subdeflexión inicial
	45		71	$c_n/2$	$ N-2 $	$d_1/2$	"		
	46	24	03	R	$c_n/2$	$ N-2 $	$d_1/2$		d_n =subdeflexión final
	47		71	$\text{sen } d_n/2$	$ N-2 $	$d_1/2$	"		
	48	15	04	$\text{sen } d_n/2$	"	"	"		
	49	14	00	"	"	"	"	Muestra $d_n/2$	$ N-2 $ =nº cuerdas unit.

FORMULAS: $L_c = 20(\Delta/G)$ $R = 10 \text{ csc}(G/2)$
 $ST = R \tan(\Delta/2)$ $d_1 = 2 \cdot \text{sen}(c_1/20)$ $G/2 = \text{deflexión de}$

secuencia de programación

CALCULO DE CURVA CIRCULAR SIMPLE, conocidos

1 1

Programador **IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA**

Δ , G y c_1

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA CONSULTA	TECLAS	SALIDA CONSULTA
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATO A MEMORIA DE LONGITUD DE CUERDA UNITARIA	20/m	STO 7	
3	METER DATOS	c_1/m	ENTER	
		G/2/G.MS	ENTER	
		A/2/G.MS	R/S	$d_1/2/G.MS$
				N-2
				$d_n/2/G.MS$ *
			RCL 2	ST/m
			RCL 3	R/m
			RCL 4	Lc/m
4.	PARA NUEVO CASO VER PASO 3			
5	PARA DIFERENTE LONGITUD DE CUERDA UNITARIA VER PASO 2			
6	FIN			
	* en caso de no poder anotar $d_1/2$ ó N-2 , cuando se muestra $d_n/2$, oprima R \downarrow y leerá N-2 , oprima R \downarrow nuevamente y leerá $d_1/2$			

Título: CALCULO DE UNA CURVA CIRCULAR SIMPLE, conocidos Δ , R, y c_1

I I

Plantilla	Función	X	Y	Z	T	
00		$\Delta/2$	R	c_1		Se introducen los datos
01	23 00STO 0	"	"	"		
02	15 00 g→H	"	"	"		
03	14 06f tan	$\tan \Delta/2$	"	"		Calcula ST
04	21 x→y	R	$\tan \Delta/2$	"		
05	23 03STO 3	"	"	"		
06	61 x	ST	c_1			
07	23 02STO 2	"	"			Almacena ST
08	21 x→y	c_1	ST			Calcula G/2
09	23 06STO 6	"	"			
10	24 07RCL 7	20	c_1	ST		
11	02 2	2	20	c_1	ST	
12	71 ÷	10	c_1	ST		
13	24 03RCL 3	R	10	c_1	ST	
14	71 ÷	10/R	c_1	ST		
15	04g sen ⁻¹	G/2	"	"		
16	14 00f H.MS	"	"	"		
17	23 01STO 1	"	"	"		Almacena G/2
18	15 00 g→H	"	"	"		
19	24 00RCL 0	$\Delta/2$	G/2	c_1	ST	Calcula Lc
20	1500 g→H	"	"	"	"	
21	21 x→y	G/2	$\Delta/2$	"	"	
22	71 ÷	/G	c_1	ST		
23	24 07RCL 7	20	/G	c_1	ST	
24	61 x	Lc	c_1	ST		
25	23 04STO 4	"	"	"		Almacena Lc
26	22 R↓	c_1	ST			
27	24 03RCL 3	R	c_1	ST		Calculo de $\delta_1/2$
28	71 ÷	c_1/R	ST			
29	02 2	2	c_1/R	ST		
30	71 ÷	$c_1/2R$	ST			
31	15 04g sen ⁻¹	$\delta_1/2$	"	"		
32	14 00f→H.MS	"	"	"		
33	24 04RCL 4	Lc	$\delta_1/2$	ST		Calcula el nº de cuerdas unitarias
34	24 06RCL 6	c_1	Lc	$\delta_1/2$	ST	
35	41 -	$Lc - c_1$	$\delta_1/2$	ST		
36	24 07RCL 7	20	$Lc - c_1$	$\delta_1/2$	ST	
37	71 ÷	N-2	$\delta_1/2$	ST		
38	14 01f INT	N-2	"	"		
39	14 71flastx	N-2	N-2	$\delta_1/2$	ST	
40	15 01g FRAC	fracc	"	"		
41	24 07RCL 7	20	fracc	N-2	$\delta_1/2$	Calcula $\delta_n/2$
42	61 x	c_n	N-2	/2	"	
43	02 2	2	c_n	N-2	"	
44	71 ÷	$c_n/2$	N-2	/2	"	
45	24 03RCL 3	R	$c_n/2$	N-2	$\delta_1/2$	
46	71 ÷	sen $\delta_n/2$	N-2	/2	"	
47	15 04g sen ⁻¹	$\delta_n/2$	"	"	"	
48	14 00f→H.MS	"	"	"	"	
49	21 x→y	N-2	"	"	"	Muestra nº cuerdas unitarias

$\Delta/2/G.MS$

$G/2/G.MS$

ST/m

R/m

Lc/m

c_1/m

20/m

DATOS:

$\Delta/2$ =semideflexión

R= radio de curvatura

c_1 = subcuerda inicial

FORMULAS:

$ST = R \tan(\Delta/2)$ $\delta_1/2 = \text{ang sen}(c_1/2R)$

$G/2 = \text{ang sen}(10/R)$ $Lc = 20(\Delta/G)$

Título: CURVA CIRCULAR SIMPLE (de radio pequeño)

1 1

línea	clave	tecn. lista	X	Y	Z	T	
00			Δ	R			Calcula Lc
01	15 00	g→H	"	"			
02	23 00	STO 0	"	"			
03		21 x→y	R	Δ			m1 R
04	23 01	STO 1	"	"			
05		61 x	R Δ				
06		02 2	2	R Δ			m2
07		61 x	2R Δ				
08	15 73	g Π	Π	2R Δ			
09		61 x	2 Π R Δ				
10		03 3	3	2 Π R Δ			
11		06 6	36	2 Π R Δ			
12		00 0	360	2 Π R Δ			
13		71 ÷	Lc				
14		74 R/S	"				Muestra Lc
15	24 00	RCL 0	Δ	Lc			Calcula ST
16		02 2	2	Δ	Lc		
17		74 ÷	$\Delta/2$	Lc			
18	14 06	f tan	$\tan \Delta/2$	Lc			
19	24 01	RCL 1	R	$\tan \Delta/2$	Lc		
20		61 x	ST	Lc			
21	13 00	GTO 00	"	"			Muestra ST
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							

DATOS:
 $\Delta/2$ =semidefle:
R=radio

FORMULAS: ST=R tan $\Delta/2$
Lc=2 Π R $\Delta/360$

EJEMPLOS DE CURVAS CIRCULARES SIMPLES

SE UTILIZARAN LOS SIGUIENTES DATOS:

$$\begin{aligned} \Delta &= 60^\circ \\ G &= 6^\circ \\ c_1 &= 10\text{m} \\ ST &= 110.32\text{m} \\ R &= 191.07\text{m} \\ L_c &= 200.00\text{m} \\ c_n &= 10.00\text{m} \\ \delta_1/2 &= 1^\circ 30' \\ \|N\| &= 9 \\ \delta_{n=2} &= 1^\circ 30' \end{aligned}$$

EJEMPLO 25

DATOS: Δ , ST, c_1

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f FIX 2	0.00	Se escogen 2 lugares dec.
20.00	STO 7	20.00	Longitud de cuerda unit.
10.00	ENTER↑	10.00	c_1 , subcuerda unitaria.
110.316	ENTER↑	110.32	ST, subtangente.
30°	R/S	1.30	$\delta_n/2$, subdeflexión final.
	R↓	9.00	número de cuerdas unit.
	R↓	1.30	$\delta_1/2$, subdeflexión inicial
	RCL 1	3.00	G/2, deflexión de cuerda unitaria.
	RCL 2	200.00	L_c , longitud de curva
	RCL 3	191.07	R, radio de curvatura.

EJEMPLO 26

DATOS: Δ , G , c_1

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
10.00	ENTER↑	10.00	c_1 , subcuerda inicial
3°00	ENTER↑	3.00	$G/2$, radio de curvatura
30°00	R/S	1.30	$\delta_n/2$, subdeflexión final
	R↓	9.00	número de cuerdas unit.
	R↓	1.30	$\delta_1/2$, subdeflexión inicial
	RCL 2	110.32	ST, subtangente
	RCL 3	191.07	R, radio de curvatura.
	RCL 4	200.00	Lc, longitud de curva

EJEMPLO 27

DATOS: Δ , R , c_1

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
10.00	ENTER↑	10.00	c_1 , subcuerda inicial
191.073	ENTER↑	191.073	R, radio de curvatura.
30°00	R/S	9.00	número de curdas unit.
	R↓	1.30	$\delta_n/2$, subdeflexión final
	R↓	1.30	$\delta_1/2$, subdeflexión inicial
	RCL 2	110.32	ST, subtangente
	RCL 3	191.07	R, radio de curvatura
	RCL 4	200.00	Lc, longitud de curva

EJEMPLO 28

DATOS: Δ , G, $\delta_1/2$, $\|N\|$, $\delta_n/2$.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
30°00	STO 0	30.00	$\Delta/2$
3°00	STO 1	3.00	G/2
1°30	ENTER↑	1.30	$\delta_1/2$
8	ENTER↑	8.00	No. de cuerdas unitarias-1
1°30	R/S	1.30	$\delta_1/2$
		4.30	$\delta_1/2+G/2$
		7.30	$\delta_1/2+2(G/2)$
		10.30	$\delta_1/2+3(G/2)$
		13.30	$\delta_1/2+4(G/2)$ secuencia de deflexiones
		16.30	$\delta_1/2+5(G/2)$ para trazo por
		19.30	$\delta_1/2+6(G/2)$ cuerdas de una
		22.30	$\delta_1/2+7(G/2)$ curva circular simple.
		25.30	$\delta_1/2+8(G/2)$
		28.30	$\delta_1/2+9(G/2)$
		30.00	$\delta_1/2+9(G/2)+\delta_n/2 = \Delta/2$

EJEMPLO 29

DATOS Δ , R.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
5.00	ENTER↑	5.00	radio de curvatura (R)
135°	R/S	11.78	Lc, longitud de curva
	R/S	12.07	ST, subtangente.

TRAMO CALCULO DE CURVA VERTICAL conocidos Pe, Ps, y v hoja 1 1

Estadística	función	X	Y	Z	T	coment.	función
01	41 -	Ps	Pe	v		Calcula L	cota PIV
02	21 x=y	Pe-Ps	v				
03	71 ÷	v	Pe-Ps				Pe
14	01f INT	L					
23	74 R/S	"				Muestra L	
02	03STO 3	"				Calcula cota PIV	Ps ó cota n
02	2	2	L				
71	÷	L/2					
24	07RCL 7	20.00	L/2				L ó D/L ²
61	x	20(L/2)					
23	04STO 4	"					
24	02RCL 2	Ps	20(L/2)				20(L/2)
61	x	DIF. COTAS					
24	00RCL 0	cotaPIV	COTAS				
51	+	cotaPTV					cota PTV
23	05STO 5	"				Almacena PTV	
24	00RCL 0	cotaPIV	cotaPTV			Calculo de	
24	04RCL 4	20(L/2)	cotaPIV	cota PTV		D/L ²	n
24	01RCL 1	Pe	20(L/2)	cotaPIV	cotaPTV		
61	x	Δcotas	cotaPIV	cotaPTV			
51	+	cota	A	cotaPTV			20.00
41	-	D	cota PTV				
24	03RCL 3	L	D	cotaPTV			
15	02 g x ²	L ²	D	"			Pe=pendiente de entrada
71	÷	D/L ²	cotaPTV				
23	03STO 3	"	"			Almacena D/L ²	Ps=pendiente de salida
24	00RCL 0	cotaPIV	D/L ²	cotaPTV		Calcula cota	
24	01RCL 1	Pe	cotaPIV	D/L ²	cotaPTV	PCV	v=variación de pendiente
24	04RCL 4	20(L/2)	Pe	cotaPIV	D/L ²		
61	x	Δcotas	cotaPIV	D/L ²			
41	-	cotaPCV	D/L ²				L=nº de est.
23	02STO 2	"	"	"		Almacena PCV	PCV=punto de comienzo
24	03RCL 3	D/L ²	cota n'	D/L ²	D/L ²	Calcula "y" y	
24	06RCL 6	n	D/L ²	cota n'	"	lo resta de	PIV=punto de inflexión
15	02 g x ²	n ²	"	"	"	las cotas de la	
61	x	"y"	cota n'	D/L ²	"	subrasante de	
51	+	cota n	D/L ²	"	"	entrada.	PTV=punto de término
74	R/S	"	"	"	"	Muestra cota de	
24	05RCL 5	cotaPTV	cota n	D/L ²	"	cada est. de la	D=diferencia de cotas A y PTV
14	71f x=v	"	"	"	"	curva	
13	00GTO 00	"	"	"	"	Prueba si es	
01	1	1	cotaPTV	cota n	D/L ²	última est.	
235106STO	+6	"	"	"	"	Incrementa n	"y"=ordenada que se suma ó se resta a la cota n'
24	01RCL 1	Pe	1	cotaPTV	cota n		
24	07RCL 7	20	Pe	1	cotaPTV	Calcula cota de	
61	x	20·Pe	1	cotaPTV	"	la est. corres-	cota n'
24	02RCL 2	cota n'	20·Pe	1	cotaPTV	pondiente a la	cota n'=cota que corresponde a la subrasante en cada estación n
51	+	cota n'	1	cotaPTV	"	subrasante.	
13	32GTO 32	"	"	"	"		

FORMULAS:

$$y = (D/L^2) \cdot n^2 \quad L = \left| \frac{(Pe - Ps)}{v} \right| + 1$$

$$cota\ n = cota\ n' + y \quad D = cota\ PTV - cota\ A \quad cota\ n' = cota\ n - 1 + 20$$

secuencia de programación

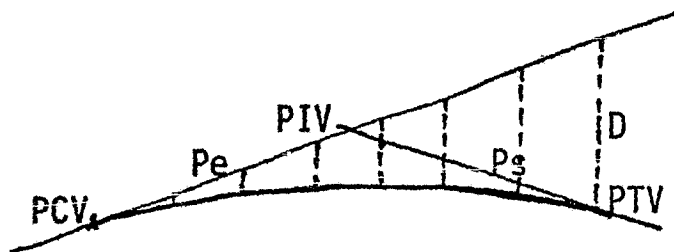
Título **CALCULO DE CURVA VERTICAL, conocidos P_e , P_s , v .**

1 1

Programador **IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA**

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA CONDICIONES	TECLAS	
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS A MEMORIAS: DIST. ENTRE ESTACIONES	20/m	STO 7	
	COTA PTO. INFLEXION	PIV/m	STO 0	
3	METER DATOS PENDIENTES	v/100	ENTER↑	
		$P_e/100$	STO 1	
	a) cálculo de L^*	$P_s/100$	STO 2 R/S	L-nº est.
	b) cálculo de cotas		R/S	cota n/m
4	SE REPITE PASO 3b HASTA QUE LA COTA SEA IGUAL A LA COTA DEL PTV			
5	SI SE QUIERE CONO- CER COTA PTV		RCL 5	cota PTV
6	PARA NUEVO CASO VER PASO 2			
7	FIN			
	* si L es impar, se agregá 1 pa- ra que sea.			

30 Sexto Programa: Calcula una curva vertical, conocidas las pendientes de entrada y salida, y la variación de pendiente. Para el ejemplo de este programa tomaremos los siguientes datos:



Pe = +4%
 Ps = -3%
 v = 1%/estación
 Cota del PIV = 100.00 m

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
20	STO 7	20.00	distancia entre est.
100	STO 0	100.00	cota PIV
0.01	ENTER	0.01	Variación de pend. por estación
0.04	STO 1	0.04	Pendiente entrada Pe
-0.03	STO 2	0.03	Pendiente salida Ps (negativa en este caso)
	R/S	7.00	nº de estaciones
1	.	1	se agrega 1 para que
	+	8.00	nº par de estaciones
	R/S	96.80	PCV ó est. 0
	R/S	97.51	est. 1
	R/S	98.05	est. 2
	R/S	98.41	est. 3
	R/S	98.60	est. 4(PIV)
	R/S	98.61	est. 5
	R/S	98.45	est. 6
	R/S	98.11	est. 7
	R/S	97.60	est. 8
	R/S	97.60	si el resultado final es igual: FIN.

cotas de la curva
vertical en las di-
ferentes estaciones

Para una área tan interesante y tan fundamental como es la Astronomía he implementado varios programas, teniendo en cuenta lo difícil que resultan los cálculos para obtener los resultados requeridos, y, sobre todo porque muchas veces es necesario repetir éstos cálculos varias veces.

TRIANGULO ESFERICO

31 Primer Programa: Resuelve las fórmulas de Borda en las cuales a partir de los lados del triángulo se pueden encontrar los ángulos en los vértices del mismo. Tiene la ventaja de que, con sólo variar el orden de introducción en la máquina de los lados podemos obtener todos los ángulos de los vértices.

32 Segundo Programa: Resuelve las fórmulas del coseno y del seno respectivamente, de manera que, conocidos los lados y el ángulo comprendido, se puedan conocer los demás elementos del triángulo esférico.

Ambos programas se pueden aplicar a problemas prácticos de Astronomía -- sustituyendo las letras del triángulo esférico por las del triángulo astronómico.

CORRECCIONES

33 Primer Programa: Calcula la distancia zenital verdadera corrigiendo -- por refracción y si se quiere por paralaje. Los datos necesarios son la temperatura, la presión y la distancia zenital observada.

34 Segundo Programa: Reduce la declinación del Sol a la hora de observación. Los datos necesarios son: la declinación a la hora de paso del Sol por el meridiano 90° al W de Greenwich, la hora de paso del Sol por el meridiano 90° al W de Greenwich, la variación horaria de la declinación y la hora promedio de observación.

35 Tercer Programa: Convierte unidades de tiempo a unidades de arco y viceversa. (24 hs. = 360°)

36 Cuarto Programa: Convierte tiempo medio a tiempo sidereo y viceversa. En éste programa es necesario tener en cuenta que la diferencia de longitud siempre --

se debe computar como longitud del meridiano base (λ_B) menos longitud del meridiano del lugar (λ_0); ($\lambda_B - \lambda_0$).

En todos los casos las fórmulas se encuentran al calce de las hojas de programa y los ejemplos en las hojas siguientes.

AZIMUT

37 Primer Programa: Calcula el Azimut del Sol, los datos necesarios son: latitud del lugar, la declinación del sol y la distancia zenital del mismo obtenida por observaciones directas. La declinación del sol la calcula el programa reduciéndola para la hora de observación por medio de la variación horaria obtenida del Anuario. La distancia zenital la corrige el programa por refracción y paralaje.

38 Segundo Programa: Calcula el Azimut de la polar en función del Angulo Horario. Mediante la fórmula del seno este programa calcula el Azimut de la polar. Los datos necesarios son: la hora media legal, la diferencia de longitud entre el meridiano base y el meridiano local y la hora sideral a las cero horas del meridiano base para calcular la hora sideral local; posteriormente, con la hora sideral local calculada se introducen a la máquina la Ascensión Recta y la declinación de la polar para calcular el Angulo Horario; finalmente se introduce la distancia zenital observada, los factores termométrico, barométrico y de refracción tomados del Anuario y el programa dará como resultado el Azimut calculado de la Polar.

39 Tercer Programa: Calcula el Azimut de la Polar observando esta y una estrella auxiliar; se recomienda que ésta última sea preferentemente una estrella circum-ecuatorial. Este método tiene la ventaja de que sólo se requiere conocer el intervalo de tiempo entre las observaciones de las dos estrellas y el ángulo horizontal entre ellas, así como sus distancias zenitales corregidas por temperatura, refracción y presión atmosférica. Los otros datos son la Ascensión Recta y la declinación de las dos estrellas; estas se encuentran en el Anuario.

LATITUD POR EL METODO DE LITTROW

40 Un programa muy interesante es el que calcula la latitud por el método de Littrow observando la polar. Los datos necesarios son: la distancia zenital observada y los factores de corrección por temperatura, presión y refracción tomados del Anuario; la declinación, la Ascensión Recta de la Polar y la diferencia de longitud al meridiano base.

41 El último programa de esta serie, calcula el Angulo Horario por distancias zenitales de un astro, que puede ser el Sol, o cualquier otra estrella. Los datos necesarios son: la declinación de la estrella; debiéndose conocer la variación -- horaria, la hora de paso del sol por el meridiano base, y el tiempo medio de la observación para el caso del sol; la latitud y la distancia zenital corregida por los factores termométricos, barométricos y de refracción correspondientes; en el caso del -- sol el programa calcula la paralaje y la aplica a la distancia zenital ya corregida-- por los factores termométricos, barométricos y de refracción.

En cada uno de los casos se incluyen ejemplos ya resueltos de cada pro-- grama.

TIPO CALCULO DE LOS ANGULOS DE UN TRIANGULO ESFERICO conocidos a, b, c, se obtienen A, B, C.

Linea	Clave	X	Y	Z		
00		a	b	c	Calcula S	a, -(S-a)
01	23 07 STO 7	"	"	"		
02	15 00 g-H	"	"	"		
03	23 00STO 0	"	"	"		m1 b, -(S-b)
04	21 x-y	b	a	"		
05	23 06STO 6	"	"	"		
06	15 00 g-H	"	"	"		m2 c, -(S-c)
07	23 01STO 1	"	"	"		
08	51 †	a+b	c			
09	21 x-y	c	a+b			
10	23 05STO 5	"	"			
11	15 00 g-H	"	"			
12	23 02STO 2	"	"			
13	51 †	2S				
14	02 2	2	2S			
15	71 ÷	S				c
16	234100STO-0	"			Calcula dife-	
17	234101STO-1	"			rencia de S	
18	234102STO-2	"			con a, b, c.	b
19	32 CHS	-S				
20	14 04f sen	-sen S			Calcula fórmu-	
21	24 00RCL 0	-(S-a)	-sen S		la de Borda	a
22	14 04f sen	-sen(S-a)	-senS			
23	61 x	D'				
24	01RCL 1	-(S-b)	D'			
25	14 04f sen	-sen(S-b)	D'			
26	24 02RCL 2	-(S-c)	-sen(S-b)	D'		
27	14 04f sen	-sen(S-c)	-sen(S-b)	D'		
28	61 x	N'	D'			
29	21 x-y	D'	N'			
30	71 *	tan ² (A/2)				
31	14 02 f √x	tan(A/2)				
32	15 06g tan ⁻¹	A/2				
33	02 2	2	A/2			
34	61 x	A				
35	14 00f-HMS	"			Muestra A, ó	
36	74 R/S	"			B, ó C.	
37	24 07RCL 7	a				
38	24 05RCL 5	c	a			
39	24 06RCL 6	b	c	a		
40	13 01GTO 01	"				
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

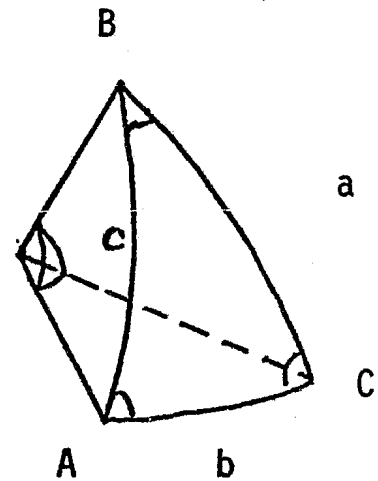
FORMULAS DE BORDA: $\tan^2(A/2) = (\sin(S-c)\sin(S-b)) / (\sin(S-a)\sin S)$
 $\tan^2(B/2) = (\sin(S-a)\sin(S-c)) / (\sin(S-b)\sin S)$
 $\tan^2(C/2) = (\sin(S-a)\sin(S-b)) / (\sin(S-c)\sin S)$
 $S = (a+b+c) / 2$

EJEMPLO 31

Se quieren conocer los ángulos de un triángulo esférico, cuyos lados a, b, y c son respectivamente:

$$\begin{aligned} a &= 113^{\circ}03'20'' \\ b &= 82^{\circ}40'07'' \\ c &= 75^{\circ}00'00'' \end{aligned}$$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
75°	ENTER↑	75.0000	lado c
82°4007	ENTER↑	82.4007	lado b
113°0320	R/S	116.1842	ángulo A
	R/S	75.0416	ángulo B
	R/S	70.1322	ángulo C



Título. CALCULO DEL TRIANGULO ESFERICO conocidos dos lados y un ángulo, encontrar el otro lado y los ángulos

línea	clave						
00			A	b	c	Calculo de a	sen A
01	15 00	g-H	"	"	"		
02		01 l	l	A	b	c	
03	14 09	f-R	cos A	sen A	"	"	n1 sen b
04		21 x-y	sen A	cosa	"	"	
05	23 00	STO 0	"	"	"	"	
06		22 R↓	cos A	b	c	sen A	m2 sen c
07		21 x-y	b	cosa	"	"	
08	15 00	g-H	"	"	"		
09		01 l	l	b	cos A	c	
10	14 09	f-R	cos b	sen b	"	"	
11		22 R↓	sen b	cos A	c	cos b	
12	23 01	STO 1	"	"	"	"	sen A · csca
13		61 x	sen b cosa	c	cos b		
14		21 x-y	c	sen b cosa	"		
15	15 00	g-H	"	"	"		C
16		01 l	l	c	sen b cosa	cos b	
17	14 09	f-R	cos c	sen c	"	"	
18		22 R↓	sen c	sen b cosa	cos b	cos c	B
19	23 02	STO 2	"	"	"	"	
20		61 x	B	cos b	cos c		
21		22 R↓	cos b	cos c		B	a/G.MS
22		61 x	A		B		
23		21 x-y		A	"		
24		22 R↓	A	B			
25		51 +	cos a				
26	15 05	g cos ⁻¹	a				
27	14 00	f-H.MS	"				
28		74 R/S	"			Muestra a	
29	23 07	STO 7	"				
30	15 00	g-H	"				
31	14 04	f sen	sen a				
32	15 22	g 1/x	csc a				
33	24 00	RCL 0	sen A	csc a			
34		61 x	sen A csca				
35	23 04	STO 4	"				
36	24 01	RCL 1	sen b	sen A csca			
37		61 x	sen B				
38	15 04	g sen ⁻¹	B				
39	14 00	f-H.MS	"				
40		74 R/S	"			Muestra B	
41	23 06	STO 6	"				
42	24 02	RCL 2	sen c	B			
43	24 04	RCL 4	sen A csca	sen c	B		
44		61 x	sen C	B			
45	15 04	g sen ⁻¹	C	B			
46	23 05	STO 5	"	"			
47	14 00	f-H.MS	"	"			
48	13 00	GTO 00	"			Muestra C	
49							

FORMULAS:

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\sin B = (\sin A \cdot \sin b) / (\sin a)$$

$$\sin C = (\sin A \cdot \sin c) / (\sin a)$$

EJEMPLO 32

Se desea conocer un lado y dos ángulos de un triángulo esférico, conocidos dos lados y el ángulo comprendido:

a) DATOS: $c = 75^{\circ}00'00''$
 $b = 82^{\circ}40'07''$
 $a = 116^{\circ}18'42''$

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f fix 4	0.0000	se escogen los lugares decimales.
75°	ENTER ↑	75.0000	c
82°4007	ENTER ↑	82.4007	b
116°1842	R/S	113.0320	a
	R/S	75.0416	B
	R/S	70.1322	C

b) DATOS: $c = 75^{\circ}00'00''$
 $a = 113^{\circ}03'20''$
 $B = 75^{\circ}04'16''$

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
75°	ENTER ↑	75.0000	c
113°0320	ENTER ↑	113.0320	a
75°0416	R/S	82.4007	b
	R/S	63.4118	(180° - A)
	R/S	70.1322	C

c) DATOS: $b = 82^{\circ}40'07''$
 $a = 113^{\circ}03'20''$
 $C = 70^{\circ}13'22''$

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
82°4007	ENTER ↑	82.4007	b
113°0320	ENTER ↑	113.0320	a
70°1322	R/S	75.0000	c
	R/S	63.4118	(180° - A)
	R/S	75.0416	B

HOJA DE ...

Título: CALCULO DE LA REFRACCION Y EL PARALAJE

1 1

parada	tecla	X	Y	Z	T	
00		Z	P	T		decide cual
01	15 00 g→H	"	"	"		valor de A se
02	23 00STO 0	"	"	"		tomará
03	05 5	5	Z	P	T	
04	06 6	56	"	"	"	
05	14 51f x→y?	"	"	"	"	
06	13 363TO 36	"	"	"	"	
07	22 R↓	Z	P	T		
08	06 6	6	Z	P	T	
09	06 6	66	"	"	"	
10	14 41 f x←y?	"	"	"	"	
11	13 39 7TO39	"	"	"	"	
12	22 R↓	Z	P	T		
13	24 02 RCL 2	A	Z	P	T	
14	15 00 g→H	"	"	"	"	calcula ρ
15	21 x→y	Z	A	"	"	
16	14 06f tan	tan z	"	"	"	
17	61 x	ρ	P	T		
18	21 x→y	P	ρ	T		calcula β
19	24 07RCL 7	762	P	ρ	T	
20	71 z	β	ρ	T		
21	61 x	ρβ	T			calcula τ
22	21 x→y	T	ρβ			
23	01 1	1	T	ρβ		
24	00 0	10	"	"		
25	31 -	(T-10)	ρβ			
26	24 06RCL 6	α	(T-10)	ρβ		
27	61 x	α(T-10)	ρβ			
28	01 1	1	α(T-10)	ρβ		
29	51 †	1/τ				
30	71 z	r				calcula zv
31	24 00RCL 0	Z	r			
32	51 †	zv				
33	23 01STO 1	"				
34	14 00f →HMS	"				
35	13 00GTO 00	"				muestra zv
36	21 R↓	Z	P	T		
37	24 03RCL 3	A	Z	P	T	
38	13 14GTO 14	"	"	"	"	
39	21 R↓	Z	P	T		
40	07 7	7	Z	P	T	
41	03 3	73	"	"	"	
42	14 41f x←y	"	"	"	"	
43	13 48GTO 48	"	"	"	"	
44	22 R↓	Z	P	T		
45	24 04RCL 4	A	Z	P	T	
46	13 14GTO 14	"	"	"	"	
47	22 R↓	Z	P	T		
48	24 05RCL 5	A	Z	P	T	
49	13 14GTO 14	"	"	"	"	

z/G.DEC

m1 zv/G.DEC

m2 0.0058

0.005815

0.005775

0.005730

0.003552 = α

762 = P°

A = 0.005815 (0° a 56°)

A = 0.005800 (56° a 66°)

A = 0.005775 (66° a 73°)

A = 0.005730 (73° a 75°)

α = 0.003552

P° = 762

FORMULAS: $r = \rho \beta c$ $\rho = A \cdot \tan z$ $\beta = P/P^\circ$ $t = 1/(1 + \alpha(T-10))$
 $zv = z + r$ $p = 813 \cdot \sin z$

EJEMPLO 33

Se quiere conocer la distancia zenital verdadera corregida por refracción y paralaje, a una temperatura de 20°C, 585mm, de Hg. de presión atmosférica, y una distancia zenital observada de 70°37'44"4

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f fix 5	0.00000	se escogen los lugares decimales.
20°	ENTER↑	20.00000	temperatura en °C
585	ENTER↑	585.00000	presión en mm/Hg
70°37444	R/S	70.39462	zvp en G.MS

Título. CALCULO DE LA DECLINACION DEL SOL

1 1

pantalla	linea	clave	regla	X	Y	Z	T
00				T	HP	vh	ΔHP
01	15	00	g→H	"	"	"	"
02		21	x→y	HP	T	"	"
03	15	00	g→H	"	"	"	"
04		41	-	(T-HP)	vh	ΔHP	
05		21	x→y	vh	(T-HP)	"	
06	15	00	g→H	"	"	"	
07		61	x	c	ΔHP		
08		21	x→y	ΔHP	c		
09	15	00	g→H	"	"		
10		51	+	Δv			
11	14	00f	→HMS	"			
12	13	00GTO	00	"			
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							

m1
m2

Muestra declinación interpolada

* ΔHP=declinación a la hora de paso del Sol por el meridiano base.

*vh =variación horaria

* HP=hora de paso del Sol por el meridiano base.

T=tiempo medio de observación (referido al meridiano base.

* TOMADO DEL ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONOMICO.

EJEMPLO 34

Se quiere conocer la declinación verdadera (δv) del sol a las $8^h 00^m 51.5^s$ hora promedio de observación el día 27 de Octubre de 1976, en la Boca de la Mina de el "Alamo" en Pachuca, Hidalgo. Los datos tomados del ANUARIO son los siguientes:

La declinación a la hora de Paso del Sol por el Meridiano 90° al Oeste de Greenwich (δHP) es de $-13^\circ 0' 13.38''$.

La hora de Paso del Sol por el Meridiano 90° al Oeste de Greenwich es de $11^h 43^m 51.78^s$.

La variación horaria (vh) es de $-00^\circ 00' 50.43''$, para esa fecha.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
-13°001338	ENTER↑	-13.00	δHP
-00°005043	ENTER↑	- 0.01	vh
11.435178	ENTER↑	11.44	HP
8.00515	R/S	-12.57	δv
	f fix 6	-12.570594	δv hasta los centésimos de - = segundo.

Título: CONVERSION DE TIEMPO EN ARCO Y VICEVERSA

1 01

pantalla		tecla	X	Y	Z	
línea	clave	usada				
00			h.ms			Se introduce
01	15 00	g→H	"			el tiempo
02	01	1	1	h.ddd		
03	05	5	15	"		
04	61	x	g.ddd			
05	14 00	f→HMS	g.ms			
06	13 00	GTO 00	"			Muestra arco
07	74	R/S	g.ms			Se introduce
08	15 00	g→H	"			arco
09	01	1	1	g.ms		
10	05	5	15	"		
11	71	*	h.ddd			
12	14 00	f→HMS	h.ms			
13	13 07	GTO 07	"			Muestra tiempo
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

h.ms=horas. mi
segs.
(TIEMPO)

g.ms=grados.mi
segs.
(ARCO)

FORMULAS:
g.ms=h.ms•15
h.ms=g.ms/15

EJEMPLO 35

Se requiere saber la medida en unidades de arco la Longitud de un lugar que se encuentra a $3^{\text{h}}26^{\text{m}}35^{\text{s}}.6$ al Oeste del Meridiano de Greenwich.

(DE TIEMPO A ARCO)

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f PRGM		se transfiere el control de - programa al inicio del mismo
	f fix 5	0.00000	se escogen el No. de lugares- decimales.
3.26356	R/S	51.3854	Longitud en unidades de ARCO.

(DE ARCO A TIEMPO)

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	GTO 07		se transfiere el control del- programa a la segunda parte.
51.3854	R/S	3.26356	Longitud en unidades de TIEM- PO.

CONVERSION DE TIEMPO MEDIO EN TIEMPO SIDEREO Y VICEVERSA

1; 1

00			H legal	HSO ^h MO		Calculo de HSL
01	15	00	g→H	"	"	
02		21	x→y	HSO ^h MO	H legal	
03	15	00	g→H	"	"	
04		21	x→y	H legal	HSO ^h MO	
05	24	07RCL	7	H legal	HSO ^h MO	
06		51	†	HML	HSO ^h MO	
07	24	01RCL	1	k ₂	HML	HSO ^h MO
08		61	x	B	HSO ^h MO	Se aplicala correccion 2
09		21	x→y	HSO ^h MO	B	Se aplica la c ₁ a la HSO ^h
	24	07RCL	7		HSO ^h MO	B
	24	02RCL	2	k ₃	HSO ^h MO	B
		61	x	c ₁	HSO ^h MO	B
		41	-	A	B	
		51	†	HSL		Prueba si la HSL es mayor de 24 hs,
		02	2	2	HSL	
		04	4	24	"	
14		41f	x≤y	"	"	
13		23GTO	23	"	"	
		21	x→y	HSL		
20	14	00f→HMS		"		
21	23	03STO	3	"		
22	13	00GTO	00	"		Muestra HSL
23		41	-	HSL		
24	13	20GTO	20	"		
		74	R/S	HSL	HSO ^h MO	Calculo de HML
15		00	g→H	"		
		21	x→y	HSO ^h MO	HSL	
15		00	g→H	"		
24		07RCL	7		HSO ^h MO	HSL
24		02RCL	2	k ₃	HSO ^h MO	HSL
		61	x	c ₁	HSO ^h MO	HSL
		41	-	M	HSL	
14		51f	x≥y	"	"	Prueba si la HSO MO es mayor que la HSL
13		44GTO	44	"	"	
35		41	-	HMLs		
24		00RCL	0	k ₁	HMLs	
37		61	x	HML		Aplica c ₂
14		00f→HMS		"		
39		74	R/S	"		Muestra HML
15		00	g→H	"		Calcula H legal
24		07RCL	7		HML	
42		41	-	H legal		
13		20GTO	20	"		Lo manda a que se almacene en m ₃
21		x→y		HSL	HSO ^h MO	
02		2		2	HSL	HSO ^h MO
04		4		24	"	"
51		†		HSL+24	HSO ^h MO	agrega 24 hs. a la HSL
21		x→y		HSO MO	HSL+24	
13		35GTO	35	"	"	

k₁-T_m
0.9972696

k₂-T_s
1.0027379

k₃ corr.
98865/DEC

HSL ó H legal

dλ/DEC en unid. de tiempo

H legal=hora legal

HML=hora medi local

HSL=hora sideral local

HSO^hMO=hora sideral a los cero hpras del meridiano origen

dλ=diferencia de longitud

λ_{Mor}=longitud meridiano origen

λ_L=longitud meridiano local

FORMULAS: $HSL = (HSO^{hMO} + c_1) + (HML + c_2)$ $HML = H \text{ legal} + d\lambda$ $d\lambda = (\lambda_{Mor} - \lambda_L)$

$HML = (HSL - (HSO^{hMO} + c_1)) - c_2$ $H \text{ legal} = HML - d\lambda$

$c_1 = 98865 \cdot d\lambda$

PROGRAMA DE CONVERSION DE TIEMPO MEDIO EN TIEMPO SIDEREO Y VICEVERSA

Programador: IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA datos	PROGRAMA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM				
2	METER DATOS A MEMORIAS	*k ₁	STO 0				
		*k ₂	STO 1				
		*k ₃	STO 2				
3	METER DATO DIFERENCIA DE LONGITUD	d /DEC	STO 7				
4	METER DATOS PARA CALCULO DE HSL	HSO ^h MO/GMS	ENTER				HSL/GMS
		H legal/GMS	R/S				
5	METER DATO PARA CALCULO DE HML Y H legal		GTO 25				
		HSO ^h MO/GMS	ENTER				
		HSL/GMS	R/S				HML/GMS
			R/S				Hlegal/GMS
6	PARA NUEVO CASO VER PASO 4						
7	PARA DIFERENTE LUGAR, VER PASO 3						
8	FIN						
	* k ₁ =0.9972696						
	k ₂ =1.0027379						
	k ₃ =0.0009865		g→H				

EJEMPLO 36

Se quiere calcular la Hora Sideral para las 12 hrs. de tiempo legal en la Cd. de México el 15 de Junio de 1954. La longitud de la Cd. de México es de $6^{\text{h}}36^{\text{m}}46^{\text{s}}.67$. La Hora Sideral a las 0 hrs. del Meridiano 90° al Oeste de Greenwich es $17^{\text{h}}31^{\text{m}}57^{\text{s}}.27$.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
.9972696	STO 0	1.00	K_1
1.0027379	STO 1	1.00	K_2
0.0009865	g → H	2.74 -03	K_3
$0^{\text{h}}364667$	STO 2	2.74 -03	Se almacena las constes.
	g → H	0.61	$d\lambda$ en unidades de tiempo.
	CHS	-0.61	negativo, porque
	STO 7	-0.61	$d\lambda = (\lambda \text{ Mor.} - \lambda \text{ ML})$
	f fix 6	-0.612964	Se almacena el dato
			Se escogen los lugares decimales.
* $17^{\text{h}}315727$	ENTER†	17.315727	$\text{HSO}^{\text{h}}\text{MO}$ (90° al W de G)
12	R / S	4.570888	HSL

PARA EL CALCULO DE LA HML Y LA H legal, USAREMOS LOS RESULTADOS.

	GTO 25		
$17^{\text{h}}315727$	ENTER†	17.315727	$\text{HSO}^{\text{h}}\text{MO}$ (90° al W de G)
$4^{\text{h}}570888$	R / S	11.231333	HML
	R / S	12.000000	H legal (puede aparecer como 11.5960)

FORMULA CALCULO DEL AZIMUT OBSERVANDO AL SOL EN FUNCION DE φ, δ, z .

1 1

			X	Y			
			HO	HP"MO	Vh	δ'	Calculo de la
15	00	g→H	"	"	"	"	declinación
	21	x→y	HP"MO	HO	"	"	verdadera
15	00	g→H	"	"	"	"	z/DEC
	41	-	iT	Vh	δ'		
	21	x→y	Vh	iT	"		
15	00	g→H	"	"	"		(z+r)/DEC
	61	x	c	δ'			
	21	x→y	δ'	c			
15	00	g→H	"	"			
	51	†	δv				
14	04f	sen	sen δ				
23	00STO	0	"				0.004
	74	R/S	z/DEC	Presión temp.			Calculo de zv
23	01STO	1	"	"	"		Calculo de
14	06f	tan	tan z	"	"		762
24	06RCL	6	58"21	tan z	P	t-10	
	61	x	ρ	P	t-10		
	61	x	ρP	t-10			Calculo de
24	05RCL	5	762	ρP	t-10		58"21
	71	÷	βP	t-10			
	21	x→y	t	$\beta \beta$			Calculo de
24	04RCL	4	0.004	t	$\beta \beta$		8"8/DEC
	61	x	0.004t	$\beta \beta$			
	01	1	1	0.004t			
	51	†	1+0.004t				
	71	÷	r				HO=hora promedio
24	01RCL	1	z	r			de observación
	51	†	(z+r)				(media)
23	02STO	2					HP"MO=hora de pa
14	04f	sen	sen(z+r)				so de Sol p
24	07RCL	7	8"8	sen(z+r)			el meridiano
	61	x	p				origen
24	02RCL	2	(z+r)	p			Calculo de p
	51	†	zv				Vh=variacion
	01	1	1	zv			horaria
14	09	f→R	cos z	sen z			
	74	R/S	φ	"			Se introduce φ
	01	1	1	φ	cos z	sen z	Calculo de la
14	09	f→R	cos φ	sen φ	"	"	fórmula
	22	R†	sen φ	cos z	sen z	cos φ	hora de pase
	61	x	sen φ cos z	sen z	cos φ		por el meri
	32	CHS-	sen φ cos z	"	"		diano origen
24	00RCL	0	sen	-sen cos z	sen z	cos	
	51	†	N	sen z	cos		
	71	÷	sen z/N	cos			
	61	x	sec Az				
15	22	g 1/x	cos Az				
15	05g	cos 1	Az				
14	00f	HMS	"				

FORMULAS:

$$\cos Az = \frac{\text{sen } \delta - \text{sen } \varphi \cos z}{\cos \varphi \text{ sen } z} \cdot \frac{N}{D}$$

Muestra Az

$$c\delta = (HO - HP"MO) \cdot Vh$$

$$v = \delta (HP"MO) + c\delta$$

$$r = \tan z \cdot 58"21 \cdot P / 762 \cdot 1 / 1 + 0.004(t-10)$$

$$p = 8"8 \text{ sen } z$$

$$zv = v + r + p$$

CALCULO DEL AZIMUT OBSERVANDO AL SOL, EN FUNCION

1 1

IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

DE $\phi, \delta, z.$

1	TECLEAR PROGRAMA	f PRGM	
2	METER DATOS A MEMORIAS		
		0.004 STO 4	
		762 STO 5	
		0.005821 g→H	STO 6
		0.00088 g→H	STO 7
	(en caso de que la corrección por paralaje no se utilice, se intro duce 0 en la m7)		
3	METER DATOS PARA CALCULO DE LA DECLINACION	δ (HP)/GM ENTER↵	
		Vh/GMS ENTER↵	
		HP"MO/GM ENTER↵	
		HO/GMS R/S	sen δ
4	METER DATOS PARA CALCULO DE LA REFRACCION Y LA PARALAJE	t/°C-10 ENTER↵	
		P/mmHg ENTER↵	
		z/DEC R/S	cos z
5	METER LATITUD	ϕ /DEC R/S	Az/GMS (Sol)
6	PARA NUEVO CASO, VER PASO 3		
7	FIN		

EJEMPLO 37

Se quiere conocer el Azimut del Sol en la Mina de "El Alamo" en Pachuca, - Hgo., con las observaciones realizadas el 27 de Oct. de 1976.

DATOS:

Lat. = 20°06'39"	* δ = -13°00'13".28
z = 71°28'30"	*Vh = -50".43
P = 729.5 mm/Hg	HP*MO = 11 ^h 43 ^m 51 ^s .78
t = 16°C	HO = 8 ^h 00 ^m 51 ^s .5

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
0.004	STO 4	4.00 -03	Constante para el cálculo de τ
762	STO 5	762	Constante para el cálculo de ρ
0.005821	g → H	0.02	Constante para el cálculo de β
	STO 6	0.02	
0.00088	g → H	2.44 -03	Constante para calcular p
13.001338	CHS	-13.001338	declinación a la hora de paso (δ)* (-) en este caso.
	ENTER↑	-13.00	
0.005043	CHS	- 0.005043	variación horaria (Vh)
	ENTER↑	- 0.01	
11.435178	ENTER↑	11.44	HP*MO (90° al W de G)
8.00515	R / S	- 0.22	sen δ
6	ENTER↑	6.00	t (temperatura) -10
729.5	ENTER↑	729.50	P (presión)
71.2830	g → H	71.48	distancia zenital obs.
	R / S	0.32	cos z
20.0639	g → H	20.11	latitud
	R / S	111.58	Az azimuth del Sol.
	f fix 6	111.574764	(hasta centesimas de seg)

CALCULO DEL AZIMUT DE LA POLAR EN FUNCION DEL ANGULO HORARIO

00		H legal	$\Delta\lambda$	HSO ^h MO	Calcula HSL
01	15 00 g→H	"	"	"	
02	21 x→y	$\Delta\lambda$	H LEGAL	"	
03	15 00 g→H	"	"	"	
04	23 03STO 3	"	"	"	
05	51 †	HML	HSO ^h MO		
06	24 01RCL 1	k2	HML	HSO ^h MO	
07	61 x	HMLs	HSO ^h MO		
08	21 x→y	HSO ^h MO	HMLs		
09	15 00 g→H	"	"		
10	24 03RCL 3	$\Delta\lambda$	HSO ^h MO	HMLs	
11	24 02RCL 2	k3	$\Delta\lambda$	HSO MO	HMLs
12	61 x	c1	HSO ^h MO	HMLs	
13	41 -	HSO ML	HMLs		
14	51 †	HSL			
15	24 07RCL 7	15	HSL		
16	61 x	HSLarco			Muestra HSL
17	74 R/S	AR	δ	HSL	Se introducem
18	15 00 g→H	"	"	"	AR y δ
19	24 07RCL 7	15	AR	δ	HSL
20	61 x	AR	δ	HSL	
21	21 x→y	δ	AR	"	
22	15 00 g→H	"	"	"	
23	14 05f cos	cos δ	"	"	
24	23 04STO 4	"	"	"	
25	22 R†	AR	HSL		
26	41 -	AH			
27	14 04f sen	sen AH			
28	235104STOx4	"			
29	74 R/S	ρ	β	τ	z obs Se introdu-
30	15 00 g→H	"	"	"	cen los ele-
31	61 x	$\rho\beta$	τ	z obs	mentos para
32	61 x	r	z obs		la corrección
33	21 x→y	z obs	r		de la distan-
34	15 00 g→H	"	"		cia zenital
35	51 †	zv			
36	14 04f sen	sen z			
37	24 04RCL 4	sen δ cos	senz		
38	21 x→y	sen z	sen δ cos		
39	71 †	sen Az			
40	15 04g sen ¹	Az'			
41	15 41g x<0?	"			
42	13 48GTO 48	"			
43	24 06RCL 6	360	Az'		
44	21 x→y	Az'	360		
45	41 -	Az			
46	14 00f→HMS	"			
47	13 00GTO 00	"		Muestra Az	
48	32 CHS	Az			
49	14 00f→HMS	"			

k1-Tm

m1 k2-Ts

m2 k3
98864

$\Delta\lambda$

sen AH-cos δ

360

15

H legal=hora
media legal

$\Delta\lambda = (\text{Mor} - \text{ML})$

λ_{Mor} =longitud
meridiano
origen

λ_{ML} =longitud
meridiano
local

HSO^hMO=hora si-
dereal a las
0 hs. del
meridiano
origen

HML=hora media
local

AR=Ascención
Recta

HSL=hora side-
local

FORMULAS:

AH = HSL - AR

senAz = (senAH · cos δ) / sen z

CALCULO DEL AZIMUT DE LA POLAR EN FUNCION DEL ANGULO HORARIO

1 1

Programador: IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES						
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM				
2	METER DATOS A						
	MEMORIAS	15	STO 7				
		360	STO 6				
		k ₁	STO 0				
		k ₂	STO 1				
		k ₃	g→H. STO 2				
3	METER DATOS PARA						
	CALCULO DE LA HSL HSO ^h MO*/GMS		ENTER↑				
		Δλ/GMS	ENTER↑				
	** H legal/GMS	R/S					HSL/GMS (arco)
4	METER DATOS PARA						
	CALCULO DE H y						
	DE LA FORMULA * δ/GMS		ENTER↑				
		AR/GMS	R/S				sen H
5	METER DATOS PARA						
	EL CALCULO DE z _v	z obs/GMS	ENTER↑				
		* t	ENTER↑				
		* β	ENTER↑				
		* ρ	R/S				Az/GMS
6	PARA NUEVO CASO,						
	VER PASO 3						
7	FIN						
	* DATOS TOMADOS						
	DEL ANUARIO						
	** SI H legal < Δλ						
	SUMAR 24 hs.						

k₁ = 0.9972696 k₂ = 1.0027379 k₃ = 0.0009864

Se observó la Polar en Boye, Qro. el 13 de Marzo de 1975 y se obtuvieron los siguientes datos con el proposito de encontrar el Azimut de la Polar.

DATOS:

Lat. aprox. = 20°41'15"
 longitud = 6^h38^m58^s.67
 Hora de obs = 11^h02^m57^s.5 (sideral)
 Δt = - 1^s.27 (sideral)

Hora sid. L = 11^h02^m56^s.23(sideral)

Hora med. L = 23^h37^m56^s.17

Hora legal = 00^h16^m58^s.84

altura obs. = 20°07'43"

P = 592.5mm/Hg.
 temp = 11°C
 * ρ = 0.77755
 * τ = 0.9965

z observada = 69°52'17" ρ = 02' 38".82

90°00'00"

ang. hor. = 46°00'48".8

HSL = 11^h02^m56^s.23

Ascención R = 2^h06^m59^s.48

Declinación = 89°09'18".73

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
15	STO 7	15.00	Para convertir a arco
360	STO 6	360.00	Para el Azimuth Polar
0.9972696	STO 0	1.00	K ₁ (conversión de tiempos)
1.0027379	STO 1	1.00	K ₂ (conversión de tiempos)
0.0009864	g → H STO 2	2.74 -03	K ₃ (conversión de tiempos)
11.210072	ENTER↑	11.21	HSO ^h MO (90° al W de G.)
0.385867	CHS	-0.385867	$\Delta\lambda$ (negativa por la fórmula)
	ENTER↑	-0.39	
24.165884	f fix 6	24.165884	Hora media legal
	R / S	525.734286	HSL (en arco)
89.091873	ENTER↑	89.091873	Declinación (δ)

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
2.065948	R / S	0.719504	sen AH
69.5217	ENTERA	69.521700	Dist.Zenital observada (z)
0.9965	ENTERA	0.996500	t (corresponde a 11°C) *
0.77755	ENTERA	0.777550	β (corresponde a 592.5mm/Hg)*
0.023882	R / S	359.210999	Azimuth de la Polar.

Titulo **CALCULO DEL AZIMUT , OBSERVANDO LA POLAR Y UNA ESTRELLA AUXILIAR**

		X	Y			
00		B	z'	d'		Calcula
01	15 00	g→H	"	"	"	senz' secd'
02	23 00	STO 0	"	"	"	
03	22	R↓	z'	d'		
04	15 00	g→H	"	"		
05	14 04f	sen	senz'	"		
06	21	x→y	d'	senz'		
07	15 00	g→H	"	"		
08	14 05f	cos	cosd'	"		
09	71	÷	senz' send'			
10	23 01	STO 1	"			Muestra senz'
11	74	R/S	Az			•secd'
12	15 00	g→H	"			Se introduce
13	24 00	RCL 0	B	Az		Azimet de la
14	51	+	(Az+B)			Polar(aprox.)
15	14 04f	sen	sen M			
16	24 01	RCL 1	senz' secd'	senM		
17	61	x	-senAH'			
18	32	CHS	senz'			
19	15 04g	sen ⁻¹	AH'			
20	74	R/S	α'	α	i	AH'
21	14 71f	x=y?	"	"	"	"
22	13 35	GT035	"	"	"	"
23	15 00	g→H	"	"	"	"
24	21	x→y	α	α'	"	"
25	15 00	g→H	"	"	"	"
26	41	-	α'-α	i	AH'	
27	21	x→y	i	α'-α	"	"
28	15 00	g→H	"	"	"	"
29	41	-	α'-α-i	AH'		
30	01	1	1	c'-c-i	AH'	
31	05	5	15	"	"	
32	61	x	c'-c-i	AH'		
33	23 02	STO 2	"	"		
34	22	R↓	AH'			
35	24 02	RCL 2	c'-c-i	AH'		
36	51	+	N			
37	14 04f	sen	sen N			
38	24 07	RCL 7	p	senN		Calcula Az
39	15 00	g→H	"	"		
40	24 06	RCL 6	z	p	senN	
41	15 00	g→H	"	"	"	
42	14 04f	sen	sen z	"	"	
43	71	÷	p cscz	senN		
44	61	x	-Az			
45	32	CHS	Az			
46	14 00f	-H.MS	"			
47	13 11	GT0 11	"			Muestra Az de
48						la polar
49						

B/DEC

m₁ senz' secd'

α'-α-i/DEC
(en arco)

pcscz

Muestra senz' •secd'

Se introduce Azimet de la Polar(aprox.)

z/G.MS

p/G.MS

d' = declinación estr. aux.

d = declinación Polar

z' = dist. zenital estr. aux.

z = dist. zenital Polar

α' = Ascención Recta estr. aux.

α = Ascención Recta Polar

B = Angulo horizontal, entre ambas estrellas

i = intervalo entre hora de obs. de ambas estrellas

p = co-declinación de la Polar

FORMULAS: $Az = -p \cdot \text{sen}N \cdot \text{csc}z$
 $\text{sen}AH' = -\text{sen}M \cdot \text{senz}' \cdot \text{sec}d'$
 donde $N = \alpha' - \alpha - i + AH'$ $i = \text{hora obs. estr.} - \text{hora obs. Polar}$
 $M = (Az' + B)$ $B = \text{ang. estr.} - \text{ang. Polar}$

CALCULO DEL AZIMUT , OBSERVANDO LA POLAR Y UNA ESTRELLA AUXILIAR

1 1

1	TECLEAR PROGRAMA					
2	llevar control de programa al inicio		f PRGM			
3	METER DATOS DE CO-DECLINACION Y DIST. ZENITAL DE LA POLAR					
		p/G.MS	STO 7			
		z/G.MS	STO 6			
4	METER DATOS DE DECLINACION Y DIST. ZENITAL DE LA ESTRELLA AUXILIAR Y ANGULO HORARIO ENTRE AMBAS ESTRELLAS					
		α' /G.MS	ENTER			
		z'/G.MS	ENTER			
		B/G.MS	R/S			senz' secd'
5	METER AZIMUT DE la POLAR (supuesto)	Az/G.MS	R/S			AH'/DEC
6	METER DATOS DE AR DE AMBAS ESTRELLAS E INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LAS DOS OBSERVACIONES	i/H.MS	ENTER			
		α /H.MS	ENTER			
		α' /H.MS	R/S			Az polar/G.MS
7	CUANDO SE HA OBTENIDO EL CAL- CULO DEL AZIMUT.		R/S	ENTER	R/S	Az polar/G.MS
8	PARA NUEVO CASO VER PASO 2					
9	FIN					

EJEMPLO 39

Se desea conocer el Azimut de la Polar, observando esta y una estrella, preferentemente circum-ecuatorial, en este caso Arietis. Si el Azimut es positivo se deja tal cual, si es negativo se resta de 360°.

DATOS:

fecha: 27 de Septiembre de 1974

lugar: Campo Aéreo de Felipe Carrillo Puerto
Quintana, Roo.

est. aux : (α) Arietis

δ' = 23°20'49"

z' = 61°20'

B = 72°35'

α' = 2^h05^m52^s.34

p = 90° - d = 0°50'26".21

z = 70°08'

α = 2^h09^m09^s.25

i = -0^h09^m09^s

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
0.502621	STO 7) f PRGM		Se lleva el control del programa a su inicio
70.08	STO 6 f FIX 4		
23°20'49"	ENTER 4	23.2049	δ' (declinación de la estr. - aux.)
61°20	ENTER 4	61.2000	z' (dist. zenital de la estr. aux.)
72°35	R / S	0.9557	sen z' sec. δ'
1°	R / S	-66.4502	AH' en grados y dec.
0 ^h 0909	ENTER 4	0.0909	i (intervalo de tiem. entre -- las dos obs.)
2 ^h 090925	ENTER 4	2.0909	Ascención Recta de la Polar.
2 ^h 055234	R / S	0.5015	Primera aproximación del Azimuth de la Polar
	R / S	-66.3401	AH en grados y Dec.
	ENTER 4	-66.3401	
	R / S	0.5013	Azimuth de la Polar.

Título: CALCULO DE LA LATITUD POR LA FORMULA DE LITROW

1 1

pantalla	línea	clave	tecla	X	Y	Z	T		
00				ρ	β	t	z	Calcula zv y av	a/DEC
01	15	00	g→H	"	"	"	"		
02		61	x	$\rho\beta$	t	z			
03		61	x	r	z				m1-p/DEC
04		21	x→y	z	r				
05	15	00	g→H	"	"				
06		51	†	zv					m2
07		09	9	9	zv				
08		00	0	90	"				
09		21	x→y	zv	90				
10		41	-	av					
11	23	00	STO 0	"					
12	14	00	f→HMS	"					
13		74	R/S	δ	AH	a		Muestra a	
14	15	00	g→H	"	"	"		Se introducen	
15		09	9	9	δ	AH	a	AH y δ	
16		00	0	90	"	"	"		
17		21	x→y	δ	90	"	"		
18		41	-	p	AH	a			
19	23	01	STO 1	"	"	"			
20		21	x→y	AH	p	a			
21	15	00	g→H	"	"	"			m7
22		01	1	1	AH	p	a		
23	14	09	f→R	cos AH	sen AH	p	a		
24		21	x→y	sen AH	cos AH	"	"		
25	15	02	g x2	sen ² AH	"	"	"		
26		22	R†	cos AH	p	a	sen ² AH		
27		61	x	p·cosAH	a	sen ² AH			
28		21	x→y	a	p cosAH	"	"		
29	15	00	g→H	"	"	"	"		
30		21	x→y	p·cosAH	a	"	"		
31		41	-	a-pcosAH	sen ² AH				
32		21	x→y	sen ² AH	a-pcosAH				
33	24	01	RCL 1	p	sen ² AH	a-pcosAH			
34	15	02	g x2	p ²	"	"			
35		61	x	p ² sen ² AH	a-pcosAH				
36	24	00	RCL 0	a	p ² sen ² AH	a-pcosAH			
37	14	06	f tan	tan a	"	"			
38		61	x	M"	a-pcosAH				
39		02	2	2	M"	a-pcosAH			
40		71	÷	M'	a-pcosAH				
41	15	73	g π	π	M'	a-pcosAH			
42		01	1	1	π	M'	a-pcosAH		
43		08	8	18	"	"	"		
44		00	0	180	"	"	"		
45		71	÷	π/180	M'	a-pcosAH			
46		61	x	M	a-pcosAH				
47		51	†	φ					
48	14	00	f→HMS	"					
49	13	00	GTO 00	"					

z=dist. zenital
a=altura
zv=dist. zenital verdadera
av=altura verdadera
 δ =declinación
AH = angulo horario
p=co-declinación
HSL=hora sideral local
AR=ascención recta
φ=latitud

FORMULAS:

$$\varphi = a - p \cdot \cos AH + 1/2 \cdot p^2 \cdot \sin^2 AH \cdot \tan a \cdot \pi/180$$

AH = HSL - AR (si la HSL es menor que la AR sumar 24 hs. ó 360º a la HSL)

EJEMPLO 40

Con las observaciones hechas en Boye, Qro. el 13 de Marzo de 1975 se intenta calcular la latitud por la Fórmula de Litrow.

DATOS:

Lat. aprox. = 20°41'15"
 Longitud (λ) = 6^h38^m58^s.67
 Hora de obs. = 11^h02^m57^s.5 (hora sideral)
 Δt = -01^s.27 (hora sideral)
 HSL = 11^h02^m56^s.23 (hora sideral)

P = 592.5 mm/Hg.

Temp. = 11°C

β = 0.77755 *

t = 0.9965 *

* DEL ANUARIO

altura obser. = 20°07'43"

dist. z. obs. = $\frac{69^{\circ}52'17''}{90^{\circ}00'00''}$ $\rho = 02'38''.82$ *

ángulo hor. = 46°00'48".8

HSL = 11^h02^m56^s.23

- AR = $\frac{2^{\text{h}}06^{\text{m}}59^{\text{s}}.48}{*}$

Angulo Horario = 8^h55^m56^s.75 = 133°59'11".25
 $\delta = 89^{\circ}09'18''.73$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f fix 6	0.000000	Se escoge el No. de lugares- decimales
	f PRGM		
69.5217	ENTER↑	69.521700	dist. zenital (z)
0.9965	ENTER↑	0.996500	t (para 11°C)
0.77755	ENTER↑	0.777550	β (para 592.5 mm/Hg)
0.023822	R / S	20.054041	altura verdadera (av)
133.591125	ENTER↑	133.591125	Angulo Horario (AH)
89.091873	R / S	20.405678	ψ calculada

CALCULO DEL ANGULO HORARIO POR DISTANCIAS ZENITALES DE UN ASTRO

1 1

Linea	hora	min	seg	Operación	δ'	HO	HP"MO	Vh	Calculo de la declinación verdadera	z/DEC
00					δ'	HO	HP"MO	Vh	Calculo de la declinación verdadera	z/DEC
01	15	00		g→H	"	"	"	"		
02		22		R↓	HO	HP"MO	Vh	"		
03	15	00		g→H	"	"	"	"		
04		21		x→y	HP"MO	HO	"	"		m1 cos δ cos φ
05	15	00		g→H	"	"	"	"		
06		41		-	iT	Vh	δ'	"		m2 sen δ sen φ
07		21		x→y	Vh	iT	"	"		
08	15	00		g→H	"	"	"	"		
09		61		x	φ	δ'				
10		51		†	δv					
11		01		†	l					
12	14	09		f→R	cos δ	sen δ				
13		74		R/S	φ	cos δ	sen δ		Calculo del numerador y denominador de la fórmula	
14	15	00		g→H	"	"	"			
15		01		†	l	φ	cos δ	sen δ		
16	14	09		f→R	cos φ	sen φ	"	"		
17		21		x→y	sen φ	cos φ	"	"		
18		22		R↓	cos φ	cos φ	sen δ	sen φ		
19		61		x	cos φ cos δ	sen δ	sen φ			
20	23	01	STO 1		"	"	"			
21		22		R↓	sen φ	sen δ				0.00088 conste. paralaje
22		61		x	sen δ sen φ					
23	23	02	STO 2		"					
24		74		R/S	ρ	β	τ	z	Calculo de zv	
25	15	00		g→H	"	"	"	"		HO=hora media de observación
26		61		x	ρβ	τ	z			*HP"MO=hora de paso de la estrella por el meridiano origen.
27		61		x	r	z	r			
28		21		x→y	z	r	"			
29	15	00		g→H	"	"	"			
30		51		†	zv					
31	14	00	f→HMS		"					
32		74		R/S	"				Muestra zv, si se va a corregir por paralaje, transferir al paso 42	
33	15	00		g→H	"					*Vh=variación horaria
34	14	05	f cos	cos z						
35	24	02	RCL 2	sen δ sen φ cos z						
36		41		-	N					
37	24	01	RCL 1	D N						*δ'=declinación sin corregir (a la hora de paso)
38		71		÷	cos AH					
39	15	05	g cos ⁻¹	AH						
40	14	00	f→HMS	"						
41	13	00	GTO 00	"					Muestra AH	
42	15	00	g→H	zv					Calculo de la corrección por paralaje.	*ρ=factor atmosférico
43	23	00	STO 0	"						
44	14	04	f sen	sen z						*β=factor barométrico
45	24	07	RCL 7	8"8 sen z						
46		61		x	p					
47	24	00	RCL 0	zv p						
48		51		†	zv					*τ=factor termométrico.
49	13	31	GTO 31	"						

FORMULAS:

$$\cos AH = \frac{\cos z - \text{sen} \delta \text{sen} \varphi}{\cos \delta \cdot \cos \varphi}$$

$$cs = (HO - HP"MO) \cdot Vh$$

$$v = \sqrt{HP"MO + cs}$$

$$zv = z + r + p \quad r = \rho \beta \tau$$

p=8"8 sen zv (para el S)

Título **CÁLCULO DEL ANGULO HORARIO POR DISTANCIAS ZENITALES DE UN ASTRO**
 Programador **IGNACIO D. LOPEZ A.**

1 1

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA	OPERACIONES	RESULTADOS
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATO MEMORIA	0.00088	g→H STO 7	
3	METER DATOS			
	DECLINACION	Vh/GMS	ENTER↓	
		HP"MO/GMS	ENTER↓	
		HO/GMS	ENTER↓	
		δ°/GMS	R/S	cos δ
4	METER DATO LATITUD	φ/GMS	R/S	sen δ sen φ
5	METER DATOS DE FACTORES Y DISTANCIA ZENITAL	z°/GMS	ENTER↓	
		τ	ENTER↓	
		β	ENTER↓	
		ρ/GMS	R/S	zv/GMS
	(si se trata del Sol, se corrige por paralaje)		GTO 42 R/S	zv/GMS
6	CÁLCULO DEL AH (en tiempo)		R/S	AH/GMS (arco)
			g→H 15 ÷ f→HMS	AH/GMS (tpo.)
7	FIN			
3'	PARA UNA ESTRELLA DIFERENTE DEL SOL	Va/GMS	ENTER↓	
		0	ENTER↓	
		Pa/GMS	ENTER↓	
		δ°/GMS	R/S	cos δ
3"	PARA LA POLAR	0	ENTER↓	
		0	ENTER↓	
		0	ENTER↓	
		δ/GMS	R/S	cos δ
	Va=variación anual			
	Pa=interpolacion			

anual Pa=(dias transcurridos)/365.25

DATOS:

Lugar : Mina "El Alamo, Pachuca, Hgo.

Fecha : 27 de Octubre de 1976

Latitud (φ) = $20^{\circ}06'39''$ z observada = $71^{\circ}28'30''$ $\delta = -13^{\circ}00'13''38$ *P=729.5mm/Hg* $\beta = .9573$ Vh=-50"43 *t=16°C * $\tau = 0.9791$ HP*MO = $11^h43^m51^s.78$ *HO = $8^h00^m51^s.5$

* DEL ANUARIO

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
0.00088	g - H	2.44 -03	Constante para corr.paralaje
	STO 7	2.44 -03	se almacena en m ₇
0.005043	CHS	-0.005043	variación horaria (-) en este caso *
	ENTER↑	-0.01	
11.435178	ENTER↑	11.44	HP*MO (90° al W de G.)*
8.00515	ENTER↑	8.01	HO
13.001338	CHS	-13.001338	declinación a la hora de paso (δ') * (-) en este caso
	R / S	0.97	cos δ
20.0639	R / S	-0.08	sen δ sen φ
71.2830	ENTER↑	71.28	z observada
0.9791	ENTER↑	0.98	τ (para 16°C)*
0.95734	ENTER↑	0.96	β (para 729.5 mm/Hg)*
0.025205*	R / S	71.31	z corregida por refracción
	f fix 6	71.311127	(hasta centésimas de seg.)
	GTO 42	71.311127	se transfiere control para -
	R / S	71.311961	el calculo de corr.paralaje-
	R / S	64.295388	z corr. por ref. y paralaje
	g - H	64.498299	AH del Sol. (en u. de arco)
	÷	4.299887	AH en grados y decimales
	f - HMS	4.175959	AH en u. de tiempo
		167	AH en u. de tpo. y en G.MS

En el interesante campo de la Geodesia tenemos varios programas:

RADIOS DE CURVATURA

42 Primer Programa: Este programa calcula mediante una fórmula general y según los datos introducidos: la Normal Mayor (N), la Normal Menor (n), el Radio de Curvatura del Meridiano (Rm), el Radio del Paralelo (p), el Radio Medio de la Esfera Tangente al Elipsoide. Esta última se obtiene después de haber calculado N (Azimut = 90°) y Rm (Azimut = 0°) mediante dos iteraciones y con la secuencia manual descrita en la hoja de programa, sobre la fórmula general:

$$R = \frac{a(1-e^2)}{r(1-e^2+e^2\cos^2\varphi \cdot \cos^2\alpha)}$$

Tenemos tres cuadros de referencia interesantes: el primero presenta los diferentes valores que toma la fórmula general mencionada en el párrafo anterior, el segundo las diferentes notaciones que reciben los parámetros del elipsoide por varios autores, y el tercero los valores de semiejes mayor y menor asignados por varios autores.

Además incluyo un Mapamundi dividido en las zonas en donde se utilizan los diferentes parámetros del elipsoide mencionados anteriormente.

LATITUD GEOGRAFICA A LATITUD GEOCENTRICA Y VICEVERSA

43 Segundo Programa: Aunque corto, el presente programa es de gran utilidad sobre todo porque nos facilita la rectificación de los resultados.

1 Variaremos primero, en la fórmula general, el Azimut:		
Az = 0°	Az = 45°	Az = 90°
$R_{\alpha} = \frac{a(1-e^2)}{r^3} = R_m$	$R_{\alpha} = \frac{a(1-e^2)}{r(1-e^2+1/2e^2\cos^2\varphi)}$	$R_{\alpha} = \frac{a}{r} = N$
Variaremos, ahora el Azimut y la Latitud:		

	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 45^\circ$	$\varphi = 90^\circ$
Az = 0°	$R_m = a(1-e^2)$	$R_m = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2/2)^{3/2}}$	$R_m = \frac{a}{(1-e^2)^{1/2}}$
Az = 45°	$R_\alpha = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2/2)}$	$R_\alpha = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2/2)^{1/2}(1-3e^2/4)}$	$R_\alpha = \frac{a}{(1-e^2)^{1/2}}$
Az = 90°	$N = a$	$N = \frac{a}{(1-e^2/2)^{1/2}}$	$N = \frac{a}{(1-e^2)^{1/2}}$
	$n = a(1-e^2)$	$n = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2/2)^{1/2}}$	$n = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2)^{1/2}}$
	$\rho = a(1-e^2)^{1/2}$	$\rho = \frac{a(1-e^2)^{1/2}}{(1-e^2/2)}$	$\rho = \frac{a}{(1-e^2)^{1/2}}$

Es interesante notar aquí algunas semejanzas:

En el Ecuador el $R_m=n$, $N=a$, en el Polo $R_m=N$, $R_\alpha = \rho$

2

Nota: $r = (1-e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}$

TABLA DE LA NOMENCLATURA QUE UTILIZAN LOS DIFERENTES AUTORES SOBRE LOS PARAMETROS -- GEODESICOS

AUTOR	NORMAL MAYOR	NORMAL MENOR	RADIO DEL MERIDIANO	RADIO DEL PARALELO	RADIO DE SECCION DE Az =	RADIO DE LA ESFERA TANGENTE.
Días Covarrubias	N	n	ρ	p	R_μ	
Toscano			R		P	R_m
Medina Peralta	N	n	ρ_m			
Hosmer	N		R_m	R_p	R_α	ρ
Gandarias			ρ	s		
Bomford	ν		ρ			
Ewing and Mithcel	N		R	R_p	R_α	r

3

TABLA DE LOS DIFERENTES VALORES DE LOS PARAMETROS a Y b DEL ELIPSOIDE

ELIPSOIDE		a (metros)	b (metros)
Smithsonian	1966	6 378 165	6 356 761.8
Everest	1830	6 377 276	6 356 075.0
Bessel	1841	6 377 397	6 356 079.0
Clarke	1866	6 378 206.4	6 356 583.8
Clarke	1880	6 378 249	6 356 517.3
Hayford	1910	6 378 388	6 356 911.9
Krasovski	1938	6 378 245	6 356 686.3
Hough	1956	6 378 270	6 356 794.3
Fischer	1960	6 378 166	6 356 784.2
Kaula	1961	6 378 165	6 356 783.2

CONSTANTES PARA EL CALCULO DE COORDENADAS GEODESICAS

44 De gran ayuda es este programa que calcula las constantes A, B, C, D y E previas al cálculo de coordenadas geodésicas. El cálculo de A, B y C lo efectúa la máquina introduciendo el valor de la latitud, mientras que las constantes D y E se calculan manualmente siguiendo la secuencia descrita en la hoja de programa. Las fórmulas están consignadas en la hoja de programa.

AZIMUT INVERSO

45 Primer Programa: Este programa utiliza la fórmula $Az' = 180^\circ + (Az - D)$, donde $D = (DIST \cdot \sin \varphi_m \cdot \sin Az) / (\cos \varphi' \cdot N \cdot \sin I)$. Esta fórmula es de poca precisión por lo que se recomienda utilizarla sólo para Azimutes Topográficos. Los datos necesarios son: Las latitudes de los vértices extremos de la línea, la distancia que los separa y el Azimut directo.

46 Segundo Programa: Este programa utiliza la fórmula más precisa, -- apropiada para el cálculo de Azimutes Geodésicos Inversos. Los datos necesarios son los mismos que en el anterior sólo que en este caso la fórmula depende de la-

diferencia de longitudes obtenida por algún método geodésico y no de la distancia entre ambos puntos, de ahí su precisión. La fórmula se encuentra en la hoja de programa.

DIFERENCIA DE LONGITUD

47 Este Programa calcula la diferencia de longitud entre dos puntos -- cuando se conocen la longitud del punto de partida, la latitud del punto extremo y la distancia y Azimut al punto extremo.

La fórmula que se utiliza es la misma que en el primer programa -- del cálculo del Azimut inverso (Topográfico).

$$D = \frac{A \cdot \text{DIST.} \cdot \text{sen } Az}{\cos \varphi'} \quad \text{donde} \quad A = \frac{1}{N \cdot \text{sen } l''}$$

Se recomienda utilizar este programa para distancias no mayores de 10 Km.

DIFERENCIA DE LATITUD

48 La diferencia de latitud se calcula con una fórmula que depende de la distancia, y es lo suficientemente precisa para aplicarla a la mayoría de los casos, los datos necesarios son: La latitud del origen, la distancia de la línea geodésica en metros y el Azimut al punto extremo. La fórmula no contempla los 2-últimos terminos por ser muy pequeños.

ARCO DE MERIDIANO

49 Primer Programa: Para este caso los cálculos de arcos de meridiano no deben exceder de 1° , pues la fórmula empleada, $S = (A(1-e^2) \cdot d\varphi \cdot \pi/180^\circ) / r^3$, no es muy precisa. Los datos necesarios son: las latitudes sobre el meridiano de los puntos entre los que se quiere conocer el arco. ($A = 1/N \cdot \text{sen } l''$)

50 Segundo Programa: Este programa utiliza una fórmula más precisa -- que nos permite calcular arcos de meridiano mayores de 1° . Se recomienda utilizar el programa que calcula los parámetros auxiliares A, B, C y D, que aunque -- son constantes solo necesitan verificación.

51 Tercer Programa: Utiliza los p ametros anteriores para resolver la fórmula mencionada anteriormente que calcula arcos de meridiano para cualquier diferencia de latitud. Los datos necesarios son las latitudes de los dos puntos sobre los que se quiere conocer el arco de meridiano.

LATITUD DE UN PUNTO INTERMEDIO SOBRE UN ARCO DE CIRCULO MAXIMO

52 Este último programa geodésico nos permite calcular la latitud de un -- punto intermedio sobre un arco de círculo máximo. Los datos necesarios son las --- coordenadas geográficas de los puntos extremos del arco de círculo máximo y la longitud del punto intermedio. La fórmula se encuentra al calce de la hoja de programa.

OBSERVACIONES

En todos los programas anteriores se utiliza siempre las coordenadas en unidades de arco y no de tiempo, por lo que podemos utilizar la secuencia siguiente para convertirlos a unidades de arco:

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
λ /H.MS	g \rightarrow H	λ /DEC.	se convierte a dec.
15	x	λ /DEC.	
	f \rightarrow H.MS	λ /G.MS	Long. en unidades de arco.

Título: CALCULO DE LAS NORMALES MAYOR Y MENOR, RADIO DE UNA SECCION DE Az= α , RADIO DEL MERIDIANO, RADIO DEL PARALELO. 1 1

pantalla	línea	clave	Y	X				
00			ψ	α				Cálculo de r
01	15	00	g→H	"				a
02	23	02STO	2	"				
03	14	04f	sen ψ	"				e^2
04	15	02	g x ²	sen ² ψ	"			m1
05	24	01RCL	1	e ²	sen ² ψ	α		
06		61	x	e ² sen ² ψ	α			m2
07		32	CHS	-e ² sen ² ψ	"			ψ /DEC
08		01	1	1	e ² sen ² ψ	α		
09		51	+	r ²	α			cos ψ
10	14	02	f \sqrt{x}	r	α			
11		21	x→y	α	r			Cálculo de R
12	15	00	g→H	"	"			(1-e ²)
13	14	05f	cos α	cos α	"			
14	15	02	g x ²	cos ² α	"			
15	24	02RCL	2	ψ	cos ² α	r		N
16	14	05f	cos ψ	cos ψ	"	"		
17	23	03STO	3	"	"	"		
18	15	02	g x ²	cos ² ψ	"	"		
19		61	x	(cos ² ψ cos ² α)r				
20	24	01RCL	1	e ²	(cos ² ψ cos ² α)	r		
21		61	x	C	r			
22		01	1	1	C	r		
23	24	01RCL	1	e ²	1	C	r	
24		41	-	(1-e ²)	C	r	r	
25	23	04STO	4	"	"	"	"	
26		51	+	B	r	r		a=6 378 206.4
27		61	x	A	r	r		e = 0.0067686538
28	24	00RCL	0	a	A	r		(CLARKE 1866)
29	24	04RCL	4	(1-e ²)	a	A	r	
30		61	x	a(1-e ²)	A	r		R α =radio de cur
31		21	x→y	A	a(1-e ²)	r		tura de Az= α
32		71	÷	R	r			Rm=radio del me
33		74	R/S	"	"			diano
34	23	05STO	5	N	r			N=normal mayor
35	24	04RCL	4	(1-e ²)	N	r		n=normal menor
36		61	x	n	r			ρ =radio medio
37		74	R/S	"	"			χ =radio del
38	24	03RCL	3	cos ψ	n	r		paralelo
39	24	05RCL	5	N	cos ψ	n	r	ψ =latitud
40		61	x	χ	n	r		Az= α =azimuth
41		74	R/S	"	"	"		
42		61	x	n	r			Muestra χ
43	24	03RCL	3	cos ψ	n	r		Cálculo de ρ
44		71	÷	N ² (1-e ²)	r			
45		21	x→y	r	N ² (1-e ²)			
46	15	02	g x ²	r ²	"			
47		71	÷	N=Rm				
48	14	02	f \sqrt{x}	ρ				
49	13	00GTO	00	"				Muestra ρ

FORMULAS: $R = \frac{a(1-e^2)}{r(1-e^2 + e^2 \cos^2 \psi \cos^2 \alpha)} = \frac{a(1-e^2)}{A}$

$B = (1-e^2 + e^2 \cos^2 \psi \cos^2 \alpha)$
 $C = e^2 \cos^2 \psi \cos^2 \alpha$

$R_m = \frac{a(1-e^2)}{r}$
 $N = \frac{a}{r}$
 $r = (1-e^2 \sin^2 \psi)^{1/2}$
 $n = N(1-e^2)$
 $\chi = N \cos \psi$
 $\rho = \sqrt{NR_m}$

CALCULO DE LAS NORMALES MAYOR Y MENOR, RADIO DE UNA SECCION DE $Az=\alpha$, ETC.

1 1

IGNACIO D. LOPEZ A.

PASO	INSTRUCCIONES				
1	TECLEAR PROGRMA		f PRGM		
2	METER DATOS A				
	MEMO RIAS	a/m	STO 0		
		e ²	STO 1		
3	PARA CALCULO DE R				
	RADIO DE SECCION α	α /G.MS	ENTER↑		
		ψ /G.MS	R/S		R α /m
4	PARA CALCULO DE		f PRGM		
	R _m	02/G.MS	ENTER↑		
		ψ /G.MS	R/S		R _m /m
5	PARA CALCULO DE N	90/G.MS	ENTER↑	f PRGM	
		ψ /G.MS	R/S		N/m
5'	PARA CALCULO DE n		R/S		n/m
6	PARA CALCULO DE χ		R/S		χ /m
7	PARA CALCULO DE ρ		R/S		ρ /m
8	PARA NUEVO CALCULO DE R VER PASO 3				
9	PARA NUEVO CALCULO DE R _m VER PASO 4				
10	PARA NUEVO CALCULO DE N, VER PASO 5				
11	PARA NUEVO CALCULO DE n, VER PASO 5,6	r	ENTER↑		
		N/m	GTO34	R/S	n/m
12	PARA NUEVO CALCULO DE χ ,		R/S		χ /m
13	PARA NUEVO CALCULO DE ρ		R/S		ρ /m
14	PARA DIFERENTE ELIPSOIDE, VER PASO 2				
15	FIN				

EJEMPLO 42

Se desean calcular las Normales Mayor y Menor, el Radio de Curvatura de una sección de $Az=45^\circ$, el Radio del Paralelo y el Radio Medio a una latitud de $19^\circ-19'50''$, en la Cd. Universitaria.

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
** 90°	ENTER↑	90.00	Azimut para cálculo de N.
19°1950	R/S	6380572.95	N
	R/S	6337385.06	n
	R/S	6020865.31	χ
	R/S	6361301.73	ρ

PARA LA CONVERSION DE UNA LINEA GEODESICA DE METROS A SEGUNDOS DE ARCO

6361301.73	ENTER↑	6361301.73	(ρ) radio medio
0.0001	g → H	2.78 -04	1" en decimales
	f sen	4.85 -06	sen 1"
	x	30.84	1" en metros
	g 1/x	0.03	1/(ρ sen 1")
5241.25	x	169.95	Línea en segundos de arco.

PARA EL CALCULO DEL RADIO DEL MERIDIANO

0°	ENTER↑	0.00	Azimut para Rm
19°1950	R/S	6342088.73	Rm

PARA CALCULO DE UNA SECCION DE AZIMUT CUALQUIERA

45°	ENTER↑	45.00	Azimut cualquiera
19°1950	R/S	6361272.63	R_α

** se introduce primero los valores de $a= 6\ 378\ 206.4$ STO 0
 $e^2= 0.006768658$ STO 1

Título: CALCCULO DE LA LATITUD GEOCENTRICA A PARTIR DE LA GEOGRAFICA

1 1

Operación	Operador	Operando	Resultado	Operación	Operador	Operando	Resultado
00							
01	15	00	g→H				
02	14	06f	tan				
03	24	00RCL	0				
04		61	x				
05	15	06g	tan ⁻¹				
06	14	00f→H	.MS				
07	13	00GTO	00				
08	15	00	g→H				
09	14	06f	tan				
10	24	00RCL	0				
11		71	÷				
12	15	06g	tan ⁻¹				
13	14	00f→H	.MS				
14	13	00GTO	00				
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							

Calcula tanφ

(1-e²)

Muestra ψ

Calcula tanψ

Muestra φ

(1-e²) =
0.993231342
(CLARKE 1866)

ψ = latitud geográfica
φ = latitud geocéntrica

FORMULAS:
ψ = ang tan((1-e²) tanφ)
φ = ang tan(tanψ / (1-e²))

EJEMPLO 43

Se quiere conocer la latitud geocéntrica del edificio de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., cuya latitud geográfica es 19°19'50" Norte.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
19°1950	R/S	19.1234	Latitud geocéntrica
	GTO 08		
19°1234	R/S	19.1950	Latitud geográfica.

TRABAJO CALCULO DE LAS CONSTANTES A, B, C, D, y E

Linea	Programa	Operacion	Variable	Operacion	Variable	Operacion	Variable	Operacion	Variable
00								Calcula r	1/sen1"
01	15	00	g→H	"					
02	23	03	STO 3	"				Calcula sen ² φ	
03	14	04	f sen	sen φ					a
04	15	02	g x ²	sen ² φ					
05	24	01	RCL 1	a	sen ² φ			Calcula e ²	
06	15	02	g x ²	a ²	sen ² φ				b
07	24	02	RCL 2	b	a ²	sen ² φ			
08	15	02	g x ²	b ²	a ²	sen ² φ			
09		41	-	a ² -b ²	sen ² φ				φ/DEC
10	14	02	f √x	/a ² -b ²	sen ² φ				
11	24	01	RCL 1	a	/a ² -b ²	sen ² φ			
12		71	÷	e ²	sen ² φ				e ²
13	15	02	g x ²	e ²	"				
14	23	04	STO 4	"	"				
15		61	x	e ² sen ² φ					r
16		01	1	1	e ² sen ² φ				
17		21	x→y	e ² sen ² φ	1				
18		41	-	1-e ² sen ² φ					(1-e ² sen ² φ)
19	23	06	STO 6	"					
20	14	02	f √x	r				Obtiene r y lo	
21	23	05	STO 5	"				almacena	1/Rm ó tan φ
22	24	01	RCL 1	a	r			Calcula A	
23		71	÷	1/N					
24	24	00	RCL 0	1/sen1"	1/N				
25		61	x	A					1/sen1"=206264.6
26		74	R/S	"				Muestra A	a=6378206.4
27	24	05	RCL 5	r	A			Calcula B	b=6356583.8
28		03	3	3	r	A			(CLAKE 1866)
29	14	03	f yx	r ³	A				
30		01	1	1	r ³	A			
31	24	04	RCL 4	e ²	1	r ³	A		
32		41	-	(1-e ²)	r ³	A			
33	24	01	RCL 1	a	(1-e ²)	r ³	A		
34		61	x	a(1-e ²)	r ³	A			
35		71	÷	1/Rm	A				
36	23	07	STO 7	"					
37	24	00	RCL 0	1/sen1"	1/Rm	A			
38		61	x	B	A				
39		74	R/S	"	"			Muestra B	
40		21	x→y	A	B			Calcula C	
41	24	07	RCL 7	1/Rm	A	B			
42		61	x	A/Rm	B				
43	24	03	RCL 3	φ	A/Rm	B			
44	14	05	f tan	tan φ	"	"			
45	23	07	STO 7	"	"	"			
46		61	x	2C	B				
47		02	2	2	2C	B			
48		71	÷	C	B				
49	13	00	GTO 00	"	"			Muestra C	

FORMULAS: A=1/N sen1" B=1/Rm sen1" C=tanφ/2NRm sen1"
 D=(3e²senφcos φ sen1")/(2(1-e²sen²φ))
 E=(1+3tan²φ)/6N²

Título **CALCULO DE LAS CONSTANTES GEODESICAS A,B,C,D y E**

1 1

Programador **IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA**

PASO	INSTRUCCIONES	ENTRADA	OPERACIONES	RESULTADO	ALMACENAMIENTO	REVISOR
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM			
2	ALMACENAR CONSTAN-					
	TES	1/sen1"	STO 0			
		a/m	STO 1			
		b/m	STO 2			
	1/sen1"=206264.806					
	a=6 378 206.4					
	b=6 356 583.8					
	(CLARKE 1866)					
3	METER DATO LATITUD φ /G.MS		R/S			A
			R/S			B
			R/S			C
4	PARA CALCULAR D		RCL 4	RCL 3	f sen	RCL 3
			f cos	x	x	RCL 0
			\div	3	x	RCL 6
			2	x	\div	D
5	PARA CALCULAR E		RCL 7	g x ²	3	x
			1	+	RCL 1	RCL 5
			\div	g x ²	6	x
			\div			E
6	PARA NUEVO CASO					
	VER PASO 3					
7	PARA DEFERENTE					
	ELIPSOIDE VER					
	PASO 2					
8	FIN					

EJEMPLO 44

Se desea conocer las constantes geodésicas A, B, C, D, y E para la latitud de la cúpula de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. cuya latitud es 19°19'50"

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
**	f fix 9		Se establece el número de lugares decimales.
19°1950	R/S	0.032327004	A
	R/S	0.032523166	B
	R/S	0.000000001	C
		0.000000015	Se sigue la secuencia - descrita en el programa para calcular D D
		5.6051395 -15	Se sigue la secuencia - descrita en el programa para calcular E E (es 10^{-15})

** se introducen primero los valores de $1/\text{sen } 1'' = 206264.8$ STO 0
 $a = 6\ 378\ 206.4$ m STO 1
 $b = 6\ 356\ 583.8$ m STO 2

Título: CALCULO DEL AZIMUT INVERSO (TOPOGRAFICO)

Plantilla	línea clave	Descripción	X	Y	Z	Dist	Az	Calcula
00			ψ'	ψ	DIST	Az		Calcula
01	15 00	g→H	"	"	"	"	"	DIST. $\text{sen } \psi_m$
02	23 02	STO 2	"	"	"	"	"	
03	21	x→y	ψ'	ψ'	"	"	"	
04	15 00	g→H	"	"	"	"	"	
05	23 03	STO 3	"	"	"	"	"	
06	51	†	$\psi' + \psi$	DIST	Az			
07	02	2	$\psi' + \psi$	$\psi' + \psi$	DIST	Az		
08	71	‡	ψ_m	DIST	Az			
09	14 04f	sen	$\text{sen } \psi_m$	"	"			
10	61	x	$D \cdot \text{sen } \psi_m$	Az				
11	21	x→y	Az	$D \cdot \text{sen } \psi_m$				Procesa Az
12	15 00	g→H	"	"				Az/DEC
13	23 04	STO 4	"	"				
14	14 04f	sen	$\text{sen } Az$	"				Calcula M
15	61	x	M					
16	24 02	RCL 2	ψ'	M				
17	14 05f	cos	$\text{cos } \psi'$	"				
18	71	÷	$M / \text{cos } \psi'$					
19	01	1	1	$M / \text{cos } \psi'$				Calcula r
20	24 03	RCL 3	ψ	1	$M / \text{cos } \psi$			
21	14 04f	sen	$\text{sen } \psi$	"	"			
22	15 02	g x ²	$\text{sen}^2 \psi$	"	"			
23	24 01	RCL 1	e^2	$\text{sen}^2 \psi$	1	$M / \text{cos } \psi$		
24	61	x	$e^2 \text{sen}^2$	1	$M / \text{cos } \psi$			
25	41	-	r^2	$M / \text{cos } \psi'$				
26	14 02	f \sqrt{x}	r	"				
27	24 00	RCL 0	a	r	$M / \text{cos } \psi'$			
28	71	÷	r/a	$M / \text{cos } \psi'$				
29	01	1	1	r/a	$M / \text{cos } \psi'$			
30	14 04f	sen	$\text{sen } l_0$	"	"			Calcula D
31	15 22	g 1/x	$1 / \text{sen } l_0$	"	"			D=corrección del Azimut inverso
32	61	x	$1 / \text{Nsen } l_0$	$M / \text{cos } \psi'$				
33	61	x	D					
34	24 04	RCL 4	Az	D				
35	21	x→y	D	Az				Calcula Az'
36	41	-	(Az-D)					
37	01	1	1	(Az-D)				
38	08	8	18	"				
39	00	0	180	"				
40	14 41f	x→y	"	"				
41	13 45	GTO 45	"	"				¿ es Az' mayor que 360° ?
42	51	†	Az'					
43	14 00	f→HMS	"	"				
44	13 00	GTO 00	"					Muestra Az'
45	41	-	Az'					
46	13 43	GTO 43	"					Muestra Az'
47								
48								
49								

a

e^2

ψ' / DEC

ψ / DEC

Az/DEC

Calcula M

Calcula r

$a = 6378206.4$
 $e^2 = 0.0067686538$
 (CLARKE 18

$m = (\psi + \psi') / 2$
 D=corrección del Azimut inverso

FORMULAS: $Az' = 180^\circ + (Az - D)$ $D = (DIST \cdot \text{sen } \psi_m \cdot \text{sen } Az) / \text{cos } \psi' \cdot r/a \cdot 1 / \text{sen } l_0$
 $= (M / \text{cos } \psi' \cdot 1 / \text{sen } l_0) / \text{cos } \psi' \cdot N \cdot \text{sen } l_0$
 $r = (1 - e^2 \text{sen}^2 \psi_m)^{1/2}$

EJEMPLO 45

Se requiere conocer el Azimut inverso (Az') del lado de triangulación- que va de Zinaparo a Tule en el Estado de Michoacán.

DATOS:

$Az = 339^{\circ}53'30".37$ (Zinaparo-Tule)

$\psi' = 20^{\circ}07'55".898$ (Zinaparo)

$\psi = 19^{\circ}54'31".617$ (Tule)

DISTANCIA = 32 136.80 m

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
**	f fix 6	0.000000	Se escoge el número de- lugares decimales
339°533037	ENTER↑	339.533037	Az (directo)
32136.80	ENTER↑	32136.800000	Distancia entre los dos puntos.
20°0755898	ENTER↑	20.075590	Latitud inicial (Zinápa- ro)
19°5431617	R/S	159.554042	Az' (Tule-Zináparo)

** se introducen primero los valores de $a = 6\ 378\ 206.4$ STO 0

$e^2 = 0.006768658$ STO 1

CALCULO DEL AZIMUT INVERSO (GEODESICO)

1 1

15	00	g→H	ψ'	ψ	$\Delta\lambda''$	Calcula el 1er término de corrección	ψ' / DEC
23	00	STO 0	"	"	"		
	21	x→y	ψ	ψ'	"		ψ / DEC
15	00	g→H	"	"	"		
23	01	STO 1	"	"	"		
	51	†	$\psi' + \psi$	$\Delta\lambda''$			$\Delta\lambda'' / \text{SEG}$
	02	2	2	$\psi' + \psi$	$\Delta\lambda''$		
	71	⋮	ψ_m	$\Delta\lambda''$			
23	03	STO 3	"	"			ψ_m / DEC
14	04	f sen	sen ψ_m	"			
23	04	STO 4	"	"			
	21	x→y	$\Delta\lambda''$	sen ψ_m			sen ψ_m
23	02	STO 2	"	"			
	61	x	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$				
24	01	RCL 1	ψ	sen ψ_m			
24	00	RCL 0	ψ	ψ	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$		
	41	-	$\psi - \psi'$	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$			
	02	2	2	$\psi - \psi'$	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$		
	71	⋮	$d\psi/2$	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$			
14	05	f cos	cos $d\psi/2$	$\Delta\lambda'' \text{ sen } \psi_m$			
	71	⋮	A				3600
24	02	RCL 2	$\Delta\lambda''$	A		Calcula el 2º término de corrección	
	03	3	3	$\Delta\lambda''$	A		
14	03	f yx	$(\Delta\lambda'')^3$	A			
24	04	RCL 4	sen ψ_m	$(\Delta\lambda'')^3$	A		$\psi = \text{latitud origen}$
	61	x	$\Delta\lambda''^3 \text{ sen } \psi_m$	A			$\psi' = \text{latitud punto siguiente}$
	01	1	1	$\Delta\lambda''^3 \text{ sen } \psi_m$	A		
	02	2	12	"	"		
	71	⋮	B''	A			$\Delta\lambda' = \text{diferencia de longitudes en segundos } (\lambda' - \lambda)$
24	03	RCL 3	ψ_m	B''	A		
14	05	f cos	cos ψ_m	"	"		
15	02	g x ²	cos ² ψ_m	"	"		
	61	x	B'	A			$\psi_m = (\psi + \psi') / 2$
	01	1	1	B'	A		
24	07	RCL 7	3600	1	B'	A	$d\psi = (\psi - \psi')$
	71	⋮	1''/DEC	B'	A		
14	04	f sen	sen 1''	"	"		
15	02	g x ²	sen ² 1''	"	"		
	61	x	B	A			
	41	-	corr/seg				
24	07	RCL 7	3600	corr/seg			
	71	⋮	corr/dec				
	74	R/S	Az	180º	corr/dec	Muestra 2º término de la corrección	
15	00	g→H	"	"	"		
	51	†	Az'	corr/dec			
	21	x→y	corr/dec	Az'		Calcula Az inv.	
	41	-	Az inv				
14	00	f→HMS	"				
13	00	GTO 00	"			Muestra Az inv.	

FORMULAS:
$$\text{Az inv.} = 180^\circ + \text{Az} - \left(\frac{A}{\cos d\psi/2} - \frac{B}{\cos^2 \psi_m \text{ sen}^2 1''} \right)$$

EJEMPLO 46

Se quiere conocer el Azimut inverso del lado de triangulación que va de Zináparo a Tule en el Estado de Michoacán, con precisión geodésica.

DATOS:

$$Az = 339^{\circ}53'30".37$$

$$\psi' = 20^{\circ}07'55".898$$

$$\psi' = 19^{\circ}54'31".617$$

$$\Delta\lambda'' = -379".739$$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
* -379.739	ENTER↑	-379.739	Diferencia de longitud en segundos.
20°0755898	ENTER↑	20.08	Latitud inicial
19°5431617	R/S	-0.04	corrección del Az
180°	ENTER↓	180.00	Para convertir el Azimut a inverso.
339°533037	R/S	519.55	Azimut inverso excedido en 360° .
360°	-	159.55	Se restan 360°
	f fix 7	159.5540376	Azimut inverso en grados, minutos y segundos hasta la milésima de --segundo.

* se introduce primero 3600 STO 7

Titulo CALCULO DE LA DIFERENCIA DE LONGITUD (conocidos: longitud de origen, latitud del extremo, distancia y azimut al extremo)

01	15 00	g→H	ψ'	DIST.	Az	Calcular r	a
02	2302	<STO 2	"	"	"		
03	14 04	f sen	sen ψ'	"	"		m1 e
04	15 02	g x ²	sen ψ'	"	"		
05	24 01	RCL 1	e	sen ψ'	DIST	Az	
06	61	x	d sen ψ'	DIST	Az		m2 ψ/DEC
07	32	CHS	-e	sen ψ'	"	"	
08	01	1	1	-e ² sen ψ'	DIST	Az	
09	51	+	1-e ² sen ψ'	DIST	Az		
10	14 02	f √x ¹	r	DIST	Az		
11	24 00	RCL 0	a	r	DIST	Az	Calcula sen l''
12	71	÷	1/N	DIST	Az		
13	73	.	.	1/N	DIST	Az	
14	00	0	.0	"	"	"	
15	00	0	.00	"	"	"	
16	00	0	.000	"	"	"	
17	01	1	.0001	"	"	"	
18	15 00	g→H	.0003	"	"	"	
19	14 04	f sen	sen l''	"	"	"	
20	71	÷	A	DIST	Az	Calcula AD sen Az	
21	61	x	A	DIST	Az	cos ψ'	
22	21	x→y	Az	A · DIST			
23	15 00	g→H	Az	A · DIST			
24	14 04	f sen	sen Az	"			
25	61	x	AD · sen Az				Clarke 1866
26	24 02	RCL 2	ψ'	AD · sen Az			a = 6378206.4
27	14 05	f cos	cos ψ'	AD · sen Az			e = 0.006768658
28	71	÷	p				L' = Longitud del extremo
29	03	3	3	p			L = Longitud or.
30	06	6	36	"			
31	00	0	360	"			
32	00	0	3600	"			
33	71	÷	p/DEC.				
34	74	R/S	L	p		Se introduce longitud original	A = Constante Geodésica
35	15 00	g→H	"	"			D = Distancia
36	51	+	L'				ψ' = Latitud del extremo
37	14 00	f H.MS	L'				
38	13 00	GT000	"			Muestra longitud buscada	
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							

FORMULAS $L' = L + \frac{AD \text{ sen } Az}{\text{cos } \psi'}$ $A = \frac{1}{N \text{ sen } \psi'}$ $p = \frac{AD \text{ sen } Az}{\text{cos } \psi'}$
 $L' = L + p$

EJEMPLO 47

Se quiere conocer la longitud de Tule, extremo del lado de triangulación que va de Zináparo al lugar citado, en el Estado de Michoacán.

DATOS:

Az = 339°53'30"37

ψ' = 19°54'31"617 (Tule)

DIST= 32 136.80m

λ = 102°00'51"358 (Zináparo)

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.40	Se introducen los valores de a y e ² a las memorias 0 y 1.
0.0067686538	STO 1	0.01	
339°533037	ENTER↑	339.53	Az al extremo (Zináparo a Tule)
32136.8	ENTER↑	32136.80	Distancia entre puntos
19°5431617	R/S	-0.11	Valor de p en decimales
102°0051358	R/S	101.54	Longitud del extremo -- (Tule) en grados y minutos.
	f fix 7	101°54'31"50	λ de Tule en grados, minutos y segundos.

HOJA DE FORMULAS

TÍTULO CALCULO DE LAS DIFERENCIAS DE LATITUDES/ conocidos una Latitud, la Distancia, y el Azimut . 1 1

		X	Y	Z		
		y	DIST	Az	Calcula r	a
15	00 g → H	"	"	"		
23	04STO 4	"	"	"		
14	04f sen	$\text{sen}^2 \psi$	"	"		e^2
15	02 g x ²	$\text{sen}^2 \psi$	"	"		
24	01RCL 1	e^2	$\text{sen}^2 \psi$	DIST	Az	
61	x	$e^2 \text{sen} \psi$	DIST	Az		$(1-e^2)$
	32 CHS	$-e^2 \text{sen} \psi$	"	"		
	01 1	1	$-e^2 \text{sen} \psi$	DIST	Az	
	51 +	r^2	DIST	Az		
14	02 f \sqrt{x}	r	"	"		
23	05STO 5	"	"	"	Calcula Rm	
	03 3	3	r	DIST	Az	$\psi/\text{DEC.}$
14	03 f y ^x	r^3	DIST	Az		
24	00RCL 0	a	r^3	DIST	Az	
	71 ÷	r^3/a	DIST	Az		r
24	02RCL 2	$(1-e^2)$	r^3/a	DIST	Az	
	71 ÷	1/Rm	DIST	Az	Calcula M	
	21 x ↔ y	DIST	1/Rm	"		DIST
24	06STO 6	"	"	"		
	61 x	DIST/Rm	Az			
	01 1	1	DIST/Rm	Az		
15	33g RAD	"	"	"		
14	04f sen	$\text{sen} \text{ lr.}$	"	"		
15	34g DEG	"	"	"		
15	04g sen ¹ lr. gr.	lr. gr.	"	"		
	61 x	M	Az			
	21 x ↔ y	Az	M		Calcula cosAz	
15	00 g → H	"	"	"		
14	05f cos	cos Az	"	"		
14	73f ls.x	Az	cos Az	M		
14	04f sen	sen Az	cos Az	"	Calcula N	
15	02 g x ²	$\text{sen}^2 \text{Az}$	"	"		
24	06RCL 6	DIST	$\text{sen}^2 \text{Az}$	cos Az	M	
	61 x	N'	cos Az	M		
24	04RCL 4	ψ	N'	cos Az	M	
14	06f tan	$\text{tan} \psi$	"	"	"	
	61 x	$\text{tan} \psi$	N'	cos Az	M	
24	05RCL 5	r'	$\text{tan} \psi$	N'	cos Az	M
	61 x	$r \text{tan} \psi$	N'	cos Az	M	
24	00RCL 0	a	$r \text{tan} \psi$	N'	cos Az	M
	71 ÷	2N	cos Az	M		
	02 2	2	2N	cos Az	M	
	71 ÷	N	cos Az	M		
	51 +	$N + \text{cos Az}$	M			
	61 x	$d\psi$			Calcula dψ	
24	04RCL 4	$d\psi$	$d\psi$	ψ	Calcula LATITUD	
	21 x ↔ y	$d\psi$	ψ			
	41 -					
14	00f HMS				Muestra LATITUD	

a = 6 378 206,4
e² = 0.006768658

FORMULAS

$$\psi = \psi - \left(\frac{m}{\text{DIST} \cdot B \cdot \text{cos Az}} + \frac{n}{(\text{DIST})^2 \cdot C \cdot \text{sen}^2 \text{Az}} \right)$$

$$= \psi - \text{DIST} \cdot \text{lr. gr.} / \text{Rm} (\text{cos Az} + \text{tan} \psi / 2N \cdot \text{DIST} \cdot \text{sen}^2 \text{Az})$$

EJEMPLO 48

Se quiere conocer la latitud de un punto que se encuentra a 32 136.80m. - de otro, cuya latitud es $20^{\circ}07'55''898$, en una dirección de $339^{\circ}53'30''37$. Los datos - estan tomados de un lado de triangulación que va de Zináparo a Tule en el Estado de - Michoacán.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.40	a (Semieje Mayor)
0.0067686538	STO 1	0.01	e^2 (excentricidad)
1	x → y	0.01	
	-	0.99	$(1-e^2)$
	STO 2	0.99	
339.533037	ENTER↑	339.53	Az (Zináparo-Tule)
32136.8	ENTER↑	32136.80	Distancia
20.0755898	R/S	19.51	Latitud de Tule
	f fix 6	19.513439	(hasta centésimas de - seg.)

CALCULO DEL ARCO DE MERIDIANO (para diferencias de latitudes no mayor a 1°)

00			φ	φ'	Calcula $d\varphi$	a
01	15	00	g→H	"		
02	23	02	STO 2	"		
03		21	x↔y	φ'		$m_1 e^2$
04	15	00	g→H	"		
05	23	03	STO 3	"		
06		41	-	$\varphi' - \varphi$	Calcula $d\varphi \text{ sen l}''$	φ' / DEC
07		73	.	$\varphi' - \varphi$		
08		00	0	.0		
09		00	0	.00		φ / DEC
10		00	0	.000		
11		01	1	.0001		
12	15	00	g→H	.0003		
13	14	04	f sen	sen l''		
14		61	x	$d\varphi \text{ sen l}''$		
15	24	02	RCL 2	φ'	$d\varphi \text{ sen l}''$	Calcula r
16	24	03	RCL 3	φ'	$d\varphi \text{ sen l}''$	
17		51	†	$\varphi' + \varphi$	$d\varphi \text{ sen l}''$	
18		02	2	2	$\varphi' + \varphi d\varphi \text{ sen l}''$	
19		71	‡	ym	$d\varphi \text{ sen l}''$	
20	14	04	f sen	sen ym	$d\varphi \text{ sen l}''$	
21	15	02	g x ²	sen ² ym	"	
22	24	01	RCL 1	e ²	sen ² ym $d\varphi \text{ sen l}''$	
23		61	x	e ² sen ² ym	$d\varphi \text{ sen l}''$	
24		01	1	1	e ² sen ² ym $d\varphi \text{ sen l}''$	
25		21	x↔y	e ² sen ² ym	1 $d\varphi \text{ sen l}''$	
26		41	-	1 - e ²	sen ² ym $d\varphi \text{ sen l}''$	
27	14	02	f√x	r	$d\varphi \text{ sen l}''$	
28		03	3	3	r $d\varphi \text{ sen l}''$	Calcula Rm
29	14	03	f yx	r ³	$d\varphi \text{ sen l}''$	
30		01	1	1	r ³ $d\varphi \text{ sen l}''$	
31	24	01	RCL 1	e ²	1 r ³ $d\varphi \text{ sen l}''$	
32		41	-	1 - e ²	r ³ $d\varphi \text{ sen l}''$	
33	24	00	RCL 0	a	1 - e ² r ³ $d\varphi \text{ sen l}''$	
34		61	x	a(1 - e ²)	r ³ $d\varphi \text{ sen l}''$	
35		21	x↔y	r ³	a(1 - e ²) $d\varphi \text{ sen l}''$	
36		71	∴	Rm	$d\varphi \text{ sen l}''$	
37		61	x	S'		
38		03	3	3	S'	
39		06	6	36	"	
40		00	0	360	"	
41		00	0	3600	"	
42		61	x	S		
43	15	03	f ABS	"		Muestra S
44	13	00	GTO 00	"		
45						
46						
47						
48						
49						

CLARKE 1866
a = 6 378 206.
e = 0.006768658

FORMULAS

$$S = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \text{ sen}^2 \varphi \text{ m})^{3/2}} d\varphi \text{ sen l}'' \cdot 3600 = \frac{a(1-e^2)}{r^3} d\varphi \text{ sen l}'' \cdot 3600$$

EJEMPLO 49

Se desea calcular la longitud de un arco de meridiano a una latitud de --
20° de latitud Norte.

$$\varphi = 20^\circ$$

$$\varphi' = 20^\circ 00' 01''$$

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6 378 206.4	STO 0	6378206.40	semieje mayor (a) según -- Clarke 1866
0.006768658	STO 1	0.01	e^2
	f FIX 3	0.007	se escoge el No. de luga-- res decimales.
20°0001	ENTER†	20.00	φ' , latitud final
20	R/S	30.750	diferencia de longitud en- metros.

CALCULO DE LAS CONSTANTES A, B, C, Y D para calculo de arcos de meridiano

2 3

LINEA	ORDEN	OPERACION	X	Y	Z	Calculo de e2	a/m
00						Calculo de e2	a/m
01	24	00RCL 0	a				
02	15	02 g x2	a2				
03	24	01RCL 1	b	a2			m1 b/m
04	15	02 g x2	b2	a2			
05	41	-	a2 - b2				
06	14	02 f√x	√a2 - b2				m2 e2
07	24	00RCL 0	a	√a2 - b2			
08	71	÷	e				
15	02	g x2	e2				3/4e2
23	02	STO 2	"				
	74	R/S	3/4	45/64	175/256	Muestra e2	
24	02	RCL 2	e2	3/4	45/64	175/256	Calculo de A
61	x		3/4e2	45/64	175/256		D (opcional) 45/64e4
23	03	STO 3	"	"	"		
21	x↔y		45/64	3/4e2	"		175/256e6
24	02	RCL 2	e2	45/64	3/4e	175/256	C (opcional)
15	02	g x2	e4	"	"	"	
61	x		45/64e4	3/4e2	175/256		B (Opcional)
19	23	04	STO 4	"	"	"	
20	51	+	A"	175/256			
21	21	x↔y	175/256	A"			A (opcional)
24	02	RCL 2	e2	175/256	A"		
03	3		3	e2	175/256	A"	
14	03	f yx	e6	175/256	A"		
61	x		175/256e6	A"			a=6 738 206.4
23	05	STO 5	"	"			b=6 356 583.8
51	+		A'				(Clarke 1866)
01	1		1	A'			
51	+		A				
74	R/S		3/2	4/3		Muestra A	
24	05	RCL 5	175/256e6	3/2	4/3	Calculo de B	
61	x		525/512e6	4/3			
21	x↔y		4/3	525/512e6			
24	04	RCL 4	445/64e4	4/3	525/512e2		
61	x		15/16e4	525/512e6			
51	+		B'				
24	03	RCL 3	3/4e2	B'			
51	+		B				
74	R/S		1/3	3/5		Muestra B	
24	04	RCL 4	445/64e4	1/3	3/5	Calculo de C	
61	x		15/64e4	3/5			
21	x↔y		3/5	15/64e4			
24	05	RCL 5	175/256e6	3/5	15/64e4		
61	x		105/256e6	15/64e4			
51	+		C				
74	R/S		.1			Muestra C	
24	05	RCL 5	175/256e2	.1		Calculo de D	
61	x		D				
13	00	Gto 00	"			Muestra D	

FORMULAS

$$A = 1 + 3/4e^2 + 45/64e^4 + 175/256e^6 + \dots \quad C = 15/64e^4 + 105/256e^6 + \dots$$

$$B = 3/4e^2 + 15/16e^4 + 525/512e^6 + \dots \quad D = 35/512e^6$$

CALCULO DE LAS CONSTANTES A, B, C, Y D, para cálculo de arco de meridiano. 2 3
 Programador: IGNACIO D. LOPEZ A.

PASO	OPERACIONES					
1	TECLEAR PROGRAMA		f	PRGM		
2	METER DATOS MEMORIAS					
	a/m	STO 0				
	b/m	STO 1				
3	CALCULO DE CONSTANTES					
		R/S				e2
	a) Cálculo de A	175/256	ENTER	↑		
		45/64	ENTER	↑		
		3/4	R/S			A
	b) Cálculo de B	4/3	ENTER	↑		
		3/2	R/S			B
	c) Cálculo de C	3/5	ENTER	↑		
		1/3	R/S			C
	d) Cálculo de D	0.1	R/S			D
NOTA: Si se quiere, se pueden guardar estas constantes en las memorias como sigue:						
Después de						
	a) Cálculo de A		STO 7			
	b) Cálculo de B		STO 6			
	c) Cálculo de C		STO			
	d) Cálculo de D		STO 4	x↔y	STO 5	
Quedarán:						
	m7→A					
	m6→B					
	m5→C					
	m4→D					
4	FIN					

EJEMPLO 50

Se desean saber las constantes geodésicas A, B, C, y D para el cálculo de un arco de meridiano de 1" a una latitud de 20°N.

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f FIX 8	0.00000000	se escoge el No. de lugares decimales.
6378206.4	STO 0	6378206.400	(a) semieje mayor
6356583.8	STO 1	6356583.800	(b) semieje menor
	R/S	0.006768658	e^2
175	ENTER↓	175.0000000	constante de la serie
256	÷	0.683593750	" "
45	ENTER↓	45.00000000	" "
64	÷	0.703125000	" "
3	ENTER↓	3.0000000000	" "
4	÷	0.7500000000	" "
	R/S	1.005108919	A
	STO 7	1.005108919	Se almacena A
4	ENTER↓	4.0000000000	Const. de la serie
3	÷	1.3333333333	" "
3	ENTER↓	3.0000000000	" "
2	÷	1.5000000000	" "
	R/S	0.005119763	B
3	ENTER↓	3.0000000000	Const. de la Serie
5	÷	0.6000000000	" "
1	ENTER↓	1.0000000000	" "
3	÷	0.3333333333	" "
	R/S	0.000010865	C
0.1	R/S	0.000000021	D

CALCULO DEL ARCO DE MERIDIANO, para cualquier diferencia de latitud

3 3

01	15	00	g→H	ψ_2	ψ_1		Se introducen	$\text{sen} 1'' \cdot 3600$
02	23	02	STO 2	"	"		$\psi_1 \psi_2$ y en las	
03		21	x→y	ψ_1	ψ_2		memorias	
04	15	00	g→H	"	"		Calcula A'	$a(1-e^2)$
05	23	03	STO 3	"	"			
06		41	-	$\psi_2 - \psi_1$				ψ_2 / DEC
07	24	07	RCL 7	A	$\psi_2 - \psi_1$			
08	24	00	RCL 0	$\text{sen} 1'' \cdot 3600$	A	$\psi_2 - \psi_1$		
		61	x	$\text{sen} 1'' \cdot 3600$	$\psi_2 - \psi_1$			ψ_1 / DEC
		61	x	A'				
	24	02	RCL 2	ψ_2	A'		Calcula B'	
		02	2	2	ψ_2	A'		D/6
		61	x	$2\psi_2$	A'			
	14	04	f sen	$\text{sen} 2\psi_2$	A'			
	24	03	RCL 3	ψ_1	$\text{sen} 2\psi_2$	A'		C/4
		02	2	2	ψ_1	$\text{sen} 2\psi_2$	A'	
		61	x	$2\psi_1$	$\text{sen} 2\psi_2$	A'		
	14	04	f sen	$\text{sen} 2\psi_1$	"	"		B/2
		41	-	B''	A'			
20	24	06	RCL 6	B/2	B''	A'		
21		61	x	B'	A'		Suma A' - B'	A
		41	-	A' - B'				
	24	02	RCL 2	ψ_2	A' - B'		Calcula C'	
		04	4	4	ψ_2	A' - B'		
		61	x	$4\psi_2$	A' - B'			
	14	04	f sen	$\text{sen} 4\psi_2$	"	"		$\text{sen} 1'' \cdot 3600 =$
		04	4	4	ψ_1	$\text{sen} 4\psi_2$	A' - B'	0.017453293
		61	x	$4\psi_1$	$\text{sen} 4\psi_2$	A' - B'		$a(1-e^2) = 63350345$
	14	04	f sen	$\text{sen} 4\psi_1$	"	"		
		41	-	C''	A' - B'			ψ_2 latitud mayo
	24	05	RCL 5	C/4	C''	A' - B'		ψ_1 latitud mayo
		61	x	C'	A' - B'			
		51	+	A' - B' + C'			Suma (A' - B') + C'	
	24	02	RCL 2	ψ_2	A' - B' + C'		Calcula D'	
		06	6	6	ψ_2	A' - B' + C'		
		61	x	$6\psi_2$	A' - B' + C'			
	14	04	f sen	$\text{sen} 6\psi_2$	"	"		
	24	03	RCL 3	ψ_1	$\text{sen} 6\psi_2$	A' - B' + C'		
		06	6	6	ψ_1	$\text{sen} 6\psi_2$	A' - B' + C'	
		61	x	$6\psi_1$	$\text{sen} 6\psi_2$	A' - B' + C'		
	14	04	f sen	$\text{sen} 6\psi_1$	"	"		
		41	-	D''	A' - B' + C'			
	24	04	RCL 4	D/6	D''	A' - B' + C'		
		61	x	D'	A' - B' + C'			
		41	-	A' - B' + C' - D'			Suma (A' - B' + C') - D'	
	24	01	RCL 1	$a(1-e^2)$	(A' - B' + C' - D')			
		61	x	S				
49	13	00	GTO 00	S			Muestra S	

FORMULAS $S = a(1-e^2) \left(\frac{A' - B' + C' - D'}{a(1-e^2)} \right)$
 $S = a(1-e^2) \left(\frac{A'(\psi_2 - \psi_1) \text{sen} 1'' \cdot 3600 - B'/2(\text{sen} 2\psi_2 - \text{sen} 2\psi_1) + C'/4(\text{sen} 4\psi_2 - \text{sen} 4\psi_1) - D'/6(\text{sen} 6\psi_2 - \text{sen} 6\psi_1)}{a(1-e^2)} \right)$

EJEMPLO 51

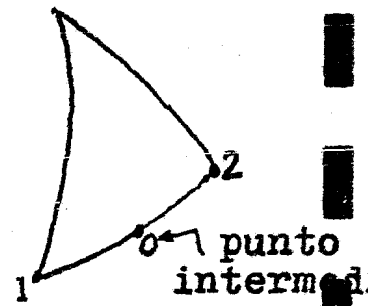
Se desea calcular la diferencia de latitudes en metros de $2^{\circ}30'$ a una latitud de $19^{\circ}14'29''$.

DATOS	TECLA	RESULTADOS	OBSERVACIONES
1.0051093	STO 7	1,00	se almacena A
0.0051202	ENTER↑	0.01	B
2	÷	2.56 -03	B/2
	STO 6	"	se almacena B/2
0.0000108	ENTER↑	1.09 -05	C
4	÷	2.72 -06	C/4
	STO 5	"	se almacena C/4
0.000000021	ENTER↑	2.10 -08	D
6	÷	3.50 -09	D/6
	STO 4	"	se almacena D/6
6335034.502	STO 1	6335034.50	se almacena a $(1-e^2)$
0.017453293	STO 0	0.02	se almacena $\text{sen} 1'' \cdot 3600$
$19^{\circ}1429$	ENTER↑	19.14	latitud menor (ψ_1)
$21^{\circ}4429$	R/S	276762.66	Arco de Meridiano en Metros.

CÁLCULO DE LATITUD DE UN PUNTO INTERMEDIO SOBRE UN ARCO DE CIRCULO MAXIMO, CONOCIDOS: LAS COORDENADAS EXTREMAS Y LA LONG. DE UN PUNTO

Operación	Operando	λ_0	λ_1	λ_2	Operación
00		λ_0	λ_1	λ_2	calcula y almacena las longitudes
01	15 00 g→H	"	"	"	
02	23 00STO 0	"	"	"	
03	21 x→y	λ_1	λ_0	"	
04	15 00 g→H	"	"	"	
05	23 01STO 1	"	"	"	
06	41 -	$\lambda_0 - \lambda_1$	λ_2		
07	15 04f sen	$\text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1)$	"		
08	21 x→y	$\lambda_2 \text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1)$			
09	15 00 g→H	"	"		
10	23 02STO 2	"	"		
11	24 00RCL 0	λ_0	$\lambda_2 \text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1)$		
12	21 x→y	λ_2	λ_0	"	
13	41 -	$\lambda_0 - \lambda_2$	$\text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1)$		
14	04f sen	$\text{sen}(\lambda_0 - \lambda_2)$	"		
15	74 R/S	ψ_2	ψ_1	B'	A'
16	15 00 g→H	"	"	"	"
17	14 06f tan	$\tan \psi_2$	"	"	"
18	22 R↓	ψ_1	B'	A'	$\tan \psi_2$
19	15 00 g→H	"	"	"	"
20	14 06f tan	$\tan \psi_1$	"	"	"
21	61 x	B	A'	$\tan \psi_2$	
22	23 03STO 3	"	"	"	"
23	22 R↓	A'	$\tan \psi_2$		
24	61 x	A			
25	24 03RCL 3	B	A		
26	41 -	A-B			
27	24 02RCL 2	λ_2	A-B		
28	24 01RCL 1	λ_1	λ_2	A-B	
29	41 -	$\lambda_2 - \lambda_1$	A-B		
30	14 04f sen	C	"		
31	71 ÷	$\tan \psi_0$			
32	15 06g tan ⁻¹	ψ_0			
33	14 00 f→HMS	"			
34	13 00STO 00				

λ_0 / DEC
 λ_1 / DEC
 λ_2 / DEC
 $\tan \psi_1$
 $\text{sen}(\lambda_0 - \lambda_2) = B$



muestra latitud del punto intermedio

$\lambda = \text{longitud}$
 $\psi = \text{latitud}$

FORMULA:

$$\tan \psi_0 = \frac{\tan \psi_2 \text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1) - \tan \psi_1 \text{sen}(\lambda_0 - \lambda_2)}{\text{sen}(\lambda_2 - \lambda_1)} = \frac{\tan \psi_2 \cdot A' - \tan \psi_1 \cdot B'}{C} = \frac{A - B}{A}$$

Se quiere conocer la latitud de un punto intermedio entre Zináparo y Tule con una longitud de $101^{\circ}59'30''$.

DATOS:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= 20^{\circ}07'55''.898 && \text{Zináparo} \\ \lambda_1 &= 102^{\circ}00'51''.358 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= 19^{\circ}51'34''.377 && \text{Tule} \\ \lambda_2 &= 101^{\circ}54'31''.617 \end{aligned}$$

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
101°5431617	ENTER↓	101.54	λ_2 (Tule)
102°0051358	ENTER↓	102.01	λ_1 (Zináparo)
101°5930	R/S	1.45 -03	$\text{sen}(\lambda_0 - \lambda_1)$
20°0755898	ENTER↓	20.08	λ_1 (Zináparo)
19°5134377	R/S	20°04	φ_0 del punto intermedio
	f FIX 8	<u>20°04259166</u>	en grados, minutos y segundos.

En la teoría de los errores se puede usar la capacidad de la máquina para calcular, mediante las sumatorias, el promedio, la desviación típica (standard) así como el cálculo que hace la máquina del cuadrado de la cantidad que se encuentra en la memoria operativa "x" (pantalla), la sumatoria del producto de las cantidades que se encuentran en las memorias operativas "x" e "y", la sumatoria de la cantidad que se encuentra en la memoria operativa "x", la sumatoria de la cantidad que se encuentra en la memoria operativa "y" y el conteo automático del número de observaciones, "n".

PROMEDIO Y PROMEDIO PESADO

53 Este programa calcula el promedio de una serie de observaciones y el promedio pesado de una serie de observaciones, es decir, cuando cada una de las observaciones hechas se le asigna de antemano una "calidad" ya sea por experiencia propia - del observador ó por condiciones propias de la observación, o por el equipo utilizado. Este programa tiene dos partes una que calcula el promedio y el promedio pesado con unidades sexagesimales y la otra con unidades decimales. En sí, lo único que varía es el uso de las teclas $g \rightarrow H$ y $f \rightarrow H.MS$ para convertir unidades sexagesimales a decimales y viceversa, respectivamente.

ERRORES

54 Este programa calcula el error medio cuadrático (E), el error medio cuadrático del promedio (E_p) el error probable (e), y el error probable del promedio (e_p), respectivamente, según las fórmulas específicas del programa. En este programa se utilizó la capacidad de la máquina para obtener la desviación típica o standard, que es precisamente el error medio cuadrático, lo cual me permitió poder dividir el programa en dos partes como el anterior, una parte que calcula con valores sexagesimales y otra con valores decimales.

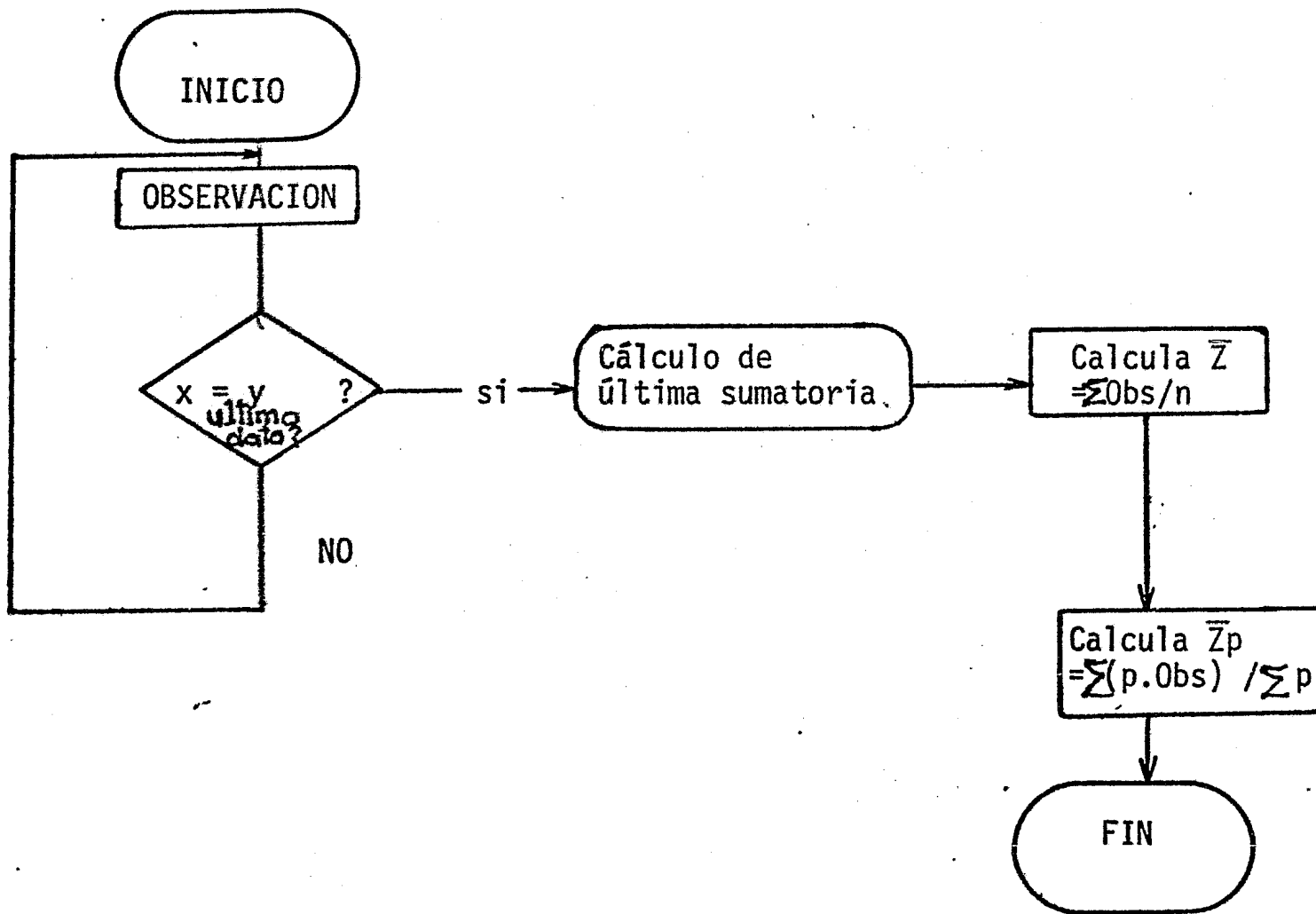
ERROR PROPAGADO

55 El tercer programa es un programa más bien simple, y consiste en calcular el error propagado de la suma de medidas diferentes o iguales, según la fórmula registrada al calce de la hoja de programa.

56 El último programa de ésta serie calcula las constantes K y c mediante el método de mínimos cuadrados. El método se basa en hacer comparaciones de medidas de distancias hechas con cinta y con estadia. Las fórmulas se encuentran al calce de la hoja de programa.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DEL PROMEDIO Y DEL PROMEDIO PESADO PARA UNIDADES SEXAGESIMALES Y DECIMALES"



CALCULO DEL PROMEDIO \bar{Z} Y DEL PROMEDIO PESADO \bar{Z}_p
 PARA UNIDADES SEXAGESIMALES Y DECIMALES

1 1

			Obs	p		Almacenaje de	
01	15	00 g+H	"	"		datos en memo-	
02	15	71f x=y?	"	"		rias, revisa	
03	13	06GTO 06	"	"		si es el último	
04		25 $\Sigma \dagger$	n	Obs		dato	
05	13	00GTO 00	"	"			
06		22 R↓	Obs			Cálcula suma-	
07		25 $\Sigma \dagger$	n	Obs		toria de la	
08	24	07RCL 7	Obs	n		última obs.	
09	24	03RCL 3	$\frac{n}{Z}$	Obs			n
		71 \vdots	"				
14		00f→H.MS	"			Muestra \bar{Z}	
		74 R/S	"			Calcula \bar{Z}_p	p
	24	05RCL 5	Obs·p	\bar{Z}			
	24	04RCL 4	Σp	Obs·p	\bar{Z}		
		71 \vdots	\bar{Z}_p				Obs·p
14		00f→H.MS	"				
13		00GTO 00	"			Muestra \bar{Z}_p	
		74 R/S	Obs	p		Mismo programa	Obs ²
14		71f x=y?	"	"		pero en unida-	
13		23GTO 23	"	"		des decimales	
		25 $\Sigma \dagger$	n	Obs			Obs
13		18GTO 18	"	"			
		22 R↓	Obs	p			
		25 $\Sigma \dagger$	n	Obs			
24		07RCL 7	Obs	n	Obs		
24		03RCL 3	$\frac{n}{Z}$	Obs			Obs-observacio
		71 \vdots	"				(dato)
		74 R/S	"			Muestra \bar{Z}	
24		05RCL 5	Obs·p	\bar{Z}			p-peso
24		04RCL 4	Σp	Obs·p	\bar{Z}		
		71 \dagger	\bar{Z}_p	\bar{Z}			
13		18GTO 18	"				

FORMULAS:

$\bar{Z} = \frac{\Sigma obs}{n}$ $\bar{Z}_p = \frac{\Sigma (p \cdot Obs)}{\Sigma p}$

CALCULO DEL PROMEDIO, Y PROMEDIO PESADO

1 1

IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM f REG			
2	METER DATOS	p*	ENTER↑			
	(sexagesimales)	Obs/G.MS	R/S			n
	último dato	p*	ENTER↑			
		Obs/G.MS	ENTER↑ R/S			$\bar{Z}/G.MS$
			R/S*			$\bar{Z}_p/G.MS$
3	METER DATOS		GTO 19			
	(decimales)	p*	ENTER↑			
		Obs	R/S			n
	último dato	p*	ENTER↑			
		Obs	ENTER↑ R/S			\bar{Z}
4	PARA NUEVO CASO		R/S*			\bar{Z}_p
	EN UNIDADES SEXA-					
	GESIMALES VER PASO					
	2 Y:		f REG			
5	PARA NUEVO CASO					
	EN UNIDADES					
	DECIMALES VER					
	PASO 3, Y:		f REG			
6	FIN					
	* en caso de que					
	no se tenga el					
	peso como dato,					
	se omitiran estos					
	pasos.					

EJEMPLO 53

Se desea calcular el valor más probable del siguiente ángulo del cual se efectuaron estas observaciones.

	OBSERVACIONES	PESO
87°51'	18"26	1.6
	16"30	2.5
	21"06	1.8
	17"95	3.6
	16"20	1.0
	20"85	2.7

Se puede calcular este problema con cualquier parte del programa.

(sexagesimal)

(decimal)

DATO	TECLA	RESULTADO	DATO	TECLA GTO 19	RESULTADO
87°51'18"26	R/S	1	18.26	R/S	1
87°51'16"30	R/S	2	16.30	R/S	2
87°51'21"06	R/S	3	21.06	R/S	3
87°51'17"95	R/S	4	17.95	R/S	4
87°51'16"20	R/S	5	16.20	R/S	5
87°51'20"85	ENTER↑		20.85	ENTER↑	
	R/S	87.511843		R/S	18.43

EJEMPLO 2

Se desea calcular el promedio de la serie de observaciones anteriores, si fueron medidos, cada observación, por una persona diferente, asignándosele un peso a cada una. Haremos el cálculo como en el caso anterior.

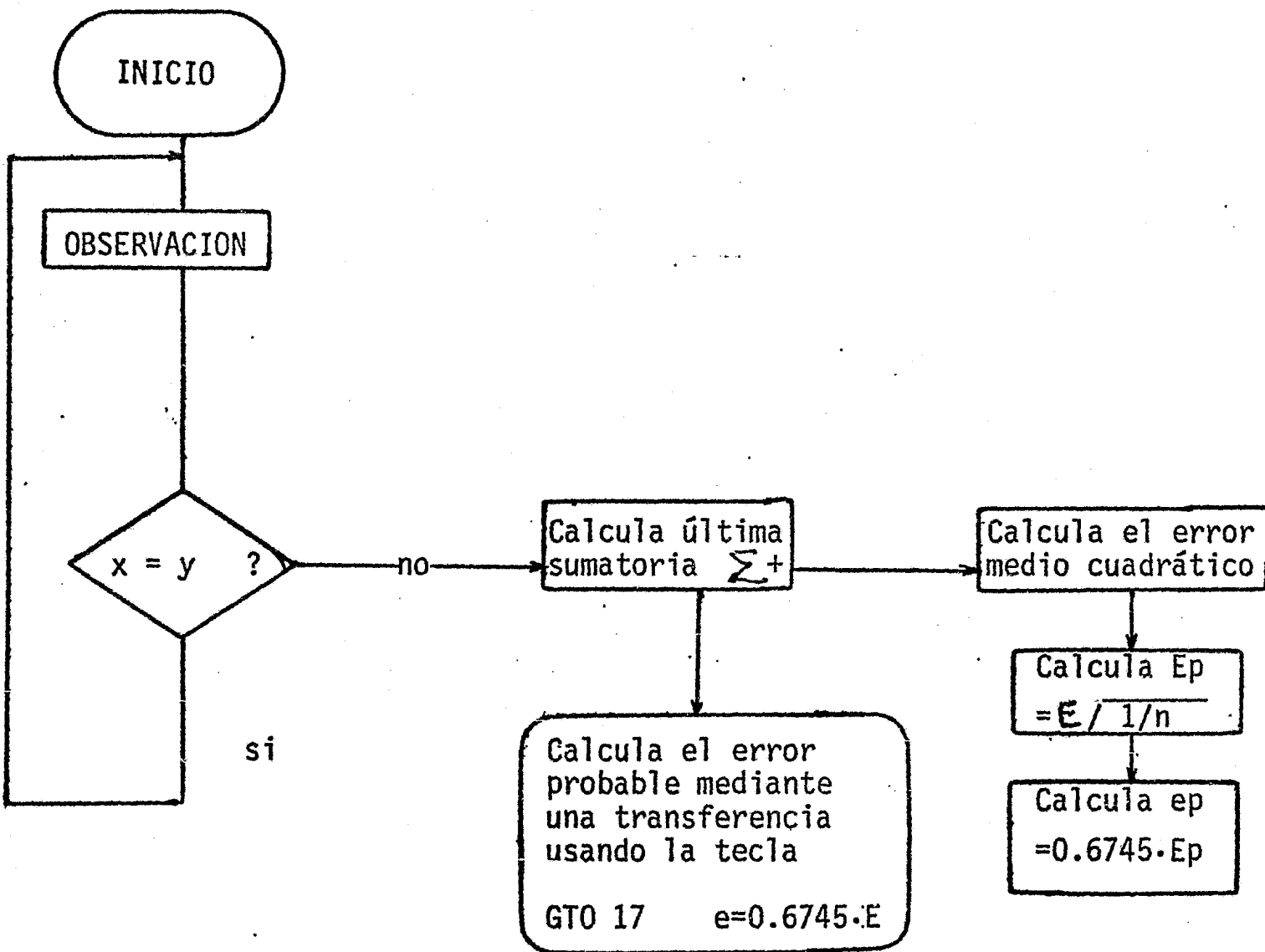
(sexagesimal)

(decimal)

(sexagesimal)			(decimal)		
DATO	TECLA	RESULTADO	DATO	TECLA	RESULTADO
1.6	ENTER↑	1.60	1.6	ENTER↑	1.60
87°511826	R/S	1.00	18.26	R/S	1.00
2.5	ENTER↑	2.50	2.5	ENTER↑	2.50
87°511630	R/S	2.00	16.30	R/S	2.00
1.8	ENTER↑	1.80	1.8	ENTER↑	1.80
87°512106	R/S	3.00	21.06	R/S	3.00
3.6	ENTER↑	3.60	3.6	ENTER↑	3.60
87°511795	R/S	4.00	17.95	R/S	4.00
1.0	ENTER↑	1.00	1.0	ENTER↑	1.00
87°511620	R/S	5.00	16.20	R/S	5.00
2.7	ENTER↑	2.70	2.7	ENTER↑	2.70
87°512085	ENTER↑	87.51	20.85	ENTER↑	20.85
	R/S	87.511856		R/S	18.56

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DEL ERROR MEDIO - CUADRATICO, ERROR MEDIO - CUADRATICO DEL PROMEDIO , ERROR PROBABLE, ERROR PROBABLE DEL PROMEDIO "



DECLARACION DE PROGRAMAS

Título: CALCULO DEL ERROR MEDIO CUADRATICO (E), Ep, e, ep 1 1
 Programador: IGNACIO D. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES	CONDICIONES	OPERACIONES	UNIDADES
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM f REG	
2	METER DATOS (sexagesimal)	Obs/G.MS	R/S	n
	último dato	Obs/G.MS	ENTER↑ R/S	E/G.MS
3	CALCULO DE Ep		R/S	Ep/G.MS
4	CALCULO DE ep		R/S	ep/G.MS
5	CALCULO DE e			
	Después del cálculo de E (paso2)		GTO 17 R/S	e/G.MS
	Teniendo E como dato	E/G.MS	GTO 17 R/S	e/G.MS
6	PARA EL CALCULO CON DATOS DECIMALES		GTO 27	
	METER DATOS	Obs	R/S	n
	último dato	Obs	ENTER↑ R/S	E
7	CALCULO DE Ep		R/S	Ep
8	CALCULO DE ep		R/S	ep
9	CALCULO DE e			
	Después del cálculo de E (paso6)		GTO 39 R/S	e
	Teniendo E como dato	E	GTO 39 R/S	e
10	PARA NUEVO CASO Y VER PASOS 2 ó 6 SEGUN LAS UNIDADES CON LAS QUE SE VAYA A TRABAJAR		f REG	
11	FIN			

EJEMPLO 54

Se desea calcular el Error Medio Cuadrático, el Error Medio Cuadrático del Promedio, el Error Probable, y el Error Probable del Promedio, de una serie de observaciones a un ángulo cuyos datos son los siguientes:

87°51'18"26
 16"30
 21"06
 17"95
 16"20
 20"85

(sexagesimal)

(decimal)

(sexagesimal)			(decimal)		
DATO	TECLA	RESULTADO	DATO	TECLA	RESULTADO
87°51'18"26	R/S	1 conteo acumulado.	18"26	R/S	1 conteo acumulado.
87.51 16 30	R/S	2 "	16.30	R/S	2 "
87.51 21 06	R/S	3 "	21.06	R/S	3 "
87.51 17 95	R/S	4 "	17.95	R/S	4 "
87.51 16 20	R/S	5 "	16.20	R/S	5 "
87.51 20 85	ENTER ↓	87.51	20.85	ENTER ↑	20.85
	R/S	0.0002122 (E)		R/S	2.122 (E)
	R/S	0.0000866 (Ep)		R/S	0.866 (Ep)
	R/S	0.0000584 (ep)		R/S	0.584 (ep)
<p>Para calcular e, después del cálculo de E, se hace lo siguiente:</p>					
	GTO 17			GTO 17	
	R/S	0.0001431 (e)		R/S	1.431 (e)

CALCULO DEL ERROR PROPAGADO DE MEDIDAS DIFERENTES E IGUALES

1 1

01	14	7lf x=y?	en	
02	13	05GTO 05	"	
03		25 Σ†	n	en
04	13	00GTO 00	"	"
05		25 Σ†	n ²	en
06	24	06RCL 6	e ²	
07	14	02f √x	e	
08	13	00GTO 00	"	

e²

37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

FORMULA:

$$e = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}$$

EJEMPLO 55

Se desea conocer el Error Propagado de las siguientes medidas:

18.26

16.30

21.06

17.95

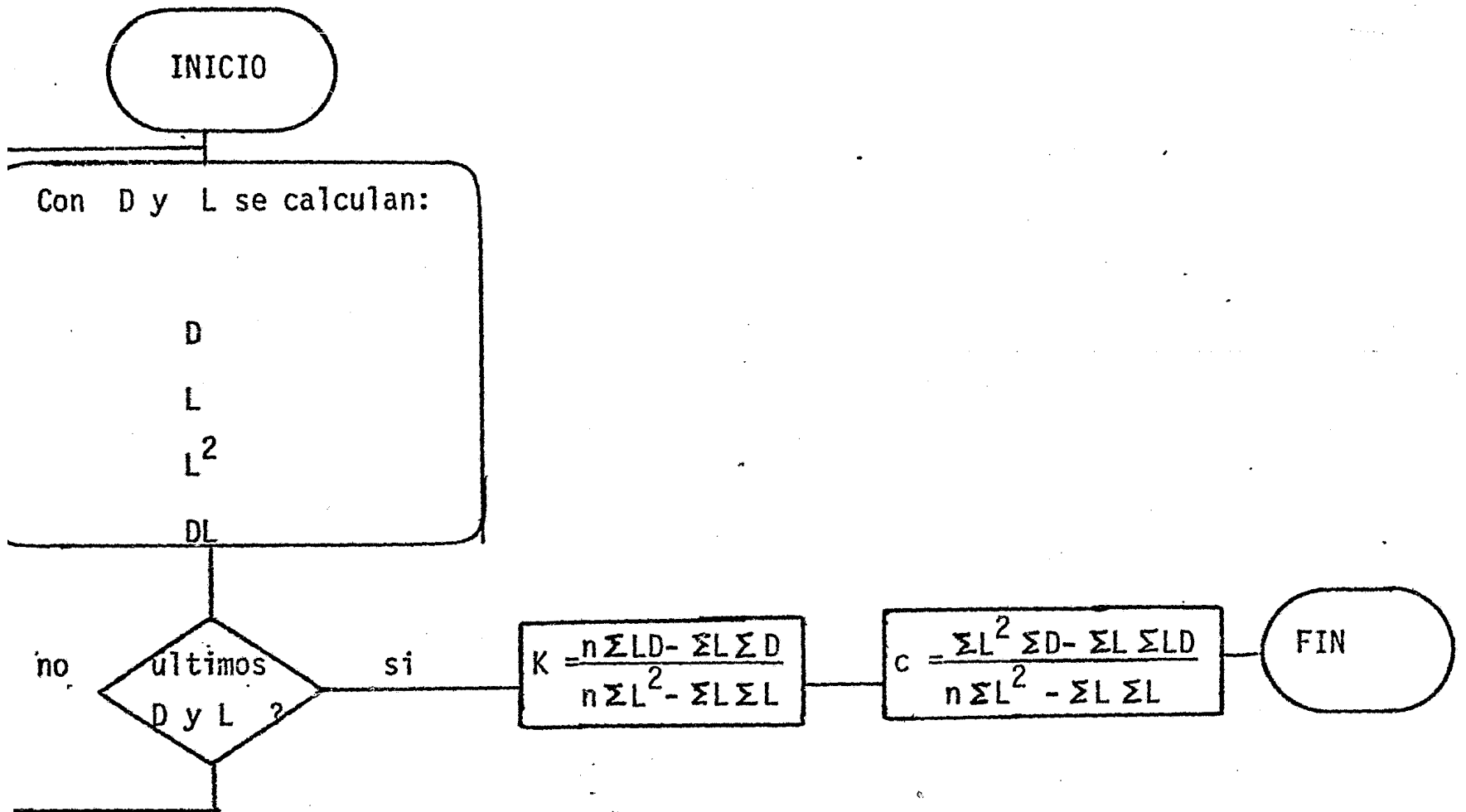
16.20

20.85

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
18.26	R/S	1	primer dato
16.30	R/S	2	
21.06	R/S	3	
17.95	R/S	4	
16.20	R/S	5	
20.85	ENTER ↑	20.85	último dato
	R/S	45.41	e

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA: "CALCULO DE LAS CONSTANTES DE ESTADIA K Y c POR EL METODO- DE MINIMOS CUADRADOS"



CALCULO DE LAS CONSTANTES DE ESTADIA K Y c, POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

1 1

			L	D	m		
01	25	Σ+	n	L	"		Cálculo de las sumatorias
02	22	R↓	L	m			
03	21	x→y	m	L			
04	15	41g x<0?	"	"			
05	13	08GTO 08	"	"			
06	21	x→y	L	m			
07	13	00GTO 00	"	"			
08	24	05RCL 5	ΣLD				Cálculo de c
	24	03RCL 3	n	ΣLD			n ó c
		61 x	nΣLD				
	24	04RCL 4	ΣD	nΣLD			
	24	07RCL 7	ΣL	ΣD	nΣLD		ΣD
		61 x	ΣLΣD	nΣLD			
		41 -	A				
	24	06RCL 6	ΣL ²	A			ΣLD
	24	04RCL 4	ΣD	ΣL ²	A		
		61 x	ΣL ² ΣD	A			
	24	07RCL 7	ΣL	ΣL ² ΣD	A		ΣL ²
	24	05RCL 5	ΣLD	ΣL	ΣL ² ΣD	A	
20	61	x	ΣLΣLD	ΣL ² ΣD	A		
21	41	-	B	A			ΣL
	24	06RCL 6	ΣL ²	B	A		
	236103ST0x3		"	"	"		
	22	R↓	B	A			
	24	07RCL 7	ΣL	B	A		
	15	02 g x ²	ΣLΣL	B	A		
	234103ST0-3		"	"	"		
	22	R↓	B	A			
	24	03RCL 3	C	B	A		
	71	÷	B/C	A			
	21	x→y	A	C			
	24	03RCL 3	C	A	c		Cálculo de K
	71	÷	K	C			
	13	00GTO 00	"	"			Muestra K
35							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							

L=diferencia de hilos de esta
D=dist. con cin
m=decisión, puede ser (+) ó (-).
(-), si es el último par de datos.

K=constante gde ó multiplicativa

c=constante ch ó aditiva

FORMULAS:

$$K = \frac{n \Sigma LD - \Sigma L \Sigma D}{n \Sigma L^2 - \Sigma L \Sigma L} \quad \frac{A}{C}$$

$$c = \frac{\Sigma L^2 \Sigma D - \Sigma L \Sigma LD}{n \Sigma L^2 - \Sigma L \Sigma L} \quad \frac{B}{C}$$

EJEMPLO 56

Se desea calcular las constantes de estadia para el Tránsito Mca. Rossbach No. 67 456, y se han tomado las siguientes distancias con cinta y con estadia, simultáneamente.

	D	L
	9.950	9.80
	14.895	14.70
	19.950	19.70
	26.915	26.60
	29.950	29.70
	40.913	40.60
	49.950	49.80
	58.881	58.20
	72.490	71.90
	79.900	79.60

donde D es la distancia medida con cinta en metros, y L es la diferencia de hilos de estadia (ls-li) multiplicada por cien.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
9.95	ENTER ↑	9.950	primera D
9.80	R/S	9.950	primera L
14.895	ENTER ↑	14.895	
14.70	R/S	14.895	
.	.	.	
.	.	.	
.	.	.	
72.490	ENTER ↑	72.490	
71.90	R/S	72.490	
	CHS	-72.490	decisión (-) para último par de valores
79.900	ENTER ↑	79.900	
79.600	R/S	1.004	K
	x - y	0.143	c

Un aspecto muy útil en el cálculo, es la aplicación de éste a la construcción de proyecciones para mapas de territorios geodésicos, es decir, tomando en cuenta la curvatura de la tierra.

Incluyo aquí, programas sobre las proyecciones más usadas, que incluyen: la Cónica Simple Convencional, la Cónica Conforme de Lambert con Dos Paralelos Base, la Policónica Americana ó de Hassler, la de Mercator, y la Transversa de Mercator.

En el primer programa se calculan las coordenadas rectangulares \bar{x} e \bar{y} para el trazado de la Proyección Cónica Simple Convencional a una escala determinada según las fórmulas siguientes:

$$\bar{x} = g \operatorname{sen} (n\Delta\lambda)$$

$$\bar{y} = \bar{x} \tan (n\Delta\lambda/2)$$

donde g es la generatriz del cono igual a $N \cot \varphi$

N es la Normal Mayor para la latitud dada

n es la constante del cono y es igual al seno de φ

$\Delta\lambda$ es el espaciamento en longitud para los meridianos

y r es el radio del paralelo, igual a $N \cos \varphi$

Debido a que se toma como eje de simetría el meridiano base, los datos para \bar{x} e \bar{y} sirven para uno y otro lados del mismo.

Un segundo programa, o más bien serie de 3 programas, calculan la constante del cono n , otra constante llamada K , e igualmente las coordenadas \bar{x} e \bar{y} , y el Factor de escala a lo largo de los paralelos, según la Proyección Cónica Conforme de Lambert con dos Paralelos Base; según las fórmulas consignadas en los mismos. La nomenclatura utilizada es la misma que para la proyección anterior.

Un tercer programa es el que calcula las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para el trazado de la Proyección Policónica Americana ó de Hassler según las fórmulas consignadas en el programa teniendo en cuenta que el espaciamento entre paralelos se calcula mediante un programa utilizado para calcular la longitud de un arco de meridiano para cualquier diferencia de latitud, que se encuentra en la sección dedicada a la Geodesia, desde luego, dividiendo ese espaciamento entre la escala usada para el caso. Como es una proyección Policónica, cada cono tangente a un paralelo tendrá una generatriz y una constante diferente, por lo que el programa deberá conocer primero la latitud del paralelo de contacto y posteriormente las diferencias de longitudes de

los meridianos.

El cuarto programa calcula igualmente las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para el trazado de la Proyección de Mercator, donde se introduce el valor de la latitud, y posteriormente el de las longitudes; el programa nos dará como resultado una cantidad igual para Δx , y, si obtenemos por diferencia las Δy , observaremos un ligero aumento a medida que aumenta la latitud.

El quinto y último programa calcula igualmente las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para el trazado de la Proyección Transversa de Mercator, aunque a decir verdad la coordenada \bar{y} se calcula mediante el programa geodésico utilizado para la Proyección Policónica Americana ó de Hassler; este programa calcula un arco de meridiano, en metros, para cualquier diferencia de latitud. Se introduce primero la latitud, y posteriormente se van introduciendo las diferencias de longitudes, según se necesite. A diferencia de los programas anteriores, este programa no aplica la escala, por lo que este paso habrá que hacerlo a mano con una secuencia que se indica en el ejemplo.

CALCULO DE LAS COORDENADAS \bar{x} e \bar{y} PARA LA PROYECCION CONICA SIMPLE CONVENCIONAL

1 1

		φ		Calculo de n	a
15	00	g→H			
02	23	02STO 2	"		
03	01	1	1		e^2
04	14	09 f→R	$\cos \varphi$	$\text{sen} \varphi$	
05	21	x→y	$\text{sen} \varphi$	$\cos \varphi$	
06	23	03STO 3	"	"	Calculo de N
07	15	02 g x ²	$\text{sen}^2 \varphi$	"	φ/DEC
08	24	01RCL 1	e^2	$\text{sen}^2 \varphi$	$\cos \varphi$
	61	x	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	$\cos \varphi$	n
	32	CHS	$-e^2 \text{sen}^2 \varphi$	"	
	01	1	1	$-e^2 \text{sen}^2 \varphi$	$\cos \varphi$
	51	†	r^2	$\cos \varphi$	N ó
14	02	f \sqrt{x}	r	"	$n \Delta \lambda$
24	00RCL 0		a	r	$\cos \varphi$
	21	x→y	r	a	"
	71	⋮	N	$\cos \varphi$	r
23	04STO 4		"	"	Calculo de r
	61	x	r	"	g
2305	STO 5		r	"	
24	04RCL 4		N	r	Calculo de g
24	02RCL 2		φ	$\frac{r}{N}$	ESCALA
14	06f tan	$\tan \varphi$		"	
	71	⋮	g		
23	06STO 6		"		
	74	R/S	$\Delta \lambda$	g	Muestra g
24	06RCL 6		g	$\Delta \lambda$	Calculo de \bar{x}
	21	x→y	$\Delta \lambda$	g	
15	00	g→H	"	"	r=radio del paralelo
24	03RCL 3		n	$\Delta \lambda$	g
	61	x	$n \Delta \lambda$	g	N=normal mayor
23	04STO 4		"	"	
14	04f sen	$\text{sen}(n \Delta \lambda)$	g		g=generatriz del cono
	61	x	\bar{x}		
24	07RCL 7	ESCALA	\bar{x}		$\Delta \lambda$ =espaciament entre meridianos
	71	⋮	\bar{x}		
	74	R/S	"		
24	04RCL 4	$n \Delta \lambda$	\bar{x}		Muestra \bar{x}
	02	2	2	$n \Delta \lambda$	Calculo de \bar{y}
	71	⋮	$(n \Delta \lambda / 2)$	\bar{x}	
14	06f tan	$\tan(n \Delta \lambda / 2)$	\bar{x}		
	61	x	\bar{y}		
13	25GTO 25		"		Muestra \bar{y}
44					
45					
46					
47					
48					
49					

FORMULAS:

$$g = N \cot \varphi \quad \bar{x} = g \text{sen}(n \Delta \lambda) \quad \bar{y} = \bar{x} \tan(n \Delta \lambda / 2)$$

$$n = \text{sen} \varphi$$

$$r = N \cos \varphi \quad N = a / r \quad r = \sqrt{1 - e^2 \text{sen}^2 \varphi}$$

PROGRAMA

1 1

TITULO: CALCULO DE LAS COORDENADAS x e y PARA LA
 AUTOR: IGNACIO D. LOPEZ A. PROYECCION CONICA SIMPLE CONVENCIONAL

- | | | | |
|----|---|------------------------------|---|
| 1 | TECLEAR PROGRAMA | | |
| 2 | METER DATOS A | | |
| | MEMORIAS | a/m* | STO 0 |
| | | e ^{2**} | STO 1 |
| | | ESCALA | STO 7 |
| 3 | INICIAR PROGRAMA | f PRGM | |
| 4 | METER DATO LATITUD ψ /G.MS | R/S | g/m |
| 5 | CALCULO DE \bar{x}
DE \bar{y} | $\Delta\lambda$ /G.MS
R/S | \bar{x}/m a ESCALA
\bar{y}/m a ESCALA |
| 6 | PARA DIFERENTE
VER PASO 5 | | |
| 7 | PARA DIFERENTE
VER PASO 3 | | |
| 8 | PARA DIFERENTE
ESFEROIDE VER
PASO 2 | | |
| 9 | SI SE QUIERE
CONOCER n | RCL 3 | n |
| 10 | SI SE QUIERE
CONOCER \underline{r}
a ESCALA | RCL 5
RCL 7 = | \underline{r}/m
\underline{r}/m a escala |
| 11 | SI SE QUIERE
CONOCER g
a ESCALA | RCL 6
RCL 7 = | g/m
g/m a escala |
| 12 | FIN | | |

* 6 378 206.4 m

** 0.0067686533

(CLARKE 1866)

EJEMPLO 57

Se quieren conocer las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para la proyección cónica simple convencional a una latitud Norte media de 19° , con una separación entre meridianos de $10'$, $20'$ y $30'$, respectivamente. La escala es de $1/50,000$.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.40	a, semieje mayor
0.0067686538	STO 1	0.01	e^2 , excentricidad
50 000	STO 7	50000.00	ESCALA (inverso)
19°	f PRGM	19.00	latitud media
	f FIX 4	19.0000	se escogen lugares dec.
	R/S	18 550 243.30	g, generatriz
0.10	R/S	0.3514	\bar{x}_1 , en metros (a esc.)
	R/S	0.0002	\bar{y}_1 , en metros (a esc.)
0.20	R/S	0.7027	\bar{x}_2
	R/S	0.0007	\bar{y}_2
0.30	R/S	1.0541	\bar{x}_3
	R/S	0.0015	\bar{y}_3
	RCL 3	0.3256	n, constante del cono
	RCL 5	6039375.3120	r, radio del paralelo
	RCL 7	50000.0000	escala
	÷	120.7875	r, a escala
	RCL 6	18 550 264.30	g, generatriz
	RCL 7	50000.0000	escala
	÷	371.0053	g, a escala

Título: CALCULO DE n Y K PARA LA PROYECCION CONICA CONFORME DE LAMBERT CON DOS PARALELOS BASE

1 3

00							Se calculan	a
01	15	00	g→H	ys			Ns cos ys y	
02	23	03	STO 3	"			Nn cos yn.	
03	14	04	f sen	sen ys				e ²
04	15	02	g x ²	sen ² ys				m ₁
05	24	01	RCL 1	e ² sen ² ys				
06		61	x	e ² sen ² ys				m ₂ (1-e ²)
07		01	1	1 e ² sen ² ys				
08		21	x+y	e ² sen ² ys	1			
09		41	-	r ²				ys
10	14	02	f√x	r				
11	24	00	RCL 0	a	r			
12		21	x+y	r	a			K
13		71	÷	Ns				
14	24	03	RCL 3	ys	Ns			
15	14	05	f cos	cos ys	"			tan(zn/2)
16		61	x	Ns cos ys				
17	23	07	STO 7	"				
18	13	00	GTO 00	"		Muestra Ns cos ys		n
19		71	÷	antilog		y Nn cos yn		
20	14	08	f log	M		Calcula M		
21		74	R/S	ys	M	Muestra M		Nn cos yn
22	15	00	g→H	"		Calcula		
23	14	06	f tan	tan ys	"	tan(zs/2)		y
24		02	RCL 2	(1-e ²) tan ys	M	tan(zn/2)		
25		61	x	tan	M			
26	15	06	g tan ⁻¹	ys	"			a=6 378 206.4
27		09	9	9	M			e ² =0.0067686538
28		00	0	90	"			ys-latitude al sur
29		21	x+y	90	"			yn-latitude al norte
30		41	-	zs	M			Ns- Normal Mayor al Sur
31		02	2	2	zs	M		Nn- Normal Mayor la Norte
32		71	÷	z/2	M			z-colatitude geocentrica
33	14	06	f tan	tanzs/2	"			ys-latitude geocentrica
34	23	05	STO 5	"	"			
35	13	21	GTO 21	"	"			
36		71	÷	antilog	M	Se calcula n		
37	14	08	f log	P	"			
38		71	÷	n				
39	23	06	STO 6	"				
40	24	05	RCL 5	tanzn/2	n	Se calcula K		
41		21	x+y	n	tanzn/2			zs-colatitude geocentrica al sur
42	14	03	f y ^x tan ⁿ zn/2					
43	24	06	RCL 6	n	tan ⁿ zn/2			
44		61	x	ntan ⁿ zn/2				
45	24	07	RCL 7	Nn cos yn	ntan ⁿ zn/2			zn-colatitude geocentrica al norte
46		21	x+y	ntan ⁿ zn/2	Nn cos yn			
47		71	÷	K				
48	23	04	STO 4	"				
49	13	00	GTO 00	"		Muestra K		

FORMULAS

$$n = \frac{1}{\log \frac{\tan(zs/2)}{\tan(zn/2)}} = P$$

$$n = \frac{1}{\log \frac{Nn \cos yn}{Ns \cos ys}} = M$$

$$K = \frac{Nn \cos yn}{n \tan^n(zn/2)}$$

FIG. 1. CALCULO DE n Y K PARA LA PROYECCION CONICA CONFORME DE LAMBERT CON DOS PARALELOS BASE 1 3
 I. LOPEZ A.

PASO	INSTRUCCIONES	OPERACIONES	REGISTROS	RESULTADOS
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS			
	MEMORIAS	a/m	STO 0	
		e ²	STO 1	
		(1-e ²)	STO 2	
3	METER DATOS DE LATITUDES	ys/G.MS	R/S	Nscosys
		yn/G.MS	R/S	Nncosyn
4	SE CALCULA M		GTO 19 R/S	M
5	METER DATOS LATITUDES	ys/G.MS	R/S	tan(zs/2)
		yn/G.MS	R/S	tan(zn/2)
6	SE CALCULAN n Y K		GTO 36 R/S	K
7	SI SE QUIERE CONOCER n		RCL 6	n
8	PARA SEGUIR CON EL CALCULO DE LA PROYECCION SE INTRODUCES EL PROGRAMA 2, DEJANDO INTACTAS LAS MEMORIAS.			
9	PARA NUEVO CASO VER PASO 3			
10	PARA DIFERENTE ELIPSOIDE VER PASO 2			
11	FIN			

CALCULO DE \bar{x} E \bar{y} PARA LA PROYECCION CONICA CONFORME DE LAMBERT CON DOS PARALELOS BASE

2 3

				Se calcula g		a	
01	15	00	g→H	ψ			
02	23	03	STO 3	"			
03	14	06	f tan	$\tan \psi$			e^2
04	24	02	RCL 2	$(1-e^2) \tan \psi$			
05		61	x	$\tan \psi$			
06	15	06	g \tan^{-1}	ψ			$(1-e^2)$
07		09	9	9	ψ		
		00	0	90	"		
		21	x→y	ψ	90°		ψ/DEC ó g
		41	-	z			
		02	2	2	z		
		71	÷	z/2			K
14	06	f tan	$\tan z/2$				
24	06	RCL 6	n $\tan(z/2)$				
14	03	f y^x	$\tan^n z/2$				Einvs.
24	04	RCL 4	K $\tan^n(z/2)$				
24	05	RCL 5	E K $\tan^n(z/2)$				
		71	÷	KE $\tan^n(z/2)$			n
		61	x	g			
23	03	STO 3	"				
		74	R/S	$\Delta \lambda$		Muestra g a	$\Delta \lambda$
15	00	g→H	"			escala	
23	07	STO 7	"			Calcula \bar{x}	
24	06	RCL 6	n $\Delta \lambda$				
		61	x	$n \Delta \lambda$			Einvs-inverso de la escala
14	04	f sen	$\text{sen}(n \Delta \lambda)$				
24	03	RCL 3	g $\text{sen}(n \Delta \lambda)$				$\Delta \lambda$ -diferencia longitud
		61	x	$\frac{g}{x}$			x e \bar{y} - coordenadas para trazo de la proyección
		74	R/S	"		Muestra \bar{x}	
24	07	RCL 7	$\Delta \lambda$ \bar{x}			Calcula \bar{y}	
		02	2	2 $\Delta \lambda$	\bar{x}		
		71	÷	$(\Delta \lambda/2)$ $\frac{\Delta \lambda}{x}$			
24	06	RCL 6	n $(\Delta \lambda/2)$ \bar{x}		\bar{x}		
		61	x	$n(\Delta \lambda/2)$ $\frac{\bar{x}}{x}$			
14	06	f tan	$\tan(n \Delta \lambda/2)$ \bar{x}				
		61	x	\bar{y}			
13	21	GTO 21	"			Muestra \bar{y}	

FORMULAS

$g = KE \tan^n(z/2)$

$\bar{x} = g \text{sen}(n \Delta \lambda)$
 $\bar{y} = x \tan(n \Delta \lambda/2)$

PROGRAMA DE CALCULO DEL FACTOR DE ESCALA PARA LA PROYECCION CONICA CONFORME DE LAMBERT CON DOS PARALELOS BASE

Hoja 3

3

Linea	Programa	Tecla	X	Y	Z	T	Comentarios	m	...
			φ				Se calcula gn		a
15	00	g→H	"						
23	03	STO 3	"						
14	06	f tan	$\tan \varphi$						e^2
24	02	RCL 2	$(1-e^2)$	$\tan \varphi$					
	61	x	$\tan \varphi$						
15	06	gtan ⁻¹	φ						$(1-e^2)$
	09	9	9	φ					
	00	0	90	"					
	21	x→y	φ	90					$\varphi/G.DDD$
	41	-	z						
	02	2	2	z					
	71	∴	$z/2$						K
14	06	f tan	$\tan(z/2)$						
24	06	RCL 6	n	$\tan(z/2)$					
14	03	f y ^x	$\tan^n(z/2)$						
24	06	RCL 6	n	$\tan^n(z/2)$					
24	04	RCL 4	K	$\tan^n(z/2)$					
	61	x	Kn	$\tan^n(z/2)$					n
	61	x	gn						
24	03	RCL 3	φ	gn			Se calcula		
14	04	f sen	$\text{sen } \varphi$	"			N cos φ		
15	02	g x ²	$\text{sen}^2 \varphi$	"					
24	01	RCL 1	e^2	$\text{sen}^2 \varphi$	gn				
	61	x	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	gn					
	01	1	1	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	gn				
	21	x→y	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	1	"				g-generatriz
	41	-	r^2	gn					Fep- factor de
14	02	f \sqrt{x}	r	"					escala en
24	00	RCL 0	a	r	gn				los para-
	21	x→y	r	a	"				lelos
	71	∴	N	gn					
24	03	RCL 3	φ	N	gn				
14	05	f cos	$\cos \varphi$	"	"				
	61	x	N cos φ	gn					
	71	∴	Fep	φ					
13	00	GT0 00							

FORMULAS

$$Fep = \frac{K n \tan^n(z/2)}{N \cos \varphi} \cdot \frac{gn}{N \cos \varphi}$$

EJEMPLO 58, 59 y 60

Se requiere calcular n , K , \bar{x} , \bar{y} , y el Factor de Escala de la Proyección - Cónica Conforme de Lambert con los paralelos base 36° y 54° . Utilizada para construir la carta del Océano Atlántico Norte; la escala utilizada fué de 1:10,000,000

DATOS	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.40	a, semieje mayor
0.0067686538	STO 1	0.01	e^2
1	x - y	0.01	
	-	1.00	$(1-e^2)$
	STO 2	1.00	Se almacena
36°	R/S	5166121.43	$N_s \cos \phi_s$
54°	R/S	3757347.69	$N_n \cos \phi_n$
	GTO 19		Se transfiere para calculo de M.
	R/S	0.14	M
36°	R/S	0.51	$\tan(zs/2)$
54°	R/S	0.33	$\tan(zn/2)$
	GTO 36		Se transfiere para calculo de K.
	R/S	11709990.97	K
	RCL 6	0.71	n

(Se introduce el siguiente programa (2) sin borrar lo que se encuentra en las memorias)

10,000,000	STO 5	10,000,000	Inverso de la Escala
75° (lat.)	R/S	0.28	generatriz del cono
	f FIX 4	0.2788	Se escogen los decimales.
5° (long.)	R/S	0.0173	\bar{x}
	R/S	0.0005	\bar{y}
etc.			
60° (lat.)	f PRGM		Se regresa al inicio del programa.
	R/S	0.4616	g
5° (long.)	R/S	0.0286	\bar{x}
	R/S	0.0009	\bar{y}
etc.			

(Se introduce el siguiente programa (3) sin borrar lo que se encuentra en las memorias)

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
	f PRGM		Se inicia el programa
20°	R/S	1.079	Factor de escala para 20° de latitud.
30°	R/S	1.021	Idem. para 30°
36°	R/S	1.000	Idem. para el paralelo base.
etc.			

CALCULO DE LAS COORDENADAS \bar{x} e \bar{y} PARA EL TRAZO DE LA PROYECCION CONICA AMERICANA O DE HASSLER

1 1

		φ		Calcula N	
15	00	g→H	"		a
02	23	02STO 2	"		
03	14	04f sen	sen φ		e ²
04	23	04STO 4	"		
05	15	02 g x ²	sen ² φ		
06	24	01RCL 1	e ²	sen ² φ	φ /DEC
07	61	x	e ² sen ² φ		
08	22	CHS	-e ² sen ² φ		
	01	1	1	e ² sen ² φ	g
	51	+	r ²		
14	02	f \sqrt{x}	r		
24	00RCL 0	a	r		sen φ =n
	21	x→y	r	a	
	71	÷	N		
24	02RCL 2	φ	N	Termina cálculo de N	n
14	06f tan	tan φ	"	Calcula g	
71	÷	g			
23	03STO 3	"			
	74	R/S	$\Delta\lambda$	g	Muestra g
14	71f x=y	"	"	"	Calcula x
13	00GTO 00	"	"		ESCALA (inv.)
15	00	g→H	"		
24	04RCL 4	n	$\Delta\lambda$		
	61	x	n $\Delta\lambda$		
23	05STO 5	"			
14	04f sen	sen(n $\Delta\lambda$)			
24	03RCL 3	g	sen(n $\Delta\lambda$)		
	61	x	\bar{x}		
24	07RCL 7	ESCALA	x		
	71	÷	\bar{x} esc.		
	74	R/S	"		
24	05RCL 5	n $\Delta\lambda$	\bar{x}	Muestra \bar{x}	
	02	2	2	Calcula \bar{y}	
	71	÷	n $\Delta\lambda$	\bar{x}	
	71	÷	n $\Delta\lambda$ /2	\bar{x}	
14	06f tan	tan(n $\Delta\lambda$ /2)	\bar{x}		
	61	x	\bar{y}		
13	19GTO 19	"	"	Muestra \bar{y}	
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					

FORMULAS: $g = N \cdot \cot \varphi$ $\bar{x} = g \cdot \text{sen}(n\Delta\lambda)$
 $n = \text{sen} \varphi$ $\bar{y} = \bar{x} \cdot \tan(n\Delta\lambda/2)$

g=generatriz
 φ =latitud media
 $\Delta\lambda$ =espaciamiento entre meridianos
N= normal mayor
n=constante del cono

EJEMPLO 61

Se quieren conocer las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para el trazo de la Proyección - Policónica americana ó de Hassler para una latitud media de 19° al Norte del Ecuador. El espaciamiento entre paralelos es de 10', 20' y 30', al Este y al Oeste.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.4	a (semieje mayor)
0.0067686538	STO 1	0.01	e^2 (CLARKE 1866)
50 000	STO 7	50 000.00	ESCALA (inverso)
	f FIX 4	50 000.0000	se escogen decimales.
19°	R/S	18530243.3800	g (generatriz)
0.10	R/S	0.3510	\bar{x}_1 a escala
	R/S	0.0002	\bar{y}_1 a escala
0.20	R/S	0.7020	\bar{x}_2
	R/S	0.0007	\bar{y}_2
0.30	R/S	1.0529	\bar{x}_3
	R/S	0.0015	\bar{y}_3
	ENTER1	0.0015	\bar{y}_3
	R/S	0.0015	\bar{y}_3 para finalizar el programa.

CALCULO DE \bar{x} e \bar{y} PARA EL TRAZADO DE LA PROYECCION DE MERCATOR

		φ	λ	\bar{y}	\bar{x}	Calculo de \bar{y}	a/m
15	00	g→H	"	"	"		
23	02	STO 2	"	"	"		
14	04	f sen	sen φ				e
24	01	RCL 1	e	sen φ			
61	x		e · sen φ				
23	03	STO 3	"				φ /DEC
32	CHS		-e · sen φ				
01	1		1	-e · sen φ			
51	+		1 - e sen φ				e sen φ
24	03	RCL 3	e sen φ	1 - e sen φ			
01	1		1	e sen φ	1 - e sen φ		
51	+		1 + e sen φ	1 - e sen φ			
71	↓		A				
24	01	RCL 1	e	A			
02	2		2	e	A		
71	↓		e/2	A			
14	03	f yx	A e/2				
04	4		4	A e/2			
05	5		45	"			
24	02	RCL 2	φ	45	A e/2		
02	2		2	φ	45 A e/2	A e/2	
71	↓		$\varphi/2$	45 e/2	A e/2		ESCALA (Inv.)
51	+		B	A			
14	06	f tan	tán B	"			
61	x		tan B A e/2				φ -latitud
14	07	f ln	ln tan(A e/2 B)				a-semieje mayor
24	00	RCL 0	a	ln tan(A e/2 B)			e-exentricidad
24	07	RCL 7	ESCALA	a ln tan(A e/2 B)			λ a-longitud meridiano anterior
71	↓		a · E	ln tan(A e/2 B)			
61	x		\bar{y}				
74	R/S		λ	λ a	\bar{y}	Muestra \bar{y}	
15	00	g→H	"	"	"	Calcula \bar{x}	
21	x→y		λ a	λ	"		λ -longitud meridiano siguiente
15	00	g→H	"	"	"		
41	-		($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}			E-ESCALA (Inv.)
15	73	g π	π	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}		
01	1		1	π	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}	
08	8		18	"	"	"	
00	0		180	"	"	"	
71	↓		$\pi/180$	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}		
24	00	RCL 0	a	$\pi/180$	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}	
61	x		a $\pi/180$	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}		
24	07	RCL 7	ESCALA	a $\pi/180$	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}	
71	↓		aE $\pi/180$	($\lambda - \lambda$ a)	\bar{y}		
61	x		\bar{x}	\bar{y}			
13	00	GTO 00	"	"	"	Muestra \bar{x}	

FORMULAS: $\bar{y} = aE \ln(\tan(\pi/4 + \varphi/2) \frac{1 - e \cdot \text{sen} \varphi}{1 + e \cdot \text{sen} \varphi})^{e/2} = aE \ln \tan(B) A^{e/2}$
 $\bar{x} = aE(\lambda - \lambda a) \pi/180$

EJEMPLO 62

Se desea calcular las coordenadas \bar{x} e \bar{y} para el trazado de la proyección de Mercator para la Cd. de México, cuyas coordenadas son $\varphi = 19^\circ 25' 59''$, y $\lambda = 99^\circ 07' 58''$. El espaciamiento entre paralelos deberá ser cada 5', al igual que entre meridianos.- La escala es de 1:50 000.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
50 000	STO 7	50 000.00	Escala
6378206.4	STO 0	6378206.40	a, semieje mayor
0.082271824	STO 1	0.08	e, excentricidad
	f FIX 4	0.0823	se escogen 4 lugares decimales
19°25	R/S	43.7944	\bar{y}_1
99°05	ENTER ↑	99.0500	λ_a , meridiano anterior.
99°10	R/S	0.1855	x_1
19°30	R/S	43.9900	\bar{y}_2
99°10	ENTER ↑	99.1000	λ_a , meridiano anterior.
99°15	R/S	0.1855	x_2
19°35	R/S	44.1857	\bar{y}_3
99°15	ENTER ↑	99.1500	λ_a , meridiano anterior.
99°20	R/S	0.1855	x_3
19°40	R/S	44.3815	\bar{y}_4
99°20	ENTER ↑	99.2000	λ_a , meridiano anterior.
99°25	R/S	0.1855	x_4

etc.

$$\bar{y}_2 - \bar{y}_1 = 0.1956$$

$$\bar{y}_3 - \bar{y}_2 = 0.1957$$

$$\bar{y}_4 - \bar{y}_3 = 0.1940$$

OBSERVACIONES

las \bar{x} son iguales
las \bar{y} aumentan con la latitud.

TÍTULO: CÁLCULO DE \bar{x} Y $\Delta\varphi$ PARA LA PROYECCIÓN TRANSVERSA DE MERCATOR

1 1

línea	clave	función	X	Y	Z	T	comentarios
00			φ	$\Delta\lambda$			calcula r
01	15 00	g→H	"	"			a
02	23 02	STO 2	"	"			
03	14 04	f sen	$\text{sen } \varphi$	"			e^2
04	15 02	g x ²	$\text{sen}^2 \varphi$	"			
05	24 01	RCL 1	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	$\text{sen}^2 \varphi$	$\Delta\lambda$		
06	61 x		$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	$\Delta\lambda$			
07	01 1		1	$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	$\Delta\lambda$		$\varphi/\text{DEC.}$
08	21 x→y		$e^2 \text{sen}^2 \varphi$	1	$\Delta\lambda$		
09	41 -		r^2	$\Delta\lambda$			$r^2(\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } M)$
10	23 03	STO 3	"	"			
11	14 02	f \sqrt{x}	r	"			
12	21 x→y		$\Delta\lambda$	r			calcula s
13	15 00	g→H	"	"			$s^3/6\rho^2$
14	14 04	f sen	$\text{sen } \Delta\lambda$	"			
15	24 02	RCL 2	φ	$\text{sen } \Delta\lambda$	r		$\text{sen } 1^\circ$
16	14 05	f cos	$\text{cos } \varphi$	"	"		
17	61 x		$\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } \varphi$	r			
18	235103	STO x3	"	"			K
19	235103	STO x3	"	"			
20	24 00	RCL 0	a	$\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } \varphi$	r		\bar{x}^0
21	61 x		sr	r			
22	21 x→y		r	sr			
23	71 +		s				
24	24 03	RCL 3	M'	s			calcula $s^3/6\rho^2$
25	01 1		1	M'	s		
26	24 01	RCL 1	e	1	M'	s	
27	41 -		$(1-e^2)$	M'	s		
28	02 2		2	$(1-e^2)$	M'	s	$e^2=0.0067658$
29	61 x		$2(1-e^2)$	M'	s	"	
30	71 +		M	s	"	"	$K=0.9996$
31	23 03	STO 3	"	"	"	"	
32	61 x		sM	"	"	"	$X^2=500,000$
33	03 3		3	sM	s	s	
34	71 +		$s^3/6\rho^2$	s	"	"	calcula x''
35	23 04	STO 4	"	"	"	"	φ = latitud
36	51 +		x''	"	"	"	$\Delta\lambda$ = diferencia de longitud
37	24 06	RCL 6	K	x''	"	"	calcula x'
38	61 x		Kx''	s	"	"	
39	24 04	RCL 4	$s^3/6\rho^2$	Kx''	"	"	
40	51 +		x'	s	"	"	
41	24 07	RCL 7	\bar{x}^0	x'	"	"	calcula \bar{x}
42	51 +		x	s	"	"	
43	24 03	RCL 3	M	\bar{x}	"	"	calcula
44	24 02	RCL 2	φ	M	\bar{x}	"	
45	14 06	f tan	$\text{tan } \varphi$	"	"	"	
46	61 x		$\Delta\varphi$				
47	24 05	RCL 5	$\text{sen } 1^\circ$	$\Delta\varphi$			
48	71 +						
49	14 00	f→HMS	$\Delta\varphi$				muestra $\Delta\varphi$

FORMULAS: $\bar{x} = \bar{x}^0 + x'$ $x' = Kx'' + s^3/6\rho^2$ $x'' = s + s^3/6\rho^2 = s + sM/3$ $s = N(\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } \varphi)$
 $M = (\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } \varphi)^2 r^2 / 2(1-e^2)$ $N = a/r$ $M' = (\text{sen } \Delta\lambda \text{ cos } \varphi)^2 r^2$

CALCULO DE \bar{x} Y $\Delta\psi$ PARA LA PROYECCION TRANSVERSA DE MERCATOR

Programador I. LOPEZ ARREOLA

PASO	INSTRUCCIONES	Variables	Operaciones	Resultados	Comentarios
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM		
2	METER DATOS A	a/m	STO 0		
	MEMORIAS	e ²	STO 1		
		sen 1°	STO 5		
		K	STO 6		
		\bar{x}^2	STO 7 f fix 4		
3	METER DATOS DE $\Delta\lambda$	$\Delta\lambda/\text{g.MS}$	ENTER↑		
	Y ψ	$\psi/\text{g.MS}$	R/S		$\Delta\psi/\text{g.MS}$
			$\bar{x} \cdot y$		\bar{x}/m (Este)
	para calcular las \bar{y} 's, se suma la $\Delta\psi$ obtenida con la ψ del paralelo en cuestión; con el programa 51 se calcula el arco de meridiano desde el Ecuador hasta el paralelo $\psi + \Delta\psi$ y se multiplica por K				
4	PARA DIFERENTE $\psi \neq 0$				
	VER PASO 3				
5	FIN				

EJEMPLO 63

Se desea calcular las abscisas para el trazo de la proyección transversa de Mercator, escala 1:2'000,000 para el estado de Tamaulipas, con un espaciamento de 1° entre meridianos y paralelos. El Estado de Tamaulipas se encuentra entre los 22° y los 28° de latitud Norte, y entre los 97° y los 101° de longitud Oeste de Greenwich. Se tomó como meridiano central el de longitud W igual a 99°.

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
6378206.4	STO 0	6378206.4	a (semi-eje mayor)
0.0067686538	STO 1	6.8 - 03	e^2
0.9996	STO 6	1.0	$\frac{1}{k}$
500000	STO 7	500000.0	X_0
	F fix 4		
1°	ENTER↑	1.0000	$\Delta\lambda$
22°	R/S	0.0011	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R↓	603,226.3293	\bar{X} E
2°	ENTER↑	2.0000	$\Delta\lambda$
22°	R/S	0.0044	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R↓	706,475.5653	\bar{X} E
1°	ENTER↑	1.0000	$\Delta\lambda$
23°	R/S	0.0011	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R	602,486.8892	\bar{X} E
2°	ENTER↑	2.0000	$\Delta\lambda$
23°	R/S	0.0045	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R↓	704,995.7426	\bar{X} E
1°	ENTER↑	1.0000	$\Delta\lambda$
24°	R/S	0.0012	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R↓	601,716.3113	\bar{X} E
2°	ENTER↑	2.0000	$\Delta\lambda$
24°	R/S	0.0047	$\Delta\varphi$ /G.MS
	R↓	703,453.6220	\bar{X} E
etc.			

Aunque breve, este programa contempla solo el inicio de una serie de programas de fotogrametría que debido a la gran cantidad de datos que es posible manejar y por lo avanzado de los restituidores analíticos; por lo tanto he decidido no programar en esta máquina problemas demasiado complejos por lo limitado de su capacidad.

El presente programa solo calcula la altitud promedio de vuelo en base a la distancia focal, la altitud promedio de vuelo sobre la superficie fotografiada y la escala deseada de vuelo. Mediante la misma fórmula, el programa calcula la escala promedio de un vuelo dado teniendo como datos la distancia focal de la cámara, la altura promedio de vuelo sobre el plano de referencia y la altitud de vuelo sobre el nivel medio del mar (NMM). La fórmula es :

$$H = \frac{f}{E_p} + h_p \quad \text{y} \quad E_p = \frac{f}{H - h_p}$$

El programa calcula también la altura de un objeto fotografiado en base a la diferencia de desplazamiento del objeto en dos fotografías consecutivas, la distancia radial del objeto respecto al centro de una de las fotografías y altura de vuelo. La fórmula es:

$$h_a = \frac{dr \cdot H}{r}$$

Finalmente calcula las coordenadas terrestres de un punto dado en base a las coordenadas del mismo en la fotografía tomando como referencias las marcas fiduciales de la misma, según las fórmulas siguientes:

$$X_A = x_a \frac{H - h_p}{f}$$

$$Y_A = y_a \frac{H - h_p}{f}$$

en donde: H= altitud de vuelo
 h_p= altitud sobre terreno
 f= distancia focal
 E_p= escala promedio
 h_a= altura del objeto
 dr= desplazamiento por relieve
 r= distancia radial
 X_A, Y_A= coord. terrestres
 x_a, y_a= coord. fotográficas

FOTOMETRIA (escala y posición de una fotografía) 1 1

línea clave		X	Y	Z		
00		Ep	f	hp	calcula H	Xa
01	61 ÷	f/Ep	hp			
02	51 †	H			muestra H	
03	13 00GTO 00	hp	f	H	calcula Ep	1/Ep
04	21 x-y	f	hp	H		
05	23 07STO 7	"	"	"		
06	22 R‡	hp	H			m2
07	41 -	H-hp				
08	24 07RCL 7	f	H-hp			
09	21 x-y	H-hp	f			
10	71 ÷	1/Ep				
11	15 22 g 1/x	Ep			muestra To	
12	13 00GTO 00	r	dr	H	calcula ha	
13	71 ÷	dr/r	H			
14	61 x	ha			muestra ha	
15	13 00GTO 00	xa	hp	f	H	calcula XA, YA
16	22 R‡	hp	f	H	xa	
17	21 x-y	f	hp	H	xa	
18	22 R‡	hp	H	xa	f	
19	41 -	H-hp	xa	f		
20	21 x-y	xa	H-hp	f		
21	23 00STO 0	"	"	"		f
22	22 R‡	H-hp	f			
23	21 x-y	f	H-hp			
24	71 ÷	1/Ep				
25	23 01STO 1	"				
26	24 00RCL 0	xa	1/Ep			
27	61 x	XA			muestra XA	
28	74 R/S	YA	XA		se introduce	
29	24 01RCL 1	1/Ep	YA	XA	YA	
30	61 x	YA	XA			
31	13 00GTO 00	"	"		muestra YA	
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						

hp=altitud promedio sobre el terreno
H = altitud de vuelo
Ep=escala promedio
f = distancia focal
ha=altura del objeto
dr=diferencia de desplazamiento
r = distancia radial a la parte superior del objeto
xa=coordenada x sobre la fotografía
ya=coordenada y sobre la fotografía
XA = coordenadas terrestres
YA = coordenadas terrestres

FORMULAS: $H=f/Ep+hp$ $ha=(dr \cdot H)/r$ $Ep=f/(H-hp)$
 $XA=xa(H-hp)/f=xa/Ep$ $YA=ya(H-hp)/f=ya/Ep$

Título FOTOMETRIA (escala y posición de una foto)

1 1

Programador I. LOPEZ ARNEOLA

FLEBO	INSTRUCCIONES	UNIDADES	OPERACIONES	RESULTADOS
1	TECLEAR PROGRAMA		f PRGM	
2	METER DATOS PARA			
	CALCULO DE H	hp/m	ENTER↑	
	(altura de vuelo)	f/m	ENTER↑	
		Ep	R/S	H/m
3	METER DATOS PARA			
	CALCULO DE Ep	H/m	ENTER↑	
	(escala promedio)	f/m	ENTER↑	
		hp/m	GTO 04 R/S	Ep
4	METER DATOS PARA			
	CALCULO DE ha	H/m	ENTER↑	
	(altura de un obj.)	dr/m	ENTER↑	
		r/m	GTO 13 R/S	ha/m
5	METER DATO PARA			
	CALCULO DE X_A, Y_A	H/m	ENTER↑	
		f/m	ENTER↑	
		hp/m	ENTER↑	
		x_a/m	GTO 16 R/S	X_A/m
		y_a/m	R/S	Y_A/m
6	PARA NUEVOS CASOS			
	VER INCISOS 2,3,4,			
	5, SEGUN CORRESPON			
	DA			
7	FIN			

EJEMPLO 64

a) Se desea conocer la altitud sobre el nivel medio del mar a que debe ir un vuelo fotogramétrico, si se quiere tener una escala promedio de 1:10,000 se tiene una cámara con una distancia focal (f) de 0.1524 m y la altitud promedio del terreno es de 1500 m sobre el NMM.

$$E_p = 1:10,000$$

$$f = 0.1524 \text{ m}$$

$$h_p = 1500 \text{ m}$$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1500	ENTER↑	1500.00	altitud promedio del terreno (hp)
0.1524	ENTER↑	0.15	distancia focal(f)
10,000	g 1/x	0.00	inverso escala 1/Ep
	R/S	3024.00	H altitud de vuelo sobre NMM

b) Se desea conocer la escala promedio (Ep) de un vuelo cuyos datos son los anteriores:

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
3024	ENTER↑	3024.00	H
0.1524	ENTER↑	0.15	f
155	GTO 04	1500.00	hp
	R/S	10,000.00	Escala Promedio de vuelo (Ep) 1:10,000

c) Se desea conocer la altura de un objeto fotografiado en un vuelo fotogramétrico. Los datos son los siguientes:

$$H = 1524.00 \text{ m}$$

$$d_r = 0.0193 \text{ m}$$

$$r = 0.0824 \text{ m}$$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
1524	ENTER↑	1524.00	H
0.0193	ENTER↑	0.02	dr
0.0824	GTO 13	0.08	r
	R/S	356.96	altura del objeto (ha)

d) Se desean conocer las coordenadas terrestres de un punto sobre una fotografía aérea, cuyas coordenadas fotográficas son:

$x_a = 0,1035 \text{ m}$

$y_a = 0,0312 \text{ m}$

y cuyos datos de vuelo son los siguientes:

$H = 3024 \text{ m}$

$h_p = 1500 \text{ m}$

$f = 0,1524 \text{ m}$

DATO	TECLA	RESULTADOS	COMENTARIOS
3024	ENTER	3024.00	H
0.1524	ENTER	0,15	f
1500	ENTER	1500.00	h _p
0.1035	GTO 16	0,10	x _a
	R/S	1035.00	X _A /m
0.0312	R/S	312,00	Y _A /m

A MANERA DE CONCLUSION

Espero que el presente trabajo aliente a mis compañeros de generación así como a aquellos que me antecedieron, que siguieron y que seguirán después de mí a terminar su carrera y obtener su TITULO PROFESIONAL. Así mismo deseo que todos ellos ejerzan su profesión para beneficio de la sociedad que hizo posible nuestra preparación profesional.

APLICACION A OTRAS CALCULADORAS HP

Las calculadoras HP mas avanzadas que han salido al mercado son: la HP33E, HP 19c y 29c, la HP 67 y 97, la HP 41 CV, la HP 11c y la HP 34c. Estas calculadoras son programables desde el teclado al igual que la HP 25, y todas cuentan con subrutinas etiquetables para iniciar programas y una orden (RTN) para terminarlos. La HP 33E puede trabajar con y sin subrutinas, y como tiene la misma capacidad de la HP 25, se pueden utilizar los programas tal y como estan escritos.

Para poder aplicar estos programas a las calculadoras mencionadas será necesario, cada vez que se inicie un programa "etiquetar", es decir, llamarlo de alguna manera. Esto será con un número para las HP 33E y las HP 19c y 29c (LBL 0 ó 1, etc.), ó con una letra para las HP 11c, HP 34c, HP 67 y 97 (LBL A ó B, etc.) ó con un nombre propio para la HP 41 CV (LBL TOPO ó VOLI? etc.). Asimismo, cada vez que exista una orden de transferencia (GTO), será necesario previamente, asignar una "etiqueta" (LBL) a la posición ó paso anterior al que se va a transferir el control del programa. Así, en las HP 33E, 19c, 29c, 11c, y 34c, será GTO 0 ó 1, etc.; en las HP 67 y 97 será GTO A ó B, etc. (ó también GTO 1 ó 2, etc., pues en estas máquinas se usan las "etiquetas" alfabéticas para iniciar programas y las numéricas para subrutinas internas); en la HP 42 CV será indiferente "etiquetar" las subrutinas internas por nombre, letra ó número.

Las HP 33E, 19c, 29c, 11c, 34c, 67 y 97, tienen todas las ordenes que aparecen en estos programas integrados en el teclado, a diferencia de la HP 41 CV, que tiene algunas ordenes en el teclado y otras tienen que ser llamadas de catalogo de ordenes propias de la máquina (XEQ SIN, ejecuta el seno de un ángulo cuyo valor numérico aparece en la pantalla, y ejecutada mientras se está introduciendo un programa se almacena como un paso del mismo programa).

En las HP 19c y 97, se pueden substituir las ordenes PAUSE por una orden PRx (19c) ó PRINT(97), y en la HP 41 CV por VIEW x. En caso de que la calculadora tenga conectada la impresora periférica imprimirá el resultado, si no está conectada solo mostrará el resultado en la pantalla.

B I B L I O G R A F I A

MANUAL DE USUARIO.- Calculadora HP-25.- HEWLETT-PACKARD.-U.S.A.

DIAGRAMAS DE FLUJO.-Farina, Mario.- DIANA 1973

TOPOGRAFIA GENERAL.- Higashida, Sabro, Ing. 1973

TOPOGRAFIA.-Montas de Oca, Miguel, Ing.- Representaciones y Srvicios de Ingenieria
1970

ELEMENTOS DE ASTRONOMIA DE POSICION.- Medina Peralta, Manuel, Ing.-LIMUSA 1974

TRATADO ELEMENTAL DE TOPOGRAFIA, GEODESIA Y ASTRONOMIA PRACTICA, TOMO II.- Díaz Co
varrubias, Francisco, Ing.- Oficina Ti-
pográfica de la Secretaría de Fomento, 1899

GEODESIA GEOMETRICA.- Medina Peralta, Manuel, Ing.- LIMUSA 1974

INTRODUCTION TO GEODESY.- Ewing and Mitchell.- ELSEVIERPUB. CO., INC. N.Y. 1970

ELEMENTS OF MAP PROJECTION.- Deetz, Charles H.-U.S. Coast and Geodetic Survey 1945

GEOGRAPHIC TABLES AND FORMULAS.- U.S. Geological Survey 1918

U.T.M. GRID TABLES FOR LATITUDES 0°- 33° CLARKE 1866 SPHEROID.-Army Map Service
1949

ANUARIO del Obsrvatorio Astronómico Nacional.- U.N.A.M., Instituto de Astronomía
1975 y 1976

APUNTES VARIOS SOBRE TEORIA DE LOS ERRORES Y CARTOGRAFIA.-Alonso Lerch, Federico
1979