



20j
4

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

"LIGA DE LA ESTACION DOPPLER (47568) CON LA
POLIGONAL DE APOYO PARA EL DESLINDE TOPO-
GRAFICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA"

TESIS PROFESIONAL

Elaborada para obtener el Título de
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P o r

RODOLFO OSORIO MARTINEZ

México, D. F.

Septiembre, 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CAPITULOS

- I. INTRODUCCION
- II. EL SISTEMA DOPPLER
- III. TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A U.T.M.
- IV. LEVANTAMIENTO Y CALCULOS DE LA POLIGONAL DE APOYO CON COORDENADAS U.T.M.
- V. ORIENTACION DE UNA LINEA DE LA POLIGONAL POR MEDIO DE OBSERVACIONES A LA ESTRELLA POLAR
- VI. CONCLUSIONES
- VII. BIBLIOGRAFIA

I N D I C E

PAGINA

I.	INTRODUCCION	1
II.	EL SISTEMA DOPPLER	2
	- EFECTO DOPPLER	7
	- COMO OPERA EL SISTEMA	10
	- OPERACION DEL EQUIPO	10
	- ENERGIA REQUERIDA POR EL SISTEMA	11
	- UTILIZACION DE LOS SATELITES GEODESICOS	15
	- MEDIDA DE DISTANCIAS CON SATELITES	17
	- MEDIDA DE DIRECCIONES POR SATELITES	19
III.	TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A -- COORDENADAS U.T.M.	21
	- FORMULAS PARA LA TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A COORDENADAS U.T.M.	22
	- PROCESO DE CALCULO	23
	- TABLAS PARA LA CONVERSION DE COORDENADAS -- GEOGRAFICAS A COORDENADAS U.T.M.	29
	- NOMOGRAMA PARA LA DETERMINACION DEL VALOR -- DE LOS TERMINOS B_5 , A_6 , Δ^2 (IV)	35
IV.	LEVANTAMIENTO Y CALCULOS DE LA POLIGONAL DE -- APOYO CON COORDENADAS U.T.M.	36
	- DETERMINACION DEL AREA	37
	- PLANILLA DE CALCULO	38

I N D I C E

PAGINA

- DEDUCCION DE LA FORMULA EN FUNCION DE UN - POLIGONO	40
- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PARA EL - - CALCULO DEL AREA DEL TERRENO DE CIUDAD - - UNIVERSITARIA	45
- PROGRAMA PARA EL CALCULO DEL AREA	46
- DOCUMENTACION DEL PROGRAMA	49
- PLANO TOPOGRAFICO DE LOS LIMITES DE CIUDAD UNIVERSITARIA	53
V. ORIENTACION DE UNA LINEA DE LA POLIGONAL POR MEDIO DE OBSERVACIONES A LA ESTRELLA POLAR	
- DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE OBSERVA-- CION PARA LA DETERMINACION DEL AZIMUT	59
- REGISTRO DE LAS SERIES OBSERVADAS	60
- CALCULO DE PROMEDIOS	61
- DETERMINACION DEL AZIMUT POR MEDIO DE LA - ESTRELLA POLAR EN FUNCION DEL ANGULO HORA-- RIO Y DE LA ALTURA	62
- ELEMENTOS DEL TRIANGULO ASTRONOMICO	62
- CALCULO DEL ANGULO HORARIO DE LA ESTRELLA POLAR	65
- CALCULO DEL ANGULO HORARIO DE LA POLAR TO- MADO DE LA OBSERVACION	66

I N D I C E

PAGINA

-	CALCULO DEL AZIMUT DE LA POLAR	68
-	PLANILLA DE CALCULO DEL AZIMUT	70
-	DISTOMAT DI-10	71
-	DISTANCIOMETRO BEETLE	78
VI.	CONCLUSIONES	81
VII.	BIBLIOGRAFIA	84

I. INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo, es la de describir las diferentes etapas, por las cuales se pasó para la -- elaboración de un plano topográfico actualizado de -- Ciudad Universitaria, en virtud de que la misma, ha realizado donaciones de terrenos a Instituciones Educativas, así como también ha sufrido invasiones en -- sus predios.

Para llevar a cabo ésto, fue necesario un previo reconocimiento de linderos, ubicación estratégica de -- los vértices de la poligonal de apoyo, así como la -- utilización de torres metálicas, para hacer posible la intervisibilidad de puntos y, pensando que este -- trabajo requería apoyo de un punto bien definido por su posición geográfica sobre la tierra (coordenadas), se ligó a la estación Doppler establecida por la Dirección General de Geografía, situada en la Facultad de Ingeniería.

Cabe hacer mención, que para dicho trabajo, se contó con el instrumental adecuado, tanto para medidas angulares como de distancias, en las angulares se utilizó un aparato WILD T2, y para las distancias se -- trabajó con instrumental electrónico, un DISTOMAT -- DI-10 y un distanciometro también electrónico BEETLE.

II. SISTEMA DOPPLER

En los años de 1960 a 1970 el Gobierno de los Estados Unidos de América, llevó a cabo trabajos geodésicos a nivel mundial, empleando nuevos métodos por medio de satélites artificiales (satélites TRANSIT) sistema desarrollado por la U.S. NAVY y el laboratorio de Física Aplicada de la Universidad de John Hopkins, con los cuales hizo una red de triangulación mundial, estos estudios realizados dieron como origen al instrumento electrónico (GEOCEIVER) cuya finalidad es dar posición geográfica a puntos sobre la superficie terrestre, con una precisión bastante cercana a la que puede obtenerse con observaciones astronómicas de primer orden.

Originalmente este sistema fue utilizado para fines militares, pero con el paso del tiempo fue cedido para fines científicos.

El geoceiver también es conocido como "sistema de posicionamiento doppler por satélites", el sistema rastreador consta principalmente de un receptor, una grabadora, una antena preamplificador, una fuente de poder y un microprocesador. Este equipo recibe y registra la información transmitida por los satélites y es

almacenada por la unidad de registro después de varios pasos de satélites.

Con los primeros aparatos receptores de señales de satélites, la información era grabada en cintas similares a las usadas por los teletipos, y a su vez éstas eran enviadas al Centro de Cómputo en EE.UU., para que la información fuera procesada y posteriormente enviada a nuestro país, esta información consistía en la posición correcta del punto elegido.

En la actualidad y con los adelantos de la tecnología, se cuenta con aparatos receptores de señales de satélites como el: MAGNAVOX MX 1502 el que viene equipado con una cassettera, en la cual por medio de un cassette es grabada la información que se obtiene de los satélites, así como los datos que se deben de dar (ϕ , λ y h aproximados), después del primer paso del satélite se introducen también los datos de humedad, temperatura y presión.

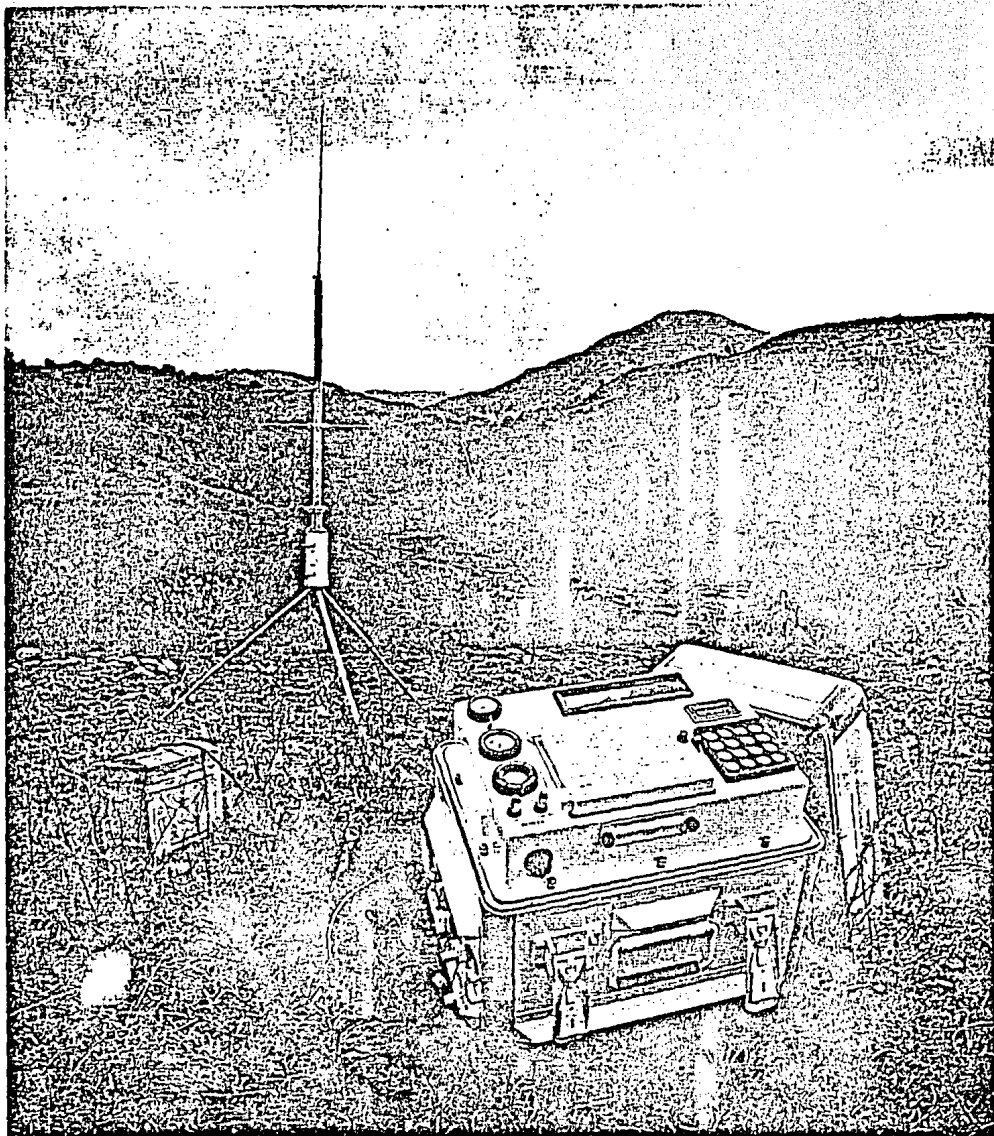
El cassette viene programado en uno de sus lados para efectuar los cálculos que sean requeridos.

En el equipo MAGNAVOX MX 1502, están integrados una computadora y programas para el cálculo de la informa-

ción, correspondientes a la posición del punto; estos datos pueden obtenerse en cuestión de minutos y con una aproximación de acuerdo al número de pasos de satélites.

Se recomienda que periódicamente sea observada la deriva en campo, para verificar su estabilidad, con el fin de asegurar que los datos obtenidos sean de excelente calidad.

La antena deberá de colocarse de tal forma, que no se vea obstruida o tapada por algún objeto que impida la recepción de la onda electromagnética, emitida por el satélite, se sugiere que esta antena sobresalga unos 10° de elevación sobre el horizonte, con la finalidad de que las construcciones o árboles sean librados, -- otra de las observaciones es que la antena no sea situada cerca de estaciones de radar y microondas, líneas de alta tensión, transformadores y en general -- donde haya transmisiones con frecuencias cercanas a 150 y 400 MHz.



RECEPTOR DE SEÑALES DE SATELITES.

MAGNAVOX MX 1502

- | | | |
|---|---|--|
| 1 Indica el voltaje | 6 Interruptor Operar/Esperar | 11 Tecla para cambio de signo |
| 2 Conecta la batería interna, o externa, al medidor | 7 Fusible | 12 Tecla de espaciar |
| 3 Indica la temperatura interna | 8 Entra el código, o los datos mostrados | 13 Tecla para retroceder espacios |
| 4 Desecante que absorbe la humedad interna | 9 Teclado del 0 al 9, para entrar códigos y datos | 14 Transporte de la cinta en cassette |
| 5 Interruptor de energía de la batería externa | 10 Tecla de borrado | 15 Pantalla alfanumérica de 16 dígitos |



CODIGOS PARA LA OPERACION DEL EQUIPO.

EFEECTO DOPPLER

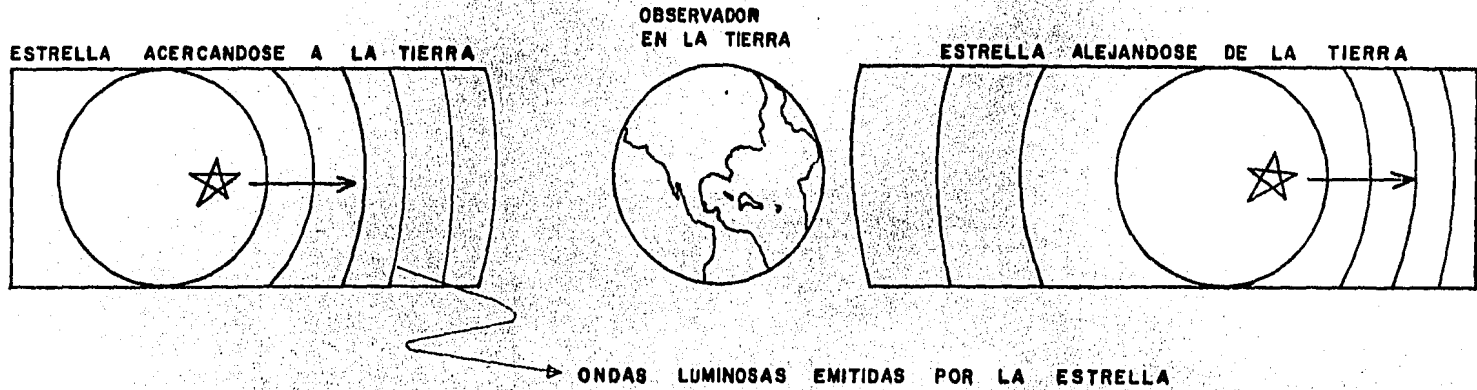
Este principio fue descubierto por el matemático --- austriaco Cristian Doppler, al hacer experimentos -- con fuentes de movimientos de ondas, como son las lu minosas y las sonoras.

Observó que cuando un objeto emite señales y se mueve hacia un observador con una frecuencia constante, el observador recibe una frecuencia más alta que la señal transmitida y a la inversa, si el objeto que emite la frecuencia constantemente se aleja del observador, éste recibe la señal de frecuencia más baja que la emitida por el objeto, por lo tanto, a este cambio de frecuencias registradas es a lo que se le ha llamado efecto Doppler o cambio Doppler.

Uno de los ejemplos más claros de lo que es el efecto Doppler puede apreciarse en el silbido del tren, al pasar cerca de un observador, el sonido se acerca como una nota de tono agudo y al pasar y dejar atrás al observador, el tono cambia a grave, pasando por el tono verdadero, que es cuando el objeto que emite el sonido y el observador están en el punto más cercano y puede decirse que momentáneamente no hay movimiento

en la dirección que los une.

El efecto Doppler ha sido utilizado para el cálculo de velocidades de estrellas, así como la determinación de órbitas de planetas y distancias.



EFFECTO DOPPLER

COMO OPERA EL SISTEMA

Los satélites tienen órbitas circunpolares de norte a sur, a una altura aproximada de 683.51 millas (1,100 Kms.) por lo tanto, cada satélite cubre su órbita completa en un tiempo de 107 minutos aproximadamente.

Dependiendo de la latitud del lugar donde se encuentre el receptor, la señal del satélite se recibirá entre 35 y 100 minutos, en nuestro país la señal se captará cada 60 minutos aproximadamente entre uno y otro.

OPERACION DEL EQUIPO

Para poder trabajar con el equipo en este tipo de observaciones, es indispensable conocer la latitud y -- longitud del lugar con aproximación, para ésto se obtendrán las coordenadas en forma gráfica de una carta geográfica.

Conocidas las coordenadas con aproximación, éstas son utilizadas en el centro del cálculo para la elaboración de una efemérides de los pasos de los satélites por el área de influencia del geociver, donde también

se introducen los datos relativos a las horas de tiempo civil de Greenwich en que cada satélite debe de entrar y salir en el campo de acción del aparato. De la tabla elaborada, se seleccionan los pasos hasta completar un mínimo de 45.

Una vez sincronizado y efectuadas las pruebas del equipo, éste trabaja semiautomáticamente, teniendo cuidado de tomar los datos meteorológicos (temperatura, presión) e introducirlos en el geociver por medio del compartimiento del control.

Establecido el contacto entre satélite y geociver, éste registrará en forma automática las señales emitidas por el satélite cada 4.6 segundos, con la finalidad de poder medir el efecto Doppler, también se reciben señales cada 120 segundos, durante un tiempo de 20 minutos, en donde el satélite transmite su posición, y es éste el tiempo que dura la comunicación entre ambos, estas señales son registradas en una cinta magnética - - - - (cassette) que puede ser leída posteriormente.

ENERGIA REQUERIDA POR EL SISTEMA

El geociver puede funcionar con los siguientes volta-

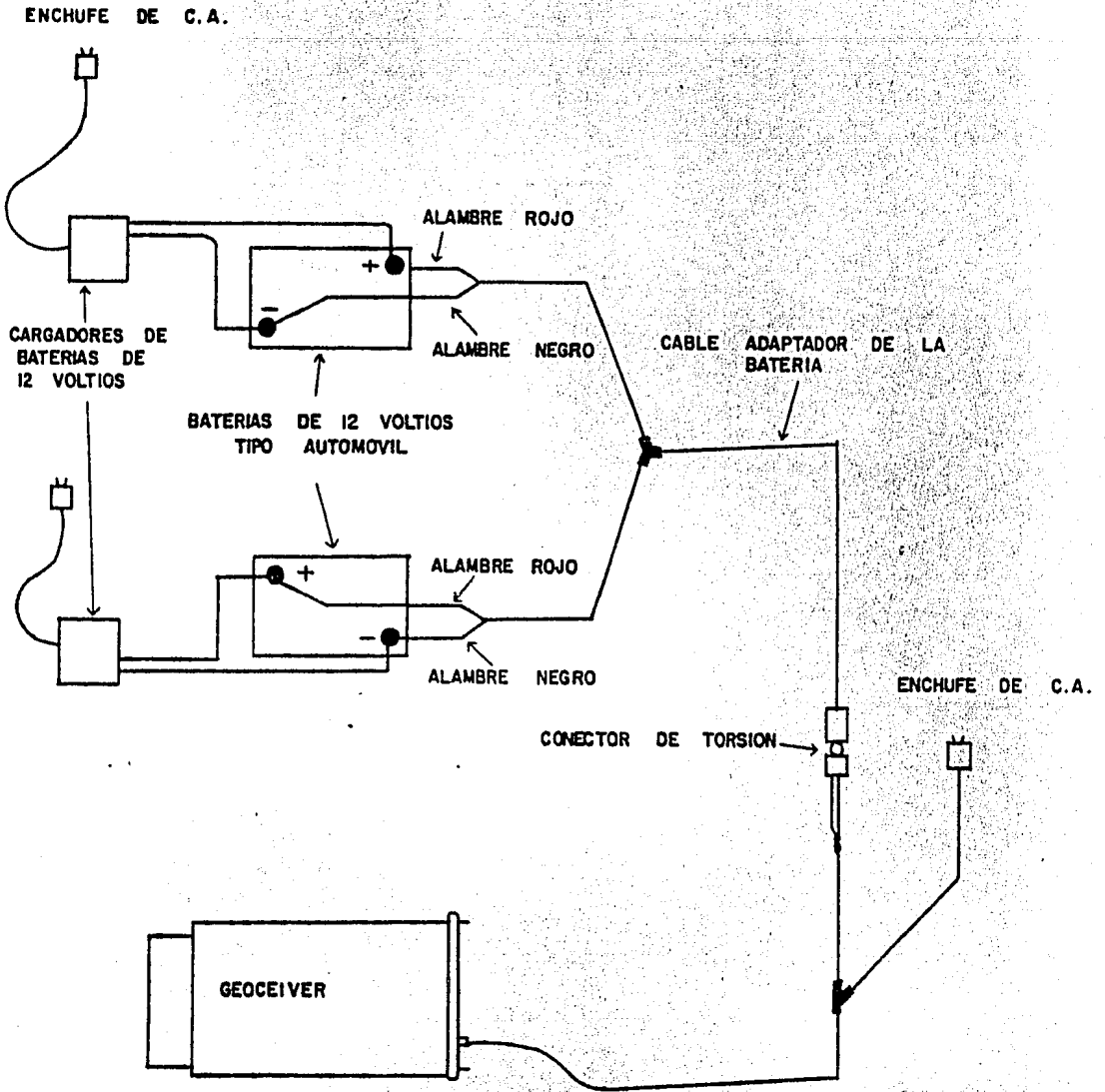
jes de entrada diferente:

De 22 a 32 V.C.C.

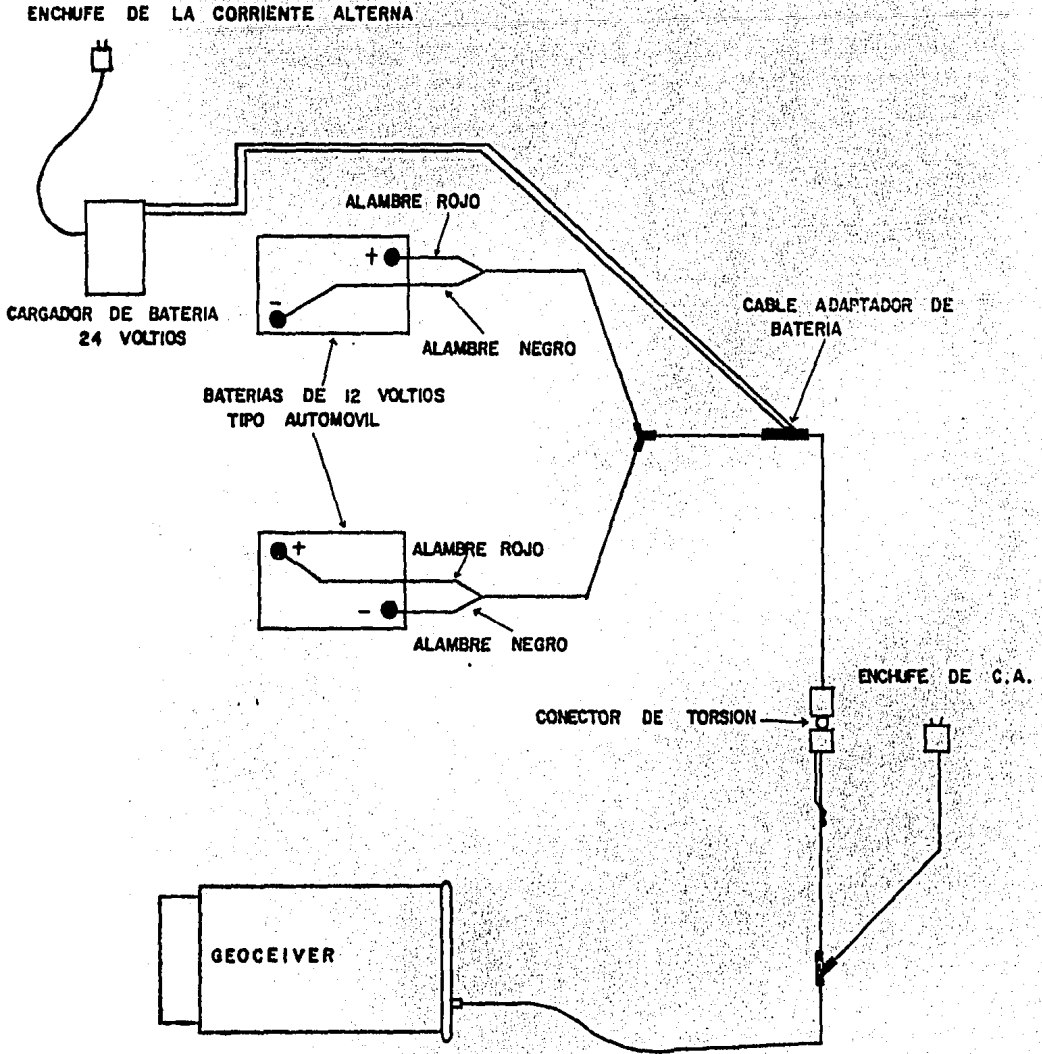
De 103 a 127 V.C.A. (monofásica)

De 206 a 254 V.C.A. (monofásica)

Cuando se registran fallas en la corriente alterna local, puede usarse el sistema de baterías, éstas pueden ser las utilizadas por los automóviles y deberán ser de 12 voltios con un rango o régimen no menor a 20 amperios por hora; se utilizará de igual forma un cable adaptador para batería, con un conector de torsión y, dos cargadores de batería de 12 voltios con un rango no menor de 8 amperios.



CONEXION DEL SISTEMA DE BATERIA DE 24 VOLTIOS CUANDO SE USAN DOS CARGADORES DE BATERIA DE 12 VOLTIOS CADA UNO

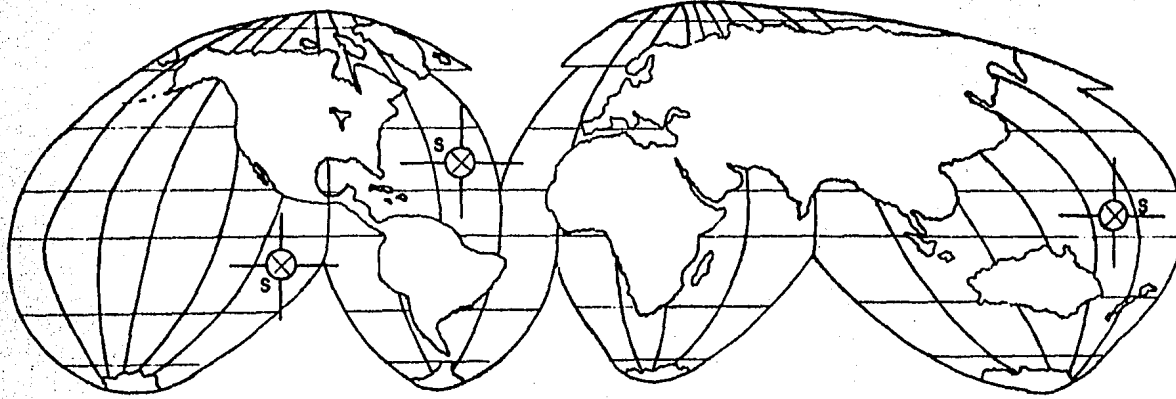


CONEXION DEL SISTEMA DE BATERIAS DE 24 VOLTIOS CUANDO SE USA UN CARGADOR DE BATERIA DE 24 VOLTIOS.

UTILIZACION DE LOS SATELITES GEODESICOS

Con la utilización de los satélites geodésicos se ha logrado la conexión de puntos entre continentes, ya que el método astrogeodésico no puede unir estos puntos tan distantes de continente a continente, por lo tanto, no le es posible extenderse sobre los océanos.

Para esta finalidad hay distintos métodos o técnicas para medir con ayuda de los satélites, ya que algunos de ellos miden exclusivamente direcciones y otras distancias.



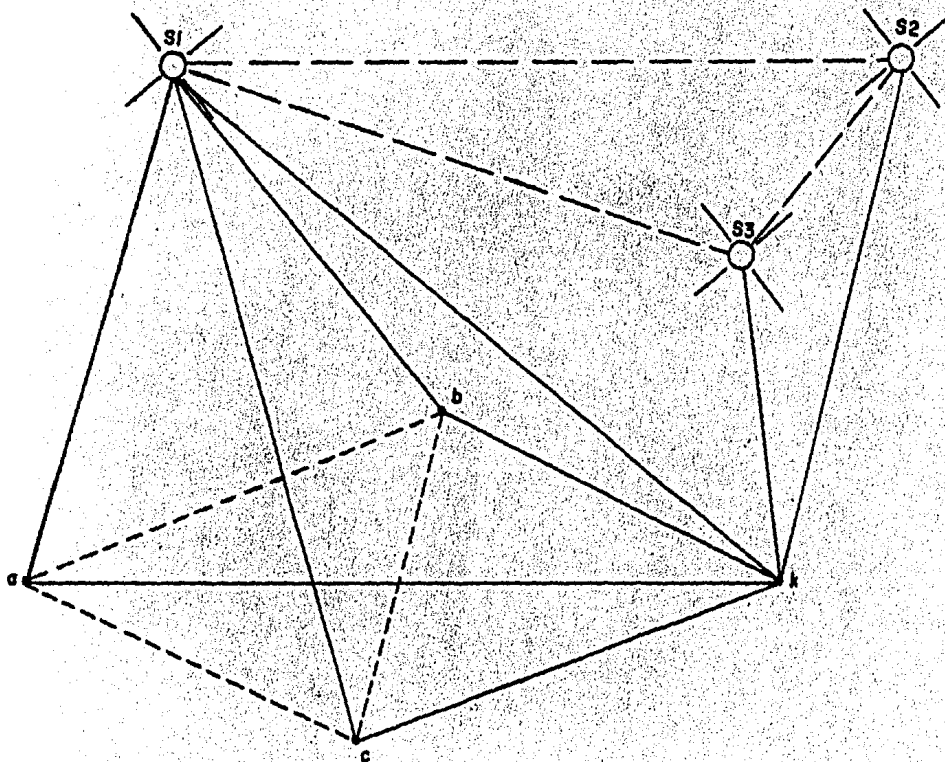
CONEXIONES INTERCONTINENTALES POR SATELITES

MEDIDA DE DISTANCIAS CON SATELITES

Se puede determinar la posición de un satélite midiendo 3 distancias al mismo tiempo, desde 3 puntos o estaciones terrestres conocidas a, b y c.

Visualizando este procedimiento al contrario, desde 3 posiciones conocidas de satélite, S1, S2 y S3 y teniendo también una estación terrestre K que no se conoce en relación a ellas, entonces, es posible conocer o calcular su posición con respecto a las estaciones terrestres conocidas.

Esto puede compararse con una trilateración en tres dimensiones.

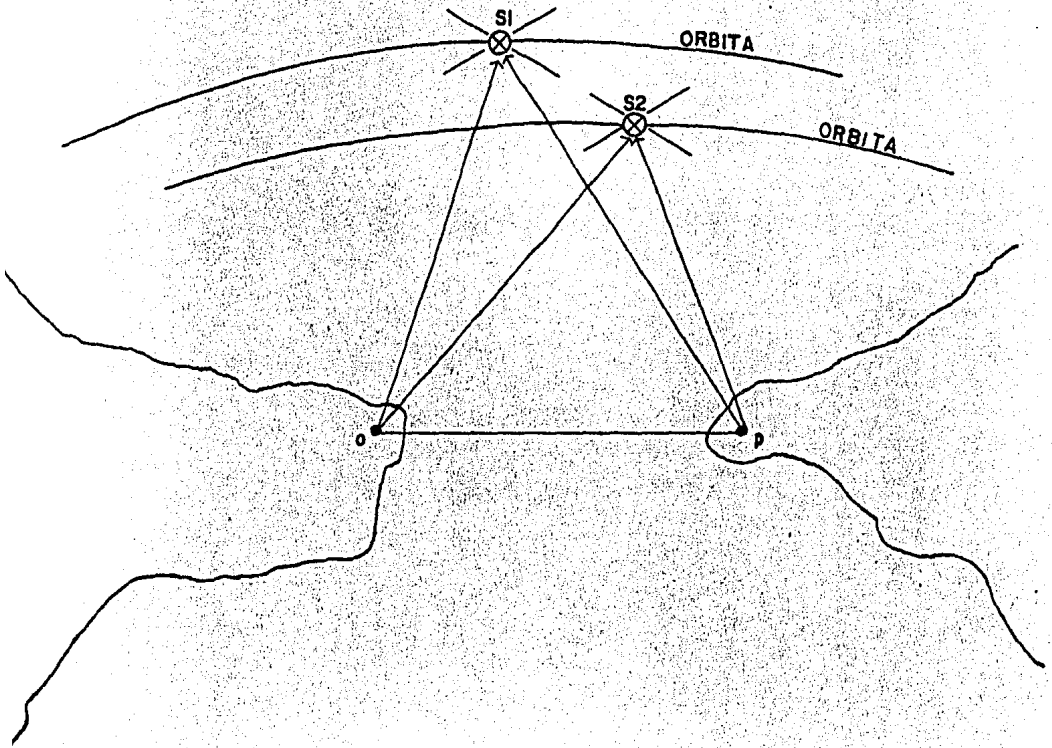


MEDIDA DE DISTANCIAS CON SATELITES

MEDIDA DE DIRECCIONES POR SATELITES

Para efectuar la medida de direcciones, se utilizan sistemas de satélites ópticos (BC-4 y CAMARAS BAKER--NUM), ésto se lleva a cabo fotografiando el satélite en movimiento contra un fondo de estrellas desde dos estaciones diferentes (O y P) en tierra, que son las que fijan el par de direcciones OS1 y PS2 para -- varias posiciones del satélite, de esta manera estos pares de direcciones forman varios planos, a través del mismo, luego entonces, como la línea recta \overline{OP} no es conocida, es posible calcular la dirección desde una estación conocida, a la estación (P) desconocida.

Si se hiciera esta determinación de direcciones, desde estaciones conocidas a otras desconocidas, se podría generar una red mundial de estaciones, que podrían ser comparables a una red bastante grande de triangulación.



MEDIDA DE DIRECCIONES POR SATELITES

III. TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A --
 COORDENADAS UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR -
 (U.T.M.)

Para llevar a cabo este proceso de transformación de coordenadas se hará uso de las Tablas con valores -- calculados por la Army Map - Service Corps of -- - - Engineers, Manual Técnico N° 37; Universe Mercator - Grid Tables for Latitudes 0° a 33° Washington (Volumen 1).

Las fórmulas que se manejarán para este cálculo son las siguientes:

Ordenada $Y = (I) + (II)P^2 + (III)P^4 + A_6$

Absisa $X = 500\ 000 + X'$

$$X' = (IV)P + (V)P^3 + B_5$$

FORMULAS QUE SE UTILIZARAN PARA LA TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A COORDENADAS UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Para el cálculo directo de las coordenadas geográficas a coordenadas de la proyección de mercator se emplearán las siguientes fórmulas:

$$Y = (I) + (II) p^2 + (III) p^4 + A_6$$

$$X = 500,000 \pm X^1$$

$$X^1 = (IV) p + (V) p^3 + B_5$$

Donde:

$$I = SK_0$$

S = Es la distancia verdadera medida sobre un meridiano desde el ecuador.

K₀ = Factor de escala del meridiano central para disminuir la distorsión de la proyección. Para la cuadrícula transversa de mercator se toma el valor de:

$$K_0 = 0.9996$$

K = Es el factor de escala para un punto considerado en la proyección.

P = Punto considerado.

$$P = 0.0001$$

$$II = \frac{v \operatorname{sen} \phi \cos \phi \operatorname{sen}^2 1''}{2} \cdot K_0 \cdot 10^8$$

$$III = \frac{\operatorname{sen}^4 1''}{24} \frac{v \operatorname{sen} \phi \cos^3 \phi}{\cos^2 \phi + 4e'^2 \cos^4 \phi} (5 - \tan^2 \phi + 9e'^2 \phi) \cdot K_0 \cdot 10^{16}$$

$$IV = v \cos \phi \operatorname{sen} 1'' \cdot K_0 \cdot 10^4$$

$$V = \frac{\operatorname{sen}^3 1''}{6} \frac{v \cos^3 \phi}{(1 - \tan^2 \phi + e'^2 \cos^2 \phi)} \cdot K_0 \cdot 10^{12}$$

$$X = \frac{\operatorname{Sec} \phi'}{6 v^3 \operatorname{sen} 1''} (1 + 2 \tan^2 \phi' + e'^2 \cos^2 \phi') \cdot \frac{1}{K_0} \cdot 10^{18}$$

$$A_6 = p^6 \frac{\operatorname{Sen}^6 1'' v \operatorname{sen} \phi \cos^5 \phi}{720} (61 - 58 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi + 270e'^2 \cos^2 \phi - 330e'^2 \operatorname{sen}^2 \phi) \cdot K_0 \cdot 10^{24}$$

$$B_5 = p^5 \frac{\operatorname{sen}^5 1'' v \cos^5 \phi}{120} (5 - 18 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi + 14e'^2 \cos^2 \phi - 58e'^2 \operatorname{sen}^2 \phi) \cdot K_0 \cdot 10^{20}$$

PROCESO DE CALCULO

I) Determinación del meridiano central

I.1) Las coordenadas geográficas de la estación

Doppler (N° 47568) establecida en la Facultad de Ingeniería son:

$$\phi = 19^{\circ} 19' 51.5840 \text{ (Latitud Norte)}$$

$$\lambda = 99^{\circ} 11' 01.9800 \text{ (Longitud Oeste)}$$

y el meridiano central que le corresponde a esta zona es el 99°

I.2) Cálculo de X. (absisa)

$$X = 500\,000 \pm (IV)P + (V)P^3 + B_5$$

I.3) El valor de $\Delta\lambda$ la obtendremos por medio de la diferencia de la longitud geográfica del punto, con el meridiano central que le corresponda.

$$\text{Meridiano Central} = 99^{\circ} 00' 00.000$$

$$\underline{\text{Longitud del Punto} = 99 \quad 11 \quad 01.980}$$

$$\text{Diferencia de Longitud } \Delta\lambda = 00^{\circ} 11' 01.980$$

I.4) Cálculo del valor del término (IV)

Recurriendo a las Tablas para latitud de 19° al minuto.

$$(IV) = 19^{\circ} 19' = 291\,807.681$$

$$\text{Dif. de } 1'' \text{ para } 19^{\circ} 19' = -0.49311$$

$$\underline{\text{Segundos de latitud} = \quad \quad \quad X \quad 51.584}$$

$$\text{Dif. para } 51.584 = -25.436 = -25.436$$

$$\underline{\text{Argumento en Seg. de Lat.} = \quad \quad \quad = + 0.002}$$

$$\text{Valor del término (IV)} = 291\,782.247$$

I.5) Cálculo del Término (V)

$$(V)' = 19^{\circ} 19' = 89.914$$

$$\text{Dif. de } 1'' \text{ para } 19^{\circ} 19' = -0.00085$$

$$\text{Seq. de latitud} = X 51.584 = -0.043$$

$$\text{valor del término (V)} = 89.871$$

I.6) Cálculo del incremento de la longitud ($\Delta\lambda$) expresado en segundos

$$00^{\circ} = 0.000$$

$$11' = 660.000$$

$$\underline{01''980 = 01.980}$$

$$00^{\circ} 11' 01''980 = 661.980$$

$$\underline{\times 0.0001}$$

$$P = 0.066198$$

El valor de $P = 0.0001 \Delta\lambda''$ es obtenido del incremento de longitud convertido en segundos y dividido entre 10,000.

I.7) Cálculo del valor de $P = 0.066198$ en la - segunda, tercera y cuarta potencia.

$$P = 0.066198$$

$$P^2 = 0.0043822$$

$$P^3 = 0.000290$$

$$P^4 = 0.00002$$

I.8) Cálculo del valor del término B_5 mediante - la gráfica correspondiente al término. Se -

buscará en función de la latitud en forma horizontal y con $\Delta\lambda$ en el lado izquierdo y verticalmente, en donde se intersecten, se leerá en la parte derecha.

$$\phi = 19^{\circ} 19' \text{ y } \Delta\lambda = 00^{\circ} 11' , B_5 = + 0.000$$

I.9) Obtenidos todos los valores de los términos correspondientes se podrá calcular el valor de X por medio de la ecuación:

$$X = 500\,000 + (IV)P + (V)P^3 + B_5$$

FX, falsa absisa en el M.C. = 500 000.000

$$(IV)P = (291\,782.247) \times (0.066\,198) = - 19\,315.401$$

$$(V)P^3 = (89.871) \times (0.000\,290) = - 0.026$$

$$B_5 = = - 0.000$$

$$X = 480684.573$$

EL VALOR DE X = 480 684.573

II) Cálculo de Y (ordenada)

$$Y = (I) + (II)P^2 + (III)P^4 + A_6$$

II.1) Cálculo del término (I), se calcula con --
 auxilio de las Tablas y con la latitud al
 minuto e interpolando; los minutos y deci-
 males de segundo en las Tablas.

(I)' al minuto	= 2 135 738.862
Dif.de 1" para 19° 19' = + 30.73500	
<u>Segundos</u>	<u>= x 51.584</u>
	<u>I = 1585.4342 = 1585.434</u>

valor del término (I) = 2 137 324.296

II.2) Cálculo del término (II), se calcula de la
 misma forma que el término anterior o sea,
 auxiliándose de las tablas y entrando con
 la latitud al minuto.

(II)' al minuto	= 2 339.874
Dif.de 1" para 19° 19' = +0.02840	
<u>Segundos</u>	<u>= x51.584</u>
	<u>II = 1.465 = 1.465</u>

valor del término (II) = 2 341.339

II.3) Cálculo del término (III), este término se
 obtiene directamente de las Tablas, con la
 latitud al minuto más próximo.

$$\text{Término (III) para } 19^\circ 20' = 2.014$$

II.4) Determinación del término A_6 , este término se obtiene mediante la gráfica correspondiente, entrando con la $\Delta\lambda$ en el lado izquierdo y, el resultado que le corresponda se leerá en el lado derecho en decimales de metro.

$$\text{Para } \Delta\lambda = 00^\circ 11', A_6 = 0.000$$

II.5) Con estos valores de términos calculados y con la ecuación de $Y = (I) + (II)P^2 + (III)P^4 + A_6$ obtendremos el valor de la ordenada.

Término (I)

$$(II)P^2 = (2\ 341.339) \times (0.0043822) = 10.260$$

$$(III)P^4 = (2.014) \times (0.00002) = 0.000$$

$$A_6 = \text{valor obtenido gráficamente} = 0.000$$

$$Y = 2\ 137\ 334.556$$

EL VALOR DE Y = 2 137 334.556

TABLAS PARA LA CONVERSION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A U.T.M. ----

ELIPSOIDE DE CLARKE DE 1866.

$$p = .0001 \Delta \lambda''$$

<u>Latitud</u>	<u>(I)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(II)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(III)</u>
19°00'	2 100701.611	30.73392	2 307.344	0.02865	1.994
01	2 102545.646	30.73398	2 309.063	0.02864	1.995
02	2 104389.685	30.73403	2 310.782	0.02863	1.996
03	2 106233.727	30.73408	2 312.499	0.02861	1.997
04	2 108077.772	30.73415	2 314.216	0.02860	1.998
19 05	2 109921.822	30.73420	2 315.932	0.02859	1.999
06	2 111765.874	30.73427	2 317.647	0.02857	2.000
07	2 113609.930	30.73432	2 319.362	0.02856	2.001
08	2 115453.989	30.73437	2 321.076	0.02855	2.002
09	2 117298.051	30.73443	2 322.788	0.02854	2.003
19 10	2 119142.117	30.73448	2 324.501	0.02852	2.004
11	2 120986.186	30.73455	2 326.212	0.02851	2.005
12	2 122830.259	30.73460	2 327.923	0.02850	2.006
13	2 124674.335	30.73465	2 329.632	0.02848	2.007
14	2 126518.414	30.73472	2 331.341	0.02847	2.008
19 15	2 128362.497	30.73477	2 333.049	0.02846	2.009
16	2 130206.583	30.73482	2 334.757	0.02844	2.010
17	2 132050.672	30.73488	2 336.463	0.02843	2.011
18	2 133894.766	30.73493	2 338.169	0.02842	2.012
19	2 135738.862	30.73500	2 339.874	0.02840	2.013
19 20	2 137582.962	30.73505	2 341.579	0.02839	2.014
21	2 139427.065	30.73512	2 343.282	0.02838	2.015
22	2 141271.172	30.73517	2 344.985	0.02836	2.016
23	2 143115.282	30.73522	2 346.687	0.02835	2.017
24	2 144959.395	30.73528	2 348.388	0.02834	2.018

<u>Latitud</u>	<u>(I)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(II)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(III)</u>
19°25'	2 146803.512	30.73533	2 350.088	0.02833	2.019
26	2 148647.632	30.73540	2 351.788	0.02831	2.020
27	2 150491.756	30.73545	2 353.486	0.02830	2.021
28	2 152335.883	30.73550	2 355.184	0.02829	2.022
29	2 154180.013	30.73557	2 356.881	0.02827	2.023
19 30	2 156024.147	30.73562	2 358.578	0.02826	2.023
31	2 157868.284	30.73568	2 360.273	0.02825	2.024
32	2 159712.425	30.73573	2 361.968	0.02823	2.025
33	2 161556.569	30.73580	2 363.662	0.02822	2.026
34	2 163400.717	30.73585	2 365.355	0.02821	2.027
19 35	2 165244.868	30.73590	2 367.048	0.02819	2.028
36	2 167089.023	30.73597	2 368.739	0.02818	2.029
37	2 168933.181	30.73603	2 370.430	0.02817	2.030
38	2 170777.343	30.73608	2 372.120	0.02815	2.031
39	2 172621.508	30.73613	2 373.809	0.02814	2.032
19 40	2 174465.676	30.73620	2 375.497	0.02813	2.033
41	2 176309.848	30.73625	2 377.185	0.02811	2.034
42	2 178154.023	30.73630	2 378.872	0.02810	2.035
43	2 179998.201	30.73637	2 380.558	0.02809	2.035
44	2 181842.383	30.73643	2 382.243	0.02807	2.036
19 45	2 183686.569	30.73648	2 383.927	0.02806	2.037
46	2 185530.758	30.73655	2 385.611	0.02805	2.038
47	2 187374.951	30.73660	2 387.293	0.02803	2.039
48	2 189219.147	30.73665	2 388.975	0.02802	2.040
49	2 191063.346	30.73672	2 390.657	0.02801	2.041

<u>Latitud</u>	<u>(I)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(II)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(III)</u>
19°50'	2 192907.549	30.73677	2 392.337	0.02799	2.042
51	2 194751.755	30.73683	2 394.016	0.02798	2.043
52	2 196595.965	30.73690	2 395.695	0.02797	2.044
53	2 198440.179	30.73695	2 397.373	0.02795	2.045
54	2 200284.396	30.73700	2 399.050	0.02794	2.045
19 55	2 202128.616	30.73707	2 400.726	0.02792	2.046
56	2 203972.840	30.73713	2 402.402	0.02791	2.047
57	2 205817.068	30.73718	2 404.077	0.02790	2.048
58	2 207661.299	30.73723	2 405.750	0.02788	2.049
59	2 209505.533	30.73730	2 407.423	0.02787	2.050

TABLAS PARA LA CONVERSION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS A U.T.M. ---
ELIPSOIDE DE CLARKE DE 1866.

$$p = .0001 \Delta\lambda''$$

$$x' = (IV)p + (V)p^3 + B_5$$

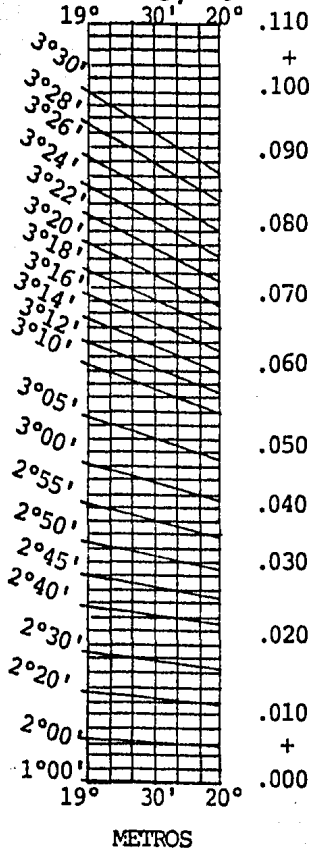
<u>Latitud</u>	<u>(IV)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(V)</u>	<u>Dif. 1"</u>
19°00'	292 365.144	-0.48531	90.876	-0.00084
01	292 336.026	0.48572	90.825	0.00084
02	292 306.883	0.48613	90.775	0.00084
03	292 277.715	0.48654	90.725	0.00084
04	292 248.522	0.48695	90.674	0.00084
19 05	292 219.305	-0.48736	90.624	-0.00084
06	292 190.064	0.48777	90.573	0.00084
07	292 160.797	0.48818	90.523	0.00084
08	292 131.506	0.48859	90.472	0.00084
09	292 102.191	0.48900	90.422	0.00084
19 10	292 072.851	-0.48941	90.371	-0.00084
11	292 043.486	0.48982	90.320	0.00084
12	292 014.096	0.49023	90.270	0.00084
13	291 984.682	0.49064	90.219	0.00085
14	291 955.244	0.49105	90.168	0.00085
19 15	291 925.780	-0.49146	90.118	-0.00085
16	291 896.292	0.49187	90.067	0.00085
17	291 866.780	0.49228	90.016	0.00085
18	291 837.243	0.49269	89.965	0.00085
19	291 807.681	0.49311	89.914	0.00085
19 20	291 778.095	-0.49351	89.863	-0.00085
21	291 748.484	0.49392	89.812	0.00085
22	291 718.848	0.49433	89.761	0.00085
23	291 689.188	0.49474	89.710	0.00085
24	291 659.504	0.49515	89.659	0.00085

<u>Latitud</u>	<u>(IV)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(V)</u>	<u>Dif. 1"</u>
19°25'	291 629.795	-0.49556	89.608	-0.00085
26	291 600.061	0.49597	89.557	0.00085
27	291 570.302	0.49638	89.506	0.00085
28	291 540.519	0.49679	89.455	0.00085
29	291 510.712	0.49720	89.404	0.00085
19 30	291 480.880	-0.49761	89.353	-0.00085
31	291 451.023	0.49802	89.301	0.00085
32	291 421.142	0.49843	89.250	0.00085
33	291 391.236	0.49884	89.199	0.00086
34	291 361.306	0.49925	89.148	0.00086
19 35	291 331.351	-0.49966	89.096	-0.00086
36	291 301.371	0.50007	89.045	0.00086
37	291 271.367	0.50048	89.994	0.00086
38	291 241.338	0.50089	89.942	0.00086
39	291 211.285	0.50130	88.891	0.00086
19 40	291 181.207	-0.50170	88.839	-0.00086
41	291 151.105	0.50211	88.788	0.00086
42	291 120.978	0.50252	88.736	0.00086
43	291 090.827	0.50293	88.685	0.00086
44	291 060.651	0.50334	88.633	0.00086
19 45	291 030.451	-0.50375	88.581	-0.00086
46	291 000.226	0.50416	88.530	0.00086
47	290 969.976	0.50457	88.478	0.00086
48	290 939.702	0.50498	88.426	0.00086
49	290 909.404	0.50538	88.375	0.00086

<u>Latitud</u>	<u>(IV)</u>	<u>Dif. 1"</u>	<u>(V)</u>	<u>Dif. 1"</u>
19°50'	290 879.081	-0.50579	88.323	-0.00086
51	290 848.733	0.50620	88.271	0.00086
52	290 818.361	0.50661	88.219	0.00086
53	290 787.964	0.50702	88.167	0.00086
54	290 757.543	0.50743	88.115	0.00087
19 55	290 727.097	-0.50784	88.064	-0.00087
56	290 696.627	0.50824	88.012	0.00087
57	290 666.132	0.50865	87.960	0.00087
58	290 635.613	0.50906	87.908	0.00087
59	290 605.070	0.50947	87.856	0.00087

NOMOGRAMA (GRAFICA) PARA LA DETERMINACION DEL VALOR DE LOS

TERMINOS B_5 , A_6 y Δ^2 (IV).



Δ^2 (IV) UNIDADES DE (IV)	A_6 METROS
30"	.007
20"40"	.006
10"50"	.005
0"	.004
	.003
	.002
	.001
	.000

IV. LEVANTAMIENTO Y CALCULOS DE LA POLIGONAL DE -- APOYO CON COORDENADAS U.T.M.

Para iniciar este trabajo fue necesario hacer un reconocimiento por todo el perímetro del terreno de -- Ciudad Universitaria, este reconocimiento se hizo -- con la finalidad de normar criterios para la ubicación estratégica de puntos que sirvieron como vértices de apoyo, desde los cuales se harían radiaciones a los puntos de interés en el lindero.

Aparte de la poligonal periférica se definió otra de norte a sur, por la parte media del terreno, para -- así poder ligar la estación Doppler y propagar el -- apoyo en función de estas coordenadas.

Los vértices de las poligonales fueron situados en -- rocas, sobre casetas de vigilancia y algunos otros -- sobre las azoteas de edificios, en la parte Este se vio la necesidad de levantar torres metálicas con -- una altura aproximada de los 8 metros a los 12, para así poder librar la altura de la vegetación que en -- esta parte es abundante.

Para el apoyo de este trabajo fue preciso ubicar los vértices, de los cuales algunos ya se conocían y que fueron puntos obligados, ya que se habían utilizado en trabajos más antiguos.

DETERMINACION DEL AREA

La determinación del área del terreno de Ciudad Universitaria fue hecha por el método de productos cruzados (coordenadas), se eligió este método, ya que el terreno tiene un gran número de radiaciones a puntos que se consideraron importantes por ser éstos -- los límites del lindero, además se conocían sus coordenadas.

P L A N I L L A D R

C A L C U L O

L A B O	DIST	RUMBO	COS R	SEN R	P N	Y E	C I	ON	ES	CORRECCIONES	PROYECCIONES	CORRECCIONES	W	V	C O R D E N A D A S	
54. P.V.	(MBS.)	1 3 M 0 0 E			N	S	E	N	S	X	S	E			X	
55	13	129.965	S 13° 48' 09" E		6.377	126.212	31.007	39.073	588.181	- 0.002	+0.004	6.375	39.077	13	2137763.10	480246.75
53	13	539.590	S 80° 43' 52" W			19.456	39.073	588.181	588.181	+ 0.005	+0.062		58.077	13	2137768.48	480297.67
13	0	548.540	S 81° 28' 02" W			25.147	39.073	588.181	588.181	+ 0.014	+0.042		58.077	10	2137694.92	479299.72
18	0	571.140	S 81° 58' 02" W			28.119	36.064	59.971	59.971	+ 0.057	+0.028		36.064	19	2137812.97	479337.80
19	22	321.008	S 47° 58' 41" E			221.159	247.690	6.030	224.216	+ 0.036	+0.002		247.578	20	2137188.75	479555.40
20	22	140.641	S 02° 27' 27" W			140.512	6.030	12.488	140.548	+ 0.015	+0.002		6.031	22	2137048.20	479569.17
22	25b	693.188	S 01° 01' 56" W			693.077	17.412	12.488	693.253	+ 0.015	+0.002		12.489	25a	2136594.95	479556.88
25b	25	627.885	S 16° 06' 04" E			60.322	17.412	12.488	60.337	+ 0.015	+0.004		12.489	25a	2136594.95	479556.88
25a	25	659.712	S 28° 43' 23" W			57.799	17.412	12.488	57.814	+ 0.021	+0.007		17.410	25a	2136236.80	479542.60
25	30	1330.912	S 30° 43' 23" W			4.998	20.452	679.846	57.814	+ 0.001	+0.002		679.923	25	2135092.57	478882.68
30A	30A	21.054	S 76° 16' 06" E			2.032	20.452	679.846	57.814	+ 0.001	+0.002		679.923	25	2135092.57	478882.68
30B	30B	29.640	S 86° 04' 11" E			4.998	20.452	679.846	57.814	+ 0.001	+0.002		679.923	25	2135092.57	478882.68
30C	30C	508.329	S 89° 21' 41" E			5.666	508.297	20.452	5.000	+ 0.001	+0.003		20.450	30A	2135087.57	478883.13
30D	30D	73.864	S 82° 37' 35" E			9.480	508.297	20.452	2.033	+ 0.002	+0.058		29.567	30B	2135085.53	478912.69
30E	30E	198.268	S 70° 07' 38" E			67.382	186.461	5.667	5.667	+ 0.017	+0.021		5.667	30C	2135079.87	479420.93
35	35	386.461	S 77° 01' 49" E			86.736	376.602	67.415	67.415	+ 0.022	+0.043		67.415	30D	2135070.38	479494.18
36	37	321.169	N 88° 02' 26" E			320.981	179.981	86.736	86.736	+ 0.002	+0.036		86.736	35	2135021.91	480037.18
37	38	542.723	S 44° 23' 01" E			179.981	388.262	10.979	10.979	+ 0.039	+0.042		10.979	36	2134928.12	480037.18
38	39	591.690	N 61° 51' 02" E			252.162	481.892	75.771	75.771	+ 0.027	+0.052		75.771	37	2134928.12	480037.18
39	40	589.645	N 61° 14' 56" E			379.824	481.892	225.106	225.106	+ 0.027	+0.079		225.106	38	2134839.70	480138.90
40	43	729.934	N 08° 54' 09" W			692.296	692.296	379.824	379.824	+ 0.096	+0.013		481.759	40	2133219.63	482071.72
43	44	1149.459	N 14° 05' 26" W			112.960	112.960	720.958	720.958	+ 0.284	+0.032		692.217	43	2133940.39	481960.74
44	45	1178.332	N 67° 39' 36" W			67.784	67.784	114.997	114.997	+ 0.017	+0.039		112.973	44	2137054.98	481515.90
45	46	163.100	N 28° 35' 28" W			143.211	143.211	67.784	67.784	+ 0.037	+0.039		379.874	45	2137122.74	481515.90
46	47	170.799	N 68° 45' 55" W			212.684	212.684	159.203	159.203	+ 0.016	+0.018		164.966	46	2137265.92	481437.84
47	48	214.172	N 06° 45' 30" E			105.864	105.864	61.846	61.846	+ 0.034	+0.013		179.061	47	2137265.92	481437.84
48	49	170.030	N 51° 29' 33" E			75.769	75.769	25.204	25.204	+ 0.027	+0.015		159.221	48	2137327.76	481278.62
49	50	248.597	N 72° 15' 17" W			236.769	236.769	105.837	105.837	+ 0.019	+0.027		25.201	49	2137646.23	481170.76
50	51	151.554	N 69° 57' 05" W			97.819	97.819	236.769	236.769	+ 0.025	+0.030		133.068	50	2137646.23	481170.76
51	52	379.310	N 22° 09' 09" E			67.899	67.899	27.643	27.643	+ 0.013	+0.016		126.079	51	2137871.98	480933.86
52	53	338.796	S 81° 34' 21" W			49.653	31.007	335.138	335.138	+ 0.013	+0.038		142.599	52	2137871.98	480933.86
53	54	129.965	S 13° 48' 09" E			126.212	31.007	335.138	335.138	+ 0.032	+0.003		35.176	53	2137939.01	480523.28
54	55	11438.421				3418.410	3416.667	3596.341	3595.525				35.176	54	2137899.35	480246.75
55	13													55	2137763.10	480246.75

$$D = 11438.421 \text{ m}$$

$$EX = 1.743$$

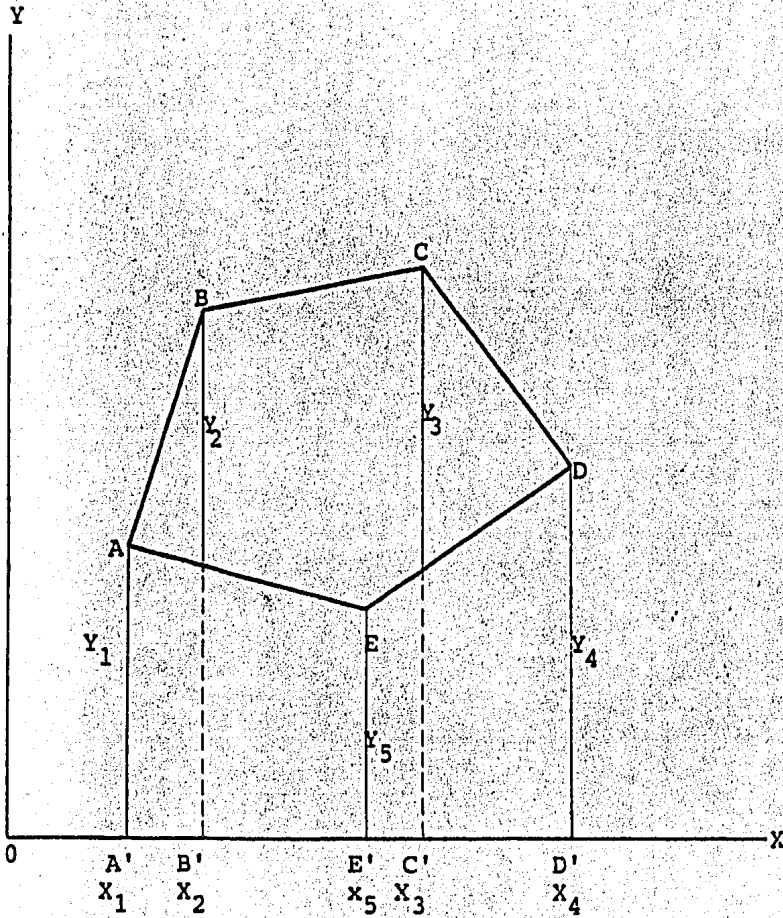
$$EY = 0.816$$

$$P = \frac{1}{\sqrt{EX^2 + EY^2}}$$

$$P = 5943.416$$

$$P = 1 : 6000$$

DEDUCCION DE LA FORMULA EN FUNCION DE UN POLIGONO



Para calcular el área de este polígono, observamos -- que es una formación de trapecios, de proyecciones y distancias al eje de la X o abscisas.

Por lo tanto la suma algebraica de los trapecios nos dará el área buscada.

a) Los trapecios que forman la figura son:

$A'ABB'$, $B'BCC'$, $C'CDD'$, $D'DEE'$ y $E'EAA'$

b) Las ordenadas: (bases mayor y menor)

Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , Y_5

c) Diferencias de abscisas. (alturas de los trapecios)

$(B' - A')$, $(C' - B')$, $(D' - C')$, $(E' - D')$,

$(A' - E')$

Ahora, sabemos que la fórmula para calcular el área de un trapecio es:

$$A' = \left(\frac{a + b}{2} \right) h$$

a = base mayor

b = base menor

h = altura

en nuestro caso en la figura, el área que se encuentra comprendida entre el eje de las X y el polígono, se anula ya que se superponen las dos áreas iguales, y de signos contrarios.

Como en nuestro polígono existen 5 trapecios procedemos al cálculo de sus áreas en función de sus datos y con ayuda de la fórmula:

AREAS DE LOS TRAPECIOS

$$1. \quad A = \left(\frac{Y_1 + Y_2}{2} \right) (X_2 - X_1)$$

$$2. \quad A = \left(\frac{Y_2 + Y_3}{2} \right) (X_3 - X_2)$$

$$3. \quad A = \left(\frac{Y_3 + Y_4}{2} \right) (X_4 - X_3)$$

$$4. \quad A = \left(\frac{Y_4 + Y_5}{2} \right) (X_5 - X_4)$$

$$5. \quad A = \left(\frac{Y_5 + Y_1}{2} \right) (X_1 - X_5)$$

Como todas las áreas de los trapecios están divididas entre 2 (término común) podemos agrupar los términos en una suma y pasar el 2 al otro miembro.

$$\begin{aligned} 2A &= (Y_1 + Y_2)(X_2 - X_1) + (Y_2 + Y_3)(X_3 - X_2) + \\ &+ (Y_3 + Y_4)(X_4 - X_3) + (Y_4 + Y_5)(X_5 - X_4) + \\ &+ (Y_5 + Y_1)(X_1 - X_5) \end{aligned}$$

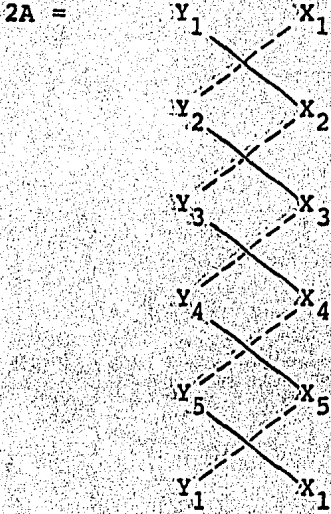
al efectuar las operaciones y simplificando quedará:

$$\begin{aligned}
 2A &= Y_1 X_2 - Y_1 X_1 + Y_2 X_2 - Y_2 X_1 + Y_2 X_3 \\
 &\quad - Y_2 X_2 + Y_3 X_3 - Y_3 X_2 + Y_3 X_4 - Y_3 X_3 \\
 &\quad + Y_4 X_4 - Y_4 X_3 + Y_4 X_5 - Y_4 X_4 + Y_5 X_5 \\
 &\quad - Y_5 X_4 + Y_5 X_1 - Y_5 X_5 - Y_1 X_1 - Y_1 X_5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2A &= Y_1 X_2 - Y_2 X_1 + Y_2 X_3 - Y_3 X_2 + Y_3 X_4 - Y_4 X_3 \\
 &\quad + Y_4 X_5 - Y_5 X_4 + Y_5 X_1 - Y_1 X_5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2A &= + Y_1 X_2 - Y_2 X_1 \\
 &\quad + Y_2 X_3 - Y_3 X_2 \\
 &\quad + Y_3 X_4 - Y_4 X_3 \\
 &\quad + Y_4 X_5 - Y_5 X_4 \\
 &\quad + Y_5 X_1 - Y_1 X_5
 \end{aligned}$$

Por comodidad, para poder efectuar el cálculo numérico se pueden arreglar de la siguiente forma los términos:

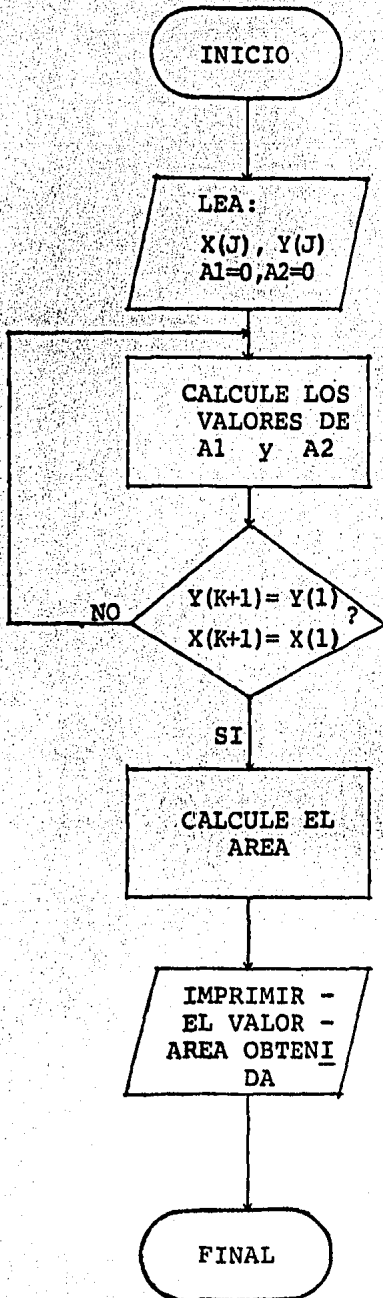


Por lo tanto el área será igual a:

$$2A = \Sigma (\text{productos positivos}) - \Sigma (\text{productos negativos})$$

$$A = \frac{\Sigma (\text{productos positivos}) - \Sigma (\text{productos negativos})}{2}$$

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DEL AREA
DEL TERRENO DE CIUDAD UNIVERSITARIA



```

1:ERUN AREA,CUICGEO/M00112,CUICGEO,3,50
2:DELETE,C OOMR.
3:EASC,UP OOMR.
4:ERKPT PRINTS/OOMR
5:FOR,NI TPFS.1
6:C PROGRAMA PARA EL CALCULO DEL AREA DEL TERRE-
7:C NO DE CIUDAD UNIVERSITARIA POR EL METODO DE
8:C PRODUCTOS CRUZADOS (COORDENADAS).
9: IMPLICIT REAL*8(A-H,C-Z)
10: DIMENSION Y(100),X(100)
11: A1=0.0
12: A2=0.0
13: DO 10 J=1,71
14: 10 READ(5,15)N,Y(J),X(J)
15: 15 FORMAT(4X,12,5X,F9.3,2X,F9.3)
16: Y(72)=Y(1)
17: X(72)=X(1)
18: DO 20 K=1,71
19: A1=Y(K)*X(K+1)+A1
20: A2=Y(K+1)*X(K)+A2
21: CONTINUE
22: AREA=DABS((A1)-(A2))/2.0
23: WRITE(6,25)AREA
24: 25 FORMAT(1H1,31X,"U N A M",12(/),6X,"EL AREA",
25: * "CALCULADA EN METROS CUADRADOS ES DE :",
26: *1X,F20.3)
27: END
28:SMAP,NI ,TPFS.A
29:IN TPFS.1
30:LIB SYSS*FORLIES.
31:END
32:EXQT TPFS.A
33: 1 2137877.65 480160.44
34: 2 2137777.24 480159.53
35: 3 2137789.35 480083.17
36: 4 2137804.41 479981.74
37: 5 2137802.73 479911.88
38: 6 2137809.54 479890.36
39: 7 2137809.02 479838.29
40: 8 2137807.25 479822.13
41: 9 2137804.06 479794.80
42: 10 2137801.21 479769.48
43: 11 2137797.27 479731.44
44: 12 2137779.43 479645.25
45: 13 2137771.35 479594.58
46: 14 2137760.29 479537.76
47: 15 2137743.33 479527.36
48: 16 2137721.43 479459.76
49: 17 2137719.69 479403.45
50: 18 2137725.65 479389.05
51: 19 2137716.72 479367.23
52: 20 2137696.58 479359.12
53: 21 2137688.04 479342.23
54: 22 2137685.12 479320.53
55: 23 2137690.37 479312.53
56: 24 2137694.45 479291.76
57: 25 2137653.41 479061.31

```

58:	26	2137177.86	479560.19
59:	27	2137161.59	479568.73
60:	28	2137147.50	479571.39
61:	29	2137071.44	479564.93
62:	30	2137047.74	479562.61
63:	31	2136250.93	479546.55
64:	32	2135089.11	478856.73
65:	33	2135087.57	478863.13
66:	34	2135085.53	478912.69
67:	35	2135065.61	479364.82
68:	36	2135061.24	479464.53
69:	37	2135062.97	479660.62
70:	38	2134913.73	480057.30
71:	39	2134886.13	480279.11
72:	40	2134917.84	480301.59
73:	41	2134878.24	480476.81
74:	42	2134536.83	480758.08
75:	43	2134229.73	481367.99
76:	44	2134936.44	481617.11
77:	45	2135051.92	481867.30
78:	46	2135174.07	482132.26
79:	47	2135181.76	482137.57
80:	48	2135240.28	482088.27
81:	49	2135491.71	482262.73
82:	50	2135498.49	482261.23
83:	51	2135500.05	482227.86
84:	52	2135514.77	482223.00
85:	53	2135536.08	482209.27
86:	54	2135543.62	482202.15
87:	55	2135552.20	482173.62
88:	56	2135562.64	482172.52
89:	57	2135548.39	482090.71
90:	58	2137099.83	481743.34
91:	59	2137118.63	481587.08
92:	60	2137132.61	481546.23
93:	61	2137229.03	481480.43
94:	62	2137235.79	481407.52
95:	63	2137277.64	481461.07
96:	64	2137329.96	481315.88
97:	65	2137527.45	431376.58
98:	66	2137566.65	481398.35
99:	67	2137721.02	480962.76
100:	68	2137740.16	480898.49
101:	69	2137789.54	480769.16
102:	70	2137870.33	480537.76
103:	71	2137927.23	480559.08

104:BEDF

105:BRKPT PRINTS

106:FREE COMR.

107:FIN

END ONSITE PRINTOUT ON JANUARY 19, 1984 AT 13:08:53
 CUICGEO*INVENTARIO01(1).SUP(0)

U N A M

EL AREA CALCULADA EN METROS CUADRADOS ES DE :

7264110.145

EOF

EOF IGNORED - IN CONTROL MODE

.ERRKPT PRINT\$

DOCUMENTACION DEL PROGRAMA AREA

1. INTRODUCCION:

AREA es un programa de cálculo electrónico elaborado para satisfacer las necesidades del cálculo para poligonales topográficas.

Este programa está escrito en lenguaje de programación FORTRAN y fue procesado en el sistema ---- SPERRY UNIVAC de la serie 1100.

2. OBJETIVO:

El objetivo de este programa es el de calcular el área de terrenos levantados por métodos topográficos.

3. DATOS DE ENTRADA Y FORMATOS:

3.1 El primer grupo de tarjetas, consiste en los comentarios que se hacen respecto al programa.

3.2 El segundo grupo consiste en la identificación de variables reales y la dimensión (71 vértices) para el cálculo, así como la inicialización con cero de las áreas a calcular.

- 3.3 El tercer grupo consiste en la lectura de los datos o coordenadas con sus respectivos formatos -- (2F9.3).
- 3.4 En el cuarto grupo de tarjetas se está igualando o se está diciendo que el primer valor de X, Y -- tienen que repetirse al final del grupo de valores.
- 3.5 El quinto grupo de tarjetas consiste en el -- -- cálculo de las áreas identificadas como A1 (productos positivos) y A2 (productos negativos).
- 3.6 La sexta tarjeta consiste en el cálculo del área real.
- 3.7 El séptimo grupo de tarjetas consiste en la instrucción de escritura del área obtenida y su respectivo formato de impresión (F20.3).
- 3.8 El octavo y último grupo de tarjetas contiene los datos correspondientes a las coordenadas de los -- vértices de la poligonal.

4. CALCULO DEL AREA:

El área del polígono se calcula en función de las coordenadas (X,Y) de los vértices, por medio del método de productos cruzados, expresado mediante

la siguiente ecuación:

$$\text{Area} = \frac{1}{2} |x_i[y_{i+1}] - [x_{i+1}]y_i|$$

donde:

x_i = coordenada de X del último vértice

y_i = coordenada de Y del último vértice

x_{i+1} = coordenada de X del último vértice más uno (el primero)

y_{i+1} = coordenada de Y del último vértice más uno (el primero)

5. OPERACION Y CAPACIDAD DE CALCULO DEL PROGRAMA:

Actualmente el programa es capaz de calcular hasta 71 vértices de poligonal, si se tuvieran más vértices, sólomente habría que cambiar la dimensión y el punto (3.4) referente al cuarto grupo de tarjetas.

El programa se encuentra compilado para ahorrar o economizar tiempo de cómputo.

Como ejemplo de ello es el siguiente:

```

&ED POLIGONAL.AREA,.AREA
  
```

Con esta instrucción estamos habilitando a la máquina para poder tener acceso a nuestro programa y datos, y así poder efectuar correcciones, inse

ciones y cambios si así se requiere.

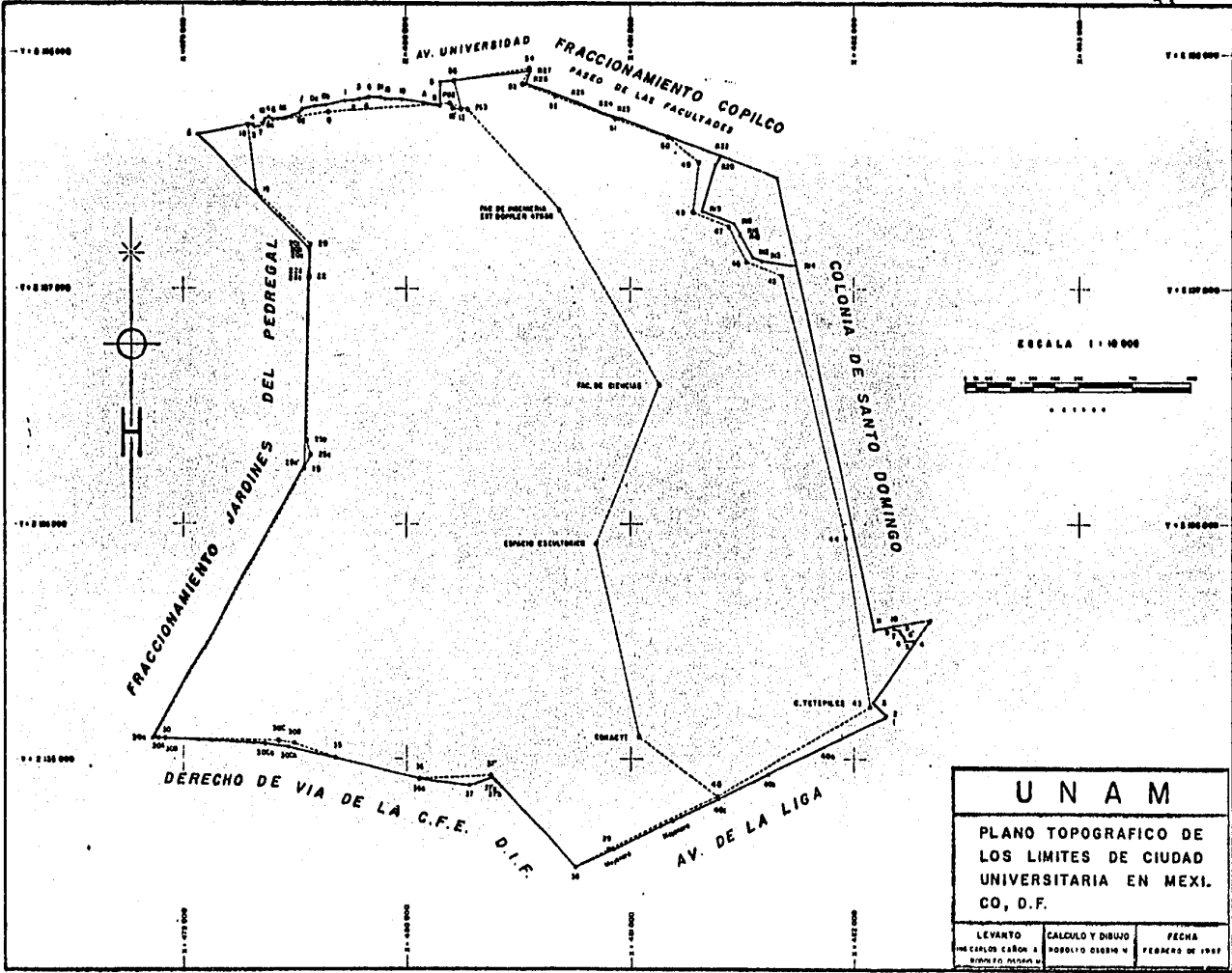
Ya efectuados estos cambios si los hay, salimos del editor con el comando EXIT, con ésto estamos diciendo a la máquina que los cambios efectuados sean tomados en cuenta, posteriormente para obtener los resultados de nuestra corrida en impresión o por pantalla se hace con las siguientes instrucciones:

`&ADD,L POLIGONAL.AREA` posteriormente

Los resultados pueden verse por medio de pantalla con la instrucción:

`&ED,R OOMR.` que es en modo de lectura o

`&SYM OOMR.,,DGGTN1` que es en modo de impresión en papel, direccionada a una determinada impresora.



UNAM		
PLANO TOPOGRAFICO DE LOS LIMITES DE CIUDAD UNIVERSITARIA EN MEXI. CO, D.F.		
LEVANTO ING CARLOS CARON A ROMULO ALONSO M	CALCULO Y DIBUJO ROBERTO OSORIO M	FECHA FEBRERO DE 1968

RELACION DE CORRESPONDENCIA DE LA NOMENCLATURA EXISTENTE
EN EL PLANO TOPOGRAFICO Y EN EL LISTADO -
DE LA COMPUTADORA.

NUMERACION DEL LISTADO

NUMERACION DEL PLANO

1	D
2	B
3	A
4	18
5	15
6	21
7	6
8	4
9	3
10	2
11	1
12	0b
13	0a
14	1'
15	02
16	M1
17	5
18	4
19	10
20	8a
21	7

NUMERACION DEL LISTADONUMERACION DEL PLANO

22	5
23	4
24	18
25	b'
26	20c
27	20b
28	20a
29	22d
30	22c
31	25a'
32	30a
33	30A
34	30B
35	30Ca
36	30Cb
37	35
38	36a
39	37
40	37'a
41	37'b
42	38
43	40c
44	40b
45	40a

NUMERACION DEL LISTADONUMERACION DEL PLANO

46	1
47	2
48	3
49	4
50	5
51	6
52	6'
53	7
54	8
55	9
56	10
57	11
58	R14
59	R13
60	R12
61	R15
62	R16
63	R18
64	R19
65	R20
66	R21
67	R23
68	R24
69	R25
70	R26

NUMERACION DEL LISTADO

NUMERACION DEL PLANO

71

R27

V. ORIENTACION DE UNA LINEA DE LA POLIGONAL POR MEDIO DE OBSERVACIONES A LA ESTRELLA POLAR

La determinación del azimut de una dirección definida, es uno de los trabajos de suma importancia, tanto para trabajos geodésicos, como para los topográficos, ya que con este dato se podrá llevar a cabo el cálculo de proyecciones y obtención de coordenadas de los vértices de la triangulación o poligonal, según el caso.

El método para la obtención del azimut, dependerá de la precisión del trabajo, en nuestro caso las observaciones se hicieron a la estrella polar, por ser ésta una estrella bien definida y de gran magnitud, -- que puede ser observada en el paso superior o inferior del meridiano del lugar, sólomente que esta -- operación resultaría incómoda por las horas en que -- pudieran efectuarse los cruces de los hilos, por lo que, es preferible hacer las observaciones en la noche, preferentemente momentos después del obscurecer o cuando ya se vea la estrella.

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO DE OBSERVACION

PARA LA DETERMINACION DEL AZIMUT.

Para la determinación del azimut de una línea por medio de observaciones a la polar, se siguió una metodología o pasos que se requerían de acuerdo a la precisión del trabajo.

- 1° Se preparó todo el instrumental que tenía que emplearse como: cronómetro, termómetro, barómetro y el aparato con su equipo de iluminación.
- 2° Se hicieron las comparaciones del reloj con la hora emitida por la estación de radio XEQK del Observatorio Astronómico Nacional.
- 3° Centrado y nivelado del instrumento en un extremo de la línea a orientar.
- 4° Se checó y reniveló el instrumento por medio del nivel paralelo al anteojo.
- 5° Se efectuaron 3 series de observaciones cambiando los orígenes del círculo horizontal para conocer la diferencia máxima admisible.
- 6° Se elaboró una forma de registro como la que se indica a continuación:

REGISTRO DE LAS SERIES OBSERVADAS

APARATO: WILD T-2

CRONOMETRO: ORIENT

LECT.BAROMETRICA: 789 mm.

LECT.TERMOMETRICA: 15° C

LECTURA A LA SEÑAL ANTES DE LA OBSERVACION: 179° 42' 10"0

N°	H O R A	ANG.HORIZONTAL	ANG.VERTICAL
1	19 ^h 28 ^m 52 ^s	258° 04' 38.4"	289° 59' 27.8"
2	19 29 45	258 04 34.2	289 59 19.2
3	19 30 31	258 04 27.3	289 59 12.0
4	19 34 58	78 03 41.1	70 01 15.0
5	19 35 40	78 03 29.3	70 01 25.5
6	19 36 18	78 03 23.1	70 01 30.9
7	19 37 35	258 03 08.9	289 58 12.6
8	19 38 15	258 03 06.0	289 58 04.6
9	19 39 23	258 02 56.3	289 57 50.0

LECTURA A LA SEÑAL DESPUES DE LA OBSERVACION:

179° 42' 13.0"

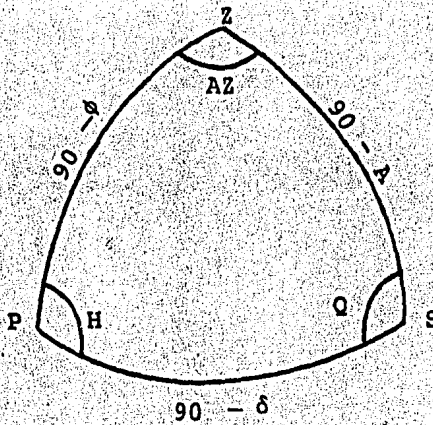
CALCULO DE PROMEDIOS

Se promediaron las siguientes lecturas:

1 con 4	6 con 7
2 con 5	5 con 8
3 con 6	4 con 9

19 ^h 28 ^m 52 ^s	258° 04' 38.4"	19° 59' 27.8"
<u>19 34 58</u>	<u>78 03 41.1</u>	<u>19 58 45.0</u>
39 03 50	08 19.5	118 12.8
19 31 5.5	78 04 09.8	19 59 06.4
19 30 31	258 04 27.3	19 59 12.0
<u>19 36 18</u>	<u>78 03 23.1</u>	<u>19 58 29.1</u>
39 06 49	07 50.4	117 41.1
19 33 24.5	78 03 55.2	19 58 50.6
19 36 18	78 03 23.1	19 58 29.1
<u>19 37 35</u>	<u>258 03 08.9</u>	<u>19 58 12.6</u>
39 13 53	06 32.0	41.7
19 36 56.5	78 03 16.0	19 58 20.8

DETERMINACION DEL AZIMUT POR MEDIO DE LA ESTRELLA
POLAR EN FUNCION DEL ANGULO HORARIO Y DE LA ALTU-
RA.



ELEMENTOS DEL TRIANGULO ASTRONOMICO

P = Polo

Z = Zenit

S = Astro

AZ = $360^\circ - AZ$, donde AZ es el azimut del astro contado desde el norte en el sentido de giro de -- las manecillas del reloj.

H = Al ángulo horario del astro, contado desde el -- sur en el sentido de giro de las manecillas del

reloj.

Q = Es el ángulo paraláctico, formado por los - - -
círculos vertical y horario que pasan por el as
tro.

ZP = $90^\circ - \phi$ donde ϕ es la latitud (o colatitud)
del lugar de observación.

PS = $90^\circ - \delta$ donde δ es la declinación (o codecli
nación) del astro, positiva al norte del ecua--
dor y negativa al sur de este.

SZ = $90^\circ - A$ donde A es la altura del astro sobre
el horizonte.

Por la ley de los senos y los elementos del triángulo
astronómico tenemos que:

$$\frac{\text{Sen AZ}}{\text{Cos } \delta} = \frac{\text{Sen Q}}{\text{Cos } \phi} = \frac{\text{Sen H}}{\text{Cos A}}$$

Como el azimut será calculado en función del ángulo -
horario y de la altura, hacemos:

$$\frac{\text{Sen AZ}}{\text{Cos } \delta} = \frac{\text{Sen H}}{\text{Cos A}}$$

despejando Sen AZ tenemos:

$$\text{Sen AZ} = \frac{\text{Sen H. cos } \delta}{\text{cos A}}$$

Siendo ésta la fórmula a utilizar en nuestro cálculo.

CALCULO DEL ANGULO HORARIO DE LA ESTRELLA POLAR

En principio diremos que el ángulo horario de la estrella polar, es el ángulo diedro formado por el meridiano del lugar y el círculo horario del astro, y para su cálculo intervienen los elementos que se describen a continuación:

- S. Corresponde a la hora siderea, a las 0 horas del meridiano 90.
- H Es la hora de observación en tiempo legal.
- c Es la corrección que hay que hacer a la hora de observación, para convertirla en tiempo sidereo.
- L Es la diferencia de longitud que se tiene con respecto al meridiano 90.
- α Corresponde a la ascensión recta de la polar, esta viene dada en el Anuario del Observatorio Astronómico Nacional.

FORMULA PARA EL CALCULO DEL ANGULO HORARIO

$$h = S_0 + H + c \pm L - \alpha$$

CALCULO DEL ANGULO HORARIO DE LA POLAR TOMADO DE
LA OBSERVACION.

SERIE I

$S_0 =$	9^h	55^m	26.6^s
$H =$	19	31	05.5
$c =$	$+$	3	12.4
$L =$	$-$	36	44.2
$\alpha =$	$- 2$	13	00.1

$h =$	26	40	00.2
$-$	24	00	00.0

$$h = 2^h 40^m 00.2^s$$

ángulo horario de la
polar en tiempo

$$40^\circ 00' 03''$$

ángulo horario de la
polar en arco

SERIE II

$S_0 =$	9^h	55^m	26.6^s
$H =$	19	33	24.5
$c =$	$+$	3	12.8
$L =$	$-$	36	44.2
$\alpha =$	$- 2$	13	00.1

$h =$	26	42	19.6
$-$	24	00	00.0

$$h = 2^h 42^m 19.6^s$$

ángulo horario de la
polar en tiempo

$$40^\circ 34' 54''$$

ángulo horario de la
polar en arco

SERIE III

$S_0 =$	9 ^h	55 ^m	26.6 ^s
H =	19	36	56.5
c = +		3	13.3
L = -		36	44.2
$\alpha = -$	2	13	00.1

h =	26	45	52.1
-	24	00	00.0

h = 2^h 45^m 52.1^s ángulo horario de la polar en tiempo

41° 28' 01.5" ángulo horario de la polar en arco

CALCULO DEL AZIMUT DE LA POLARSERIE I

$$\text{Sen Az} = \frac{(\text{Sen H}) (\text{Cos } \delta)}{\text{Cos A}}$$

$$\text{Sen Az} = \frac{(\text{Sen } 40^{\circ} 00' 03'') (\text{Cos } 89^{\circ} 11' 10.9'')}{\text{Cos } 19^{\circ} 57' 08.3''}$$

$$\text{Sen AZ} = \frac{(0.642790) (0.014200)}{0.939977}$$

$$\text{Sen AZ} = 0.009713$$

$$\text{AZ} = 00^{\circ} 33' 23.0''$$

SERIE II

$$\text{Sen AZ} = \frac{(\text{Sen H}) (\text{Cos } \delta)}{\text{Cos A}}$$

$$\text{Sen AZ} = \frac{(\text{Sen } 40^{\circ} 34' 54'') (\text{Cos } 89^{\circ} 11' 10.9'')}{\text{Cos } 19^{\circ} 56' 52.3''}$$

$$\text{Sen AZ} = \frac{(0.650531) (0.014200)}{0.940003}$$

$$\text{Sen AZ} = 0.009827$$

$$\text{AZ} = 00^{\circ} 33' 47.0''$$

SERIE III

$$\text{Sen AZ} = \frac{(\text{Sen H}) (\text{Cos } \delta)}{\text{Cos A}}$$

$$\text{Sen AZ} = \frac{(\text{Sen } 41^{\circ} 28' 01.5'') (\text{Cos } 89^{\circ} 11' 10.9'')}{\text{Cos } 19^{\circ} 56' 22.3''}$$

$$\text{Sen AZ} = \frac{(0.662190) (0.014200)}{0.940053}$$

$$\text{Sen AZ} = 0.010003$$

$$\text{AZ} = 00^{\circ} 34' 23.3''$$

CALCULO DEL AZIMUT

LUGAR: FAC.DE INGENIERIA. UNAM.
 ESTACION: DOPPLER 47568

APARATO: WILD - T2
 CRONOMETRO: ORIENT
 LECTURA BAROMETRICA: 789 mm
 LECTURA TERMOMETRICA: 15° C

FECHA: 19 FEB. 1982
 OBSERVO: ING.CARLOS CAÑON A. y
 RODOLFO OSORIO M.
 ANOTO: RODOLFO OSORIO M.
 CALCULO: RODOLFO OSORIO M.

No.		ESTRELLA		POLAR	OBSERVACIONES
		SERIE I	SERIE II	SERIE III	
1	(a) Altura observada	19 59 06.4	19 58 50.6	19 58 20.8	
2	Corrección por refracción	01 58.1	01 58.3	01 58.5	
3	(A) Altura corregida	19 57 08.3	19 56 52.3	19 56 22.3	
4	(II) Hora de observación	19 31 05.5	19 33 24.5	19 36 56.5	
5	(S _o) Hora Sidérea 0° Mer 90°	9 55 26.6	9 55 26.6	9 55 26.6	
6	(c) Corrección de tm a ts	+ 3 12.4	+ 3 12.8	+ 3 13.3	
7	(L) Diferencia de longitud con Mer 90°	- 36 44.2	- 36 44.2	- 36 44.2	
8	(κ) Ascensión recta de la polar	- 2 13 00.1	- 2 13 00.1	- 2 13 00.1	
9	(h) 4+5+6+7+8 en tiempo	2 40 00.2	2 42 19.6	2 45 52.1	
10	(h) En arco	40 00 03.0	40 34 54.0	41 28 01.5	
11	(δ) Declinación de la polar	89 11 10.9	89 11 10.9	89 11 10.9	
12	(h) En arco	40 00 03.0	40 34 54.0	41 28 01.5	
13	(A) Altura observada y corregida	19 57 08.3	19 56 52.3	19 56 22.3	
14	Azimut de la polar	00 33 23.0	00 33 47.0	00 34 23.3	
15	Angulo Polar - Señal	78 22 26.5	78 22 15.8	78 20 57.4	
16	Azimut de la línea del N al W	78 55 49.5	78 56 02.8	78 55 20.7	
		360 00 00.0	360 00 00.0	360 00 00.0	
17	Azimut de la línea	281 04 10.5	281 03 57.2	281 04 39.3	
18	Azimut promedio		281 04 15.6		

DISTOMAT DI-10

Instrumento electrónico, diseñado para medir distancias cortas, ideal para ser usado en levantamientos topográficos y, para distancias no mayores de 2,000 metros.

Trabaja por medio de rayos infrarrojos modulados, -- que se incrementan automáticamente de 13.48686 a -- 14.98540 MHZ.

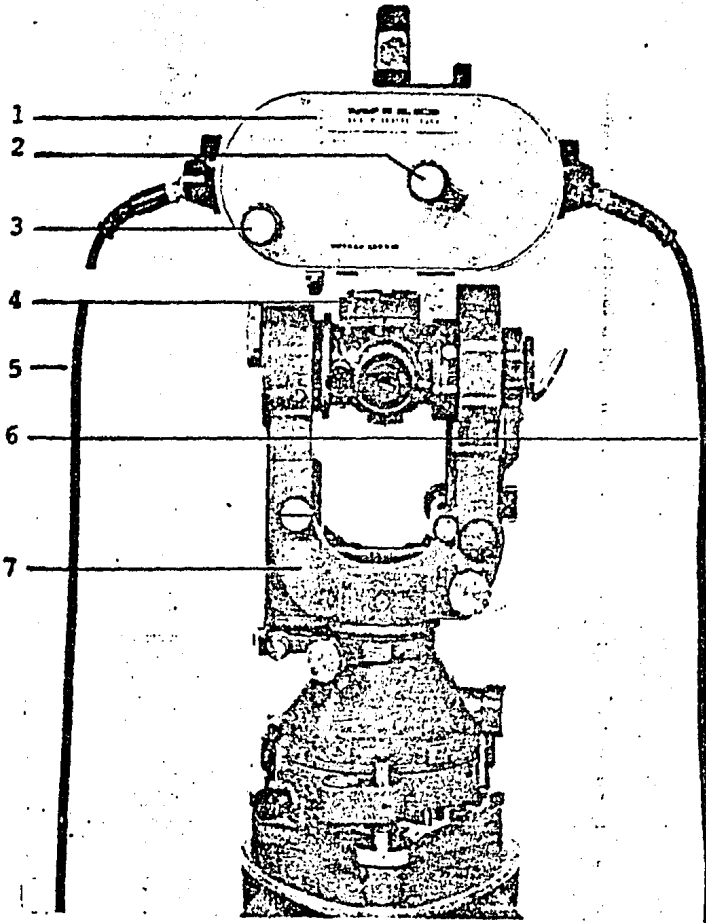
El sistema óptico emisor y receptor puede montarse en los siguientes Teodolitos: WILD TI-A, T16 y T2.

La unidad de control tiene el sistema electrónico, - pantalla de dígitos luminosos y la batería.

Los prismas que se utilizan para las distintas distancias son:

Prisma Sencillo, para distancias menores de 600 metros.

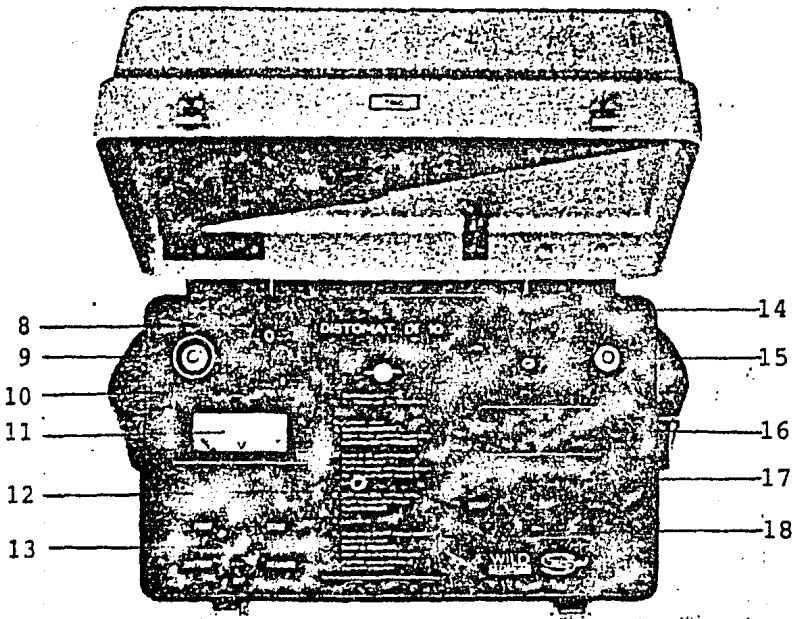
Prisma Triple, para distancias mayores de 600 metros y menores de 1,200 metros.



TRANSMISOR Y RECEPTOR OPTICO MONTADO EN UN TEODO

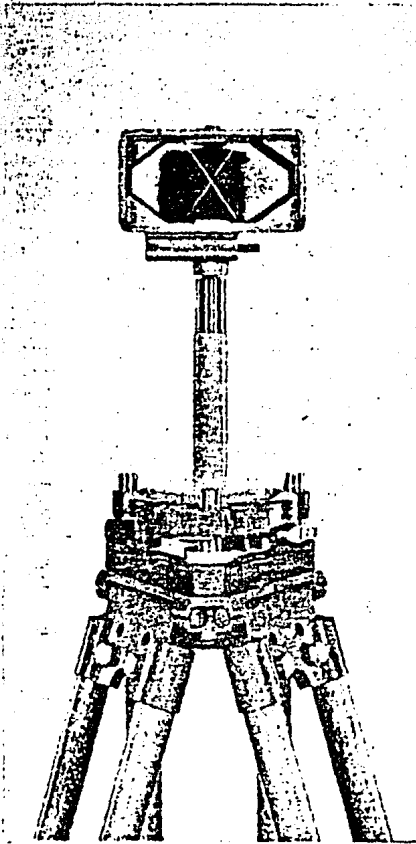
LITO WILD T 2.

1. Sistema óptico, transmisor y receptor
2. Perilla de medición (M) y de calibración (C)
3. Perilla para sintonizar con mayor intensidad la señal reflejada
4. Puente de unión entre la unidad transmisora y el teodolito
5. Cable
6. Cable
7. Teodolito Wild T2



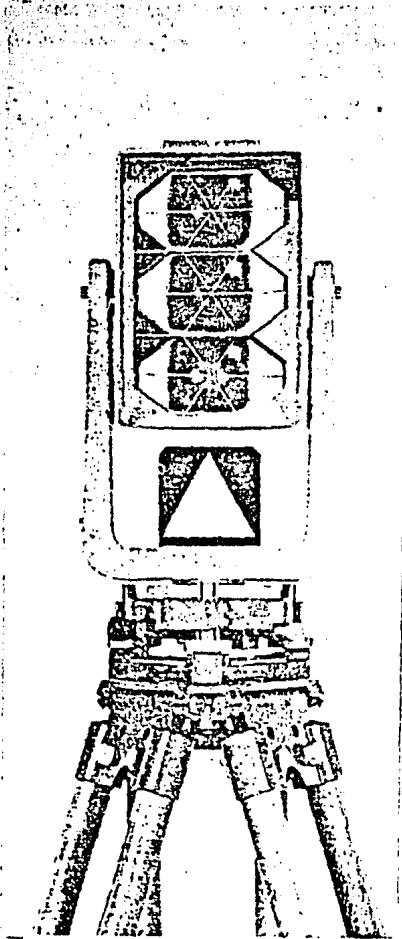
UNIDAD DE CONTROL DEL DI-10T

8. Unidad de control
9. Contacto para el cable con puño blanco
10. Dispositivo de amortiguación
11. Cuadrante de control del instrumento
12. Cubierta de la batería NiCa
13. Perilla principal
14. Interruptor pulsador
15. Contacto para el cable
16. Pantalla de lectura digital
17. Perilla para el valor START
18. Perilla para el valor CAL



PRISMA SENCILLO CON PLOMADA

OPTICA.



PRISMA TRIPLE CON PLOMADA -
OPTICA Y SEÑAL PARA MEDIR -
ANGULOS.

Reflector de Nueve Prismas, para distancias de 2,000 metros.

DISTANCIOMETRO BEETLE

Instrumento electrónico diseñado especialmente para medidas no mayores a los 2,000 metros, este instrumento es de suma utilidad en levantamientos topográficos ya que su peso es relativamente pequeño, por lo tanto fácil de transportar.

Trabaja por medio de rayos infrarrojos, además está provisto de un sistema de audio (indicador de señal), el cual nos indica que la señal emitida a los prismas ha sido reflejada y que en ese momento estamos en condiciones de operar el equipo y poder observar la distancia medida en la pantalla luminosa, esta distancia bien puede ser en pies o metros según se requiera.

Otra de las ventajas de este aparato es que la distancia medida es corregida automáticamente (por compensación), además este equipo puede operar a diferentes rangos de temperatura; de -20° hasta $+50^{\circ}$

centígrados.

La energía utilizada es por medio de baterías recargables de 12 voltios con una capacidad de 500 mediciones o un día de trabajo continuo, o en su defecto también puede funcionar con una fuente de poder para automóvil de 12 volts.

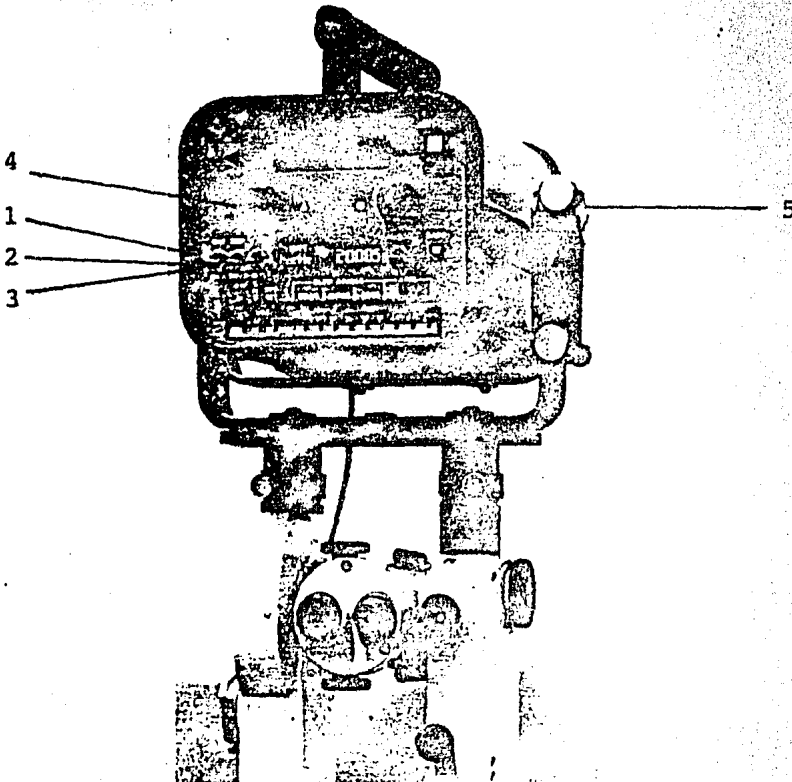
Dentro de los accesorios con que viene provisto el aparato están: el bastón de extensión para medidas cortas (como radiaciones) en las que generalmente se utiliza un sólo prisma, este bastón de extensión puede alcanzar una altura de 3.65 metros.

El sistema reflector de prismas, está compuesto de prismas sencillos y prismas triples. El equipo transmisor-receptor puede montarse en una gran gama de teodolitos de marcas conocidas, para ésto se cuenta con bases adaptadoras, fabricadas para cada una de éstas, este aparato puede utilizarse en nuestro país, en aproximadamente 6 marcas conocidas como lo son:

WILD, NIKON, KERN,
ZEISS, JENA Y KEUFFEL

Las lecturas de las distancias podrán ser leídas en la unidad de control provista de una pantalla de dígitos luminosos, cuenta también con 5 botones para su operación:

- Botón 1 para el encendido o apagado
- Botón 2 envía la señal y recibe
- Botón 3 calibración
- Botón 4 indicador de la distancia en pies o metros
- Botón 5 apagado y encendido de audio



VI. CONCLUSIONES

Con el adelanto de las nuevas técnicas en lo que corresponde a aparatos de medición, como de cálculo, se ha logrado obtener fabulosos resultados en los proyectos realizados.

En la actualidad, México cuenta con aparatos receptores de señales de satélites, particularmente la Dirección General de Geografía, Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, entre otros, con los cuales pueden obtenerse coordenadas de cualquier lugar, en cuestión de unas horas, con una gran precisión, la ventaja que ofrecen estos aparatos (Geociever) es que en lugares donde predomina la vegetación y el terreno es completamente inaccesible, como sucede en la parte sur de la República Mexicana, especialmente en los Estados de: Veracruz, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán, en los cuales se ha posicionado un gran número de puntos de vital importancia, como las mojoneras de los límites internacionales entre México y Guatemala.

Con el paso de algunos años, seguramente se contará con una gran red de Estaciones Doppler que jugarán un papel muy importante, ya que una mayoría de los traba

jos de grandes obras de infraestructura, así como los deslindes y levantamientos topográficos, podrán ser - ligados a una red Geodésica (horizontal y vertical), - obtenida de datums conocidos; y de esta manera, no se rán trabajos aislados, como sucede en la mayor parte de los casos.

El trabajo topográfico de la delimitación del terreno de Ciudad Universitaria, se ligó a la Estación Doppler establecida en el Edificio de la Facultad de Ingeniería, para que éste tuviera coordenadas conocidas y no permaneciera como un trabajo aislado.

Si en lo sucesivo se efectuara un trabajo semejante, sería recomendable que éste se complementara con la - restitución de todas las instalaciones de la Universi- dad, ya que se cuenta con el material e instrumental suficiente para llevarse a cabo.

Con respecto a las técnicas para el cálculo es muy -- importante, ya que en la actualidad es mucho más fá-- cil de efectuar los cálculos, con las microcomputado- ras y las grandes computadoras que tienen una inmensa capacidad de memoria, sólomente hay que elaborar pro- gramas con un lenguaje adecuado (FORTRAN, BASIC) e in- troducir los datos, y en cuestión de segundos se ob--

tendrán los resultados con bastante precisión.

De forma semejante, sucede con los aparatos para mediciones electrónicas, ya que éstos han tenido un -- gran auge, en virtud de que día a día ya son más completos y compactos en su estructura, lo cual facilita aún más el trabajo y los resultados son óptimos.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. BLACHUT TEODOR J.
CARTOGRAFIA Y LEVANTAMIENTOS URBANOS
CATALOGO DE PUBLICACIONES DE LA LIBRERIA DEL CONGRESO
MEXICO, 1980
2. CAIRE LOMELI JORGE ING.
LA PROYECCION CARTOGRAFICA PARA PETROLEOS MEXICANOS
BOLETIN DE LA ASOCIACION MEXICANA DE GEOLOGOS PETROLEROS
EDICION ESPECIAL, VOL. XXVI, NUMEROS 1-3
ENERO - MARZO DE 1974
3. ENCICLOPEDIA SALVAT DE LA TECNICA
COMO FUNCIONA, VOL. IV
SALVAT EDITORES, S.A.
4. GALINDO CONTRERAS CARLOS ING.
LA FOTOGRAMETRIA APLICADA AL LEVANTAMIENTO DE LOS --
TERRENOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MEXICO
TESIS PROFESIONAL
MEXICO, D. F. 1971
5. HIGASHIDA MIYABARA SABRO ING.
TOPOGRAFIA GENERAL
MEXICO, 1971

6. INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA
GLOSARIO DE TERMINOS GEODESICOS
BUENOS AIRES, ARGENTINA. 1977

7. KISSAM C. E. PHILIP
TOPOGRAFIA PARA INGENIEROS
ED. Mc. GROW-HILL DE MEXICO, S.A. DE C.V.
MEXICO, 1979

8. MEDINA PERALTA MANUEL ING.
ASTRONOMIA DE POSICION
ED. LIMUSA
MEXICO, 1974

9. MEDINA PERALTA MANUEL ING.
INTRODUCCION A LA GEODESIA GEOMETRICA
ED. LIMUSA, 1a. EDICION
MEXICO, 1974

10. OLOF TERNRY CARL/JUNDIN ELIZ
TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA EN LA PRACTICA MODERNA
ED. CECSA, 3a. IMPRESION
MEXICO, 1974

11. SOSA TORRES RAFAEL M.C.
CALCULOS DE POSICIONAMIENTO GEODESICO
DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA DEL TERRITORIO
NACIONAL. S.P.P.
MEXICO, 1978

12. SOSA TORRES RAFAEL M.C.
POSICIONAMIENTO GEODESICO POR SATELITES
APUNTES
MEXICO, 1984

13. SOSA TORRES RAFAEL M.C.
SISTEMA DE COORDENADAS EN GEODESIA
DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA DEL TERRITORIO
NACIONAL. S.P.P.
MEXICO, 1978

14. TORGE WOLFGANG
GEODESIA
TRADUCCION AL ESPAÑOL
EDITORIAL DIANA, 1era. EDICION
MEXICO, 1983

15. U.N.A.M. INSTITUTO DE ASTRONOMIA
ANUARIO DEL OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL