

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA**

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

3<sup>2</sup>  
Egarr



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Resolución de Problemas en Ingeniería con  
una Calculadora Programable

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JUAN MAURO CARDENAS MADERO

GUADALAJARA, JAL., 1986



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 está 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

PROLOGO . . . . .	5
CAPITULO I	
CARACTERISTICAS DE LA CALCULADORA Y COMPONENTES DEL SISTEMA . . . . .	8
FUNCIONES BASICAS . . . . .	18
CAPITULO II (ingeniería civil y mecánica)	
POLIDEF/POLIINT . . . . .	32
HEdVAR . . . . .	57
AdNUDOS . . . . .	74
CAPITULO III (sistemas de potencia)	
LINLA . . . . .	92
IMC . . . . .	122
CAPITULO IV	
MORSE . . . . .	140
CONCLUSIONES . . . . .	149
BIBLIOGRAFIA . . . . .	150

## PROLOGO

Ya que en la actualidad se ha incrementado la utilización de computadoras en prácticamente todos los campos de la actividad humana (desde la educación, control de procesos industriales, control de aeronaves, etc.), es de gran importancia para los ingenieros conocerlas desde la etapa de estudiantes, para poder aplicar estas herramientas en la práctica de su profesión.

Ahora bien, surge la pregunta ¿qué es más conveniente para un ingeniero: una computadora (de escritorio) o una calculadora portátil? Para contestar esta cuestión creo es útil hacer la siguiente analogía en el campo de transporte de carga ¿qué es más útil: una camioneta pick-up (de 1 ton.) o un trailer de 30 ton.? En ambos casos, calculadora/computadora y pick-up/trailer, podemos decir que básicamente son lo mismo, pero su diferencia fundamental se refleja en la capacidad de trabajo, la facilidad (maniobrabilidad) de la máquina y la velocidad en el manejo de carga.

Es factible suponer que las calculadoras portátiles no puedan ser desplazadas fácilmente por tres motivos principales. El primero es que los adelantos técnicos en la ingeniería electrónica son constantes y se encaminan a poner a disposición del usuario más memoria, más funciones y mejor comunicación hombre-máquina en el mismo tamaño (o menor) que las calculadoras portátiles de 10 años atrás. El segundo motivo es el costo, el cual es bastante menor que el de una computadora y además debido al empuje de la competencia, va reduciéndose continuamente. La tercer razón se aplica a estudiantes y profesionistas que necesitan contar con una herramienta de cálculo de es

te tipo en su aula de clases o en el campo de trabajo y, pues, siempre seguirá siendo más práctico llevar una calculadora colgada del cinturón o en la mano, que traer una computadora de "llavero".

Por esta última razón, los programas fueron elaborados enfocados sólo a la calculadora en sí, es decir no se incluye ningún programa que realice gráficas (en la impresora) o que deba hacer uso de algún periférico.

Finalmente quiero hacer patente mi agradecimiento a todas las personas que de alguna manera colaboraron y - me dieron su apoyo y estímulo para la elaboración de esta tesis; especialmente a:

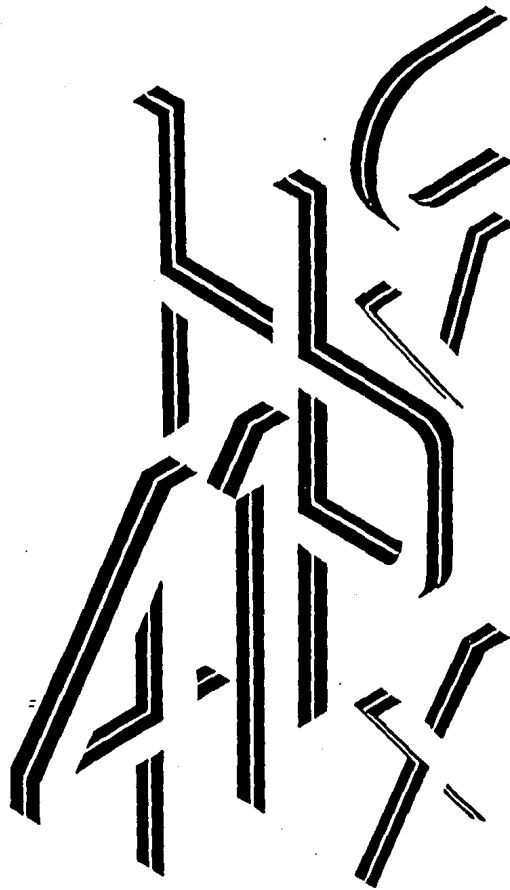
Ing. José Antonio Valencia Gárate

Ing. Carlos Tirado Ruiz, M.C.

Arq. Luis Carlos Hernández Chávez.

Fís. Ma. Dolores V. Montiel Estrada

## CAPITULO I



CARACTERISTICAS  
DE LA  
CALCULADORA  
Y COMPONENTES  
DEL SISTEMA

## CARACTERISTICAS DE LA CALCULADORA Y COMPONENTES DEL SISTEMA

Las compañías que fabrican calculadoras programables hacen también una serie de dispositivos que interactúan con la máquina para lograr el máximo aprovechamiento de la misma. Resulta obvia entonces, la necesidad de conocer los componentes adicionales que conforman un poderoso sistema de cálculo.

La calculadora presenta en sí grandes innovaciones que permiten catalogarla como la mejor que ha producido la compañía Hewlett-Packard por varias características que se desglosan a continuación:

-La comunicación entre la calculadora y el usuario se hace a través de: 1. La pantalla, donde aparecen números, letras y caracteres especiales (usa el alfabeto Inglés); 2. El teclado, con el que se pueden ingresar los mismos caracteres alfanuméricos, además de contener las funciones básicas de la calculadora, y por último, 3. Un generador de tonos audibles para dar avisos cuando sea necesario.

-El operador siempre tiene conocimiento del estado de la calculadora por medio de letreros que aparecen en la pantalla indicando la condición de la carga de las baterías, modalidad trigonométrica, si se está grabando o corriendo un programa, errores, etc.

-La presentación de los números puede ser en notación científica, ingenieril o normal (FIXED). Se cuenta con la opción de dividir las cantidades en grupos de tres cifras para facilitar la lectura de cantidades grandes con



separadores de estilo europeo o americano.

-La pantalla es de cristal líquido de cuarzo (LIQUID CRISTAL DISPLAY, LCD) con características de gran definición y alto contraste.

-El sistema lógico para hacer operaciones aritméticas es el de Notación Polaca Inversa (REVERSE POLISH NOTATION, RPN) usual en esta marca por su probada simplicidad.

-La calculadora cuenta con 130 funciones, de las cuales 58 se encuentran disponibles en el teclado con sólo encenderla.

-La capacidad máxima de memoria directa es de 2233 bytes equivalentes a 319 registros para datos en la HP-41CV la HP-41C con cuatro módulos de memoria, o en la HP-41CX.

-La memoria es continua, o sea que almacena permanentemente datos y programas que están listos para usarse en cualquier momento en que se necesiten.

-El sistema de banderas con que cuenta permite manejar fácilmente la calculadora dentro de un programa, ya que se pueden detectar ingresos de números o letras, también si se encuentra conectado algún aparato a ella, o cuando ocurre un error aritmético, etc.

-Su tamaño es, por supuesto, el mismo que el de otras calculadoras programables de bolsillo a las cuales aventaja grandemente por sus características de manejo y operación.

-La calculadora es el corazón de una amplia gama - de artículos que facilitan la resolución de cualquier problema de Ingeniería.

Se pueden conectar varios aparatos a la calculadora en los cuatro puertos con que cuenta; esos aparatos son conocidos como periféricos, veamos cuales son éstos:

#### MODULOS DE MEMORIA (MEMORY MODULE Y QUAD MEMORY MODULE).

Para incrementar la capacidad de almacenamiento de la calculadora HP-41C se cuenta con módulos de memoria, de los cuales se pueden instalar hasta cuatro de éstos o uno cuádruple con los que se alcanza la capacidad de la HP-41CV que como mencionamos anteriormente es de 319 registros. - En estos módulos se pueden grabar datos y programas cuantas veces se desee.

#### MODULO DE EXTENSION DE FUNCIONES Y MEMORIA (X FUNCTIONS).

Este módulo adiciona varias funciones a las ya existentes en la calculadora, que son muy útiles en el manejo de ella. Además aumenta la capacidad de memoria con 889 - bytes de extensión, que equivalen a 127 registros.

#### MODULO DE EXTENSION DE MEMORIA (X MEMORY).

Se pueden usar dos módulos de este tipo en la calculadora como máximo; cada uno tiene 1666 bytes de extensión de memoria, equivalentes a 238 registros. Para usar estos módulos es necesario contar con uno de X FUNCTIONS.

### MODULO DE TIEMPO (TIME).

Con este módulo se integra al sistema un dispositivo que involucra al tiempo en la programación; la calculadora funcionará como un controlador del sistema, un reloj/despertador, calendario o un cronómetro de precisión.

### MODULO DE EXTENSION DE ENTRADAS/SALIDAS (EXTENDED I/O).

Con este módulo se aumenta grandemente la capacidad de la calculadora, ya que se logra tener acceso fácil a los dispositivos masivos de memoria (cintas magnéticas, - por ejemplo), se puede generar un código de barras compatible con el impresor térmico, además de otras funciones generales. Para usarlo es necesario contar con un módulo de interface (HPIL).

### LECTOR DE TARJETAS MAGNETICAS (CARD READER).

El lector de tarjetas permite almacenar y recuperar fácilmente datos y programas en pequeñas tarjetas de manera rápida y sencilla. Aun cuando el dispositivo esté conectado a la calculadora, el conjunto puede guardarse adecuadamente en su estuche y no pierde la característica de ser portátil.

El lector de tarjetas también acepta tarjetas con programas grabados por las calculadoras modelos HP67 y HP97, "traduciéndolas" automáticamente a instrucciones de la HP-41C.

### IMPRESOR/TRAZADOR (PRINTER/PLOTTER).

Este impresor se conecta directamente a la calcula-

dora; es capaz de imprimir letras minúsculas y mayúsculas, números y caracteres especiales con ancho simple o doble; trazar gráficas y algunas otras funciones. Usa papel térmico especial.

#### LECTOR OPTICO (OPTICAL WAND).

Este instrumento es muy útil para grabar datos y programas en la calculadora fácil y rápidamente, leyendo la información contenida en una hoja en código de barras (BAR CODE).

#### MODULO DE INTERFASE (INTERFACE LOOP MODULE, HPIL).

Este módulo transforma la calculadora HP-41C en el control de un sistema capaz de intercambiar datos con una gran variedad de aparatos periféricos. En el sistema HPIL todos los aparatos están conectados por medio de un cable de entrada al aparato y uno de salida hacia el siguiente, hasta formar un lazo cerrado.

#### REPRODUCTORA/GRABADORA DIGITAL DE CASSETES (DIGITAL CASSETTE DRIVER)

Con la ayuda de este aparato se pueden almacenar una gran cantidad de datos y programas usando mini-casetes de alta densidad (de 355 bits/cm), en los cuales se pueden grabar hasta 131,072 bytes que equivalen a más de 50 veces la capacidad de una calculadora HP-41CV. Otras características del tocacintas son: el tiempo usado para rebobinar toda la cinta es menor de 30 seg., la velocidad para grabar y leer en la cinta es de 9 pulg./seg.; tiene dos motores para efectuar el movimiento de la cinta, usa dos pistas (tracks) para almacenar la información; la calculadora

puede prender y apagar al tocacintas en el momento que sea necesario.

#### IMPRESOR/TRAZADOR TERMICO (THERMAL PRINTER/PLOTTER).

Esta impresora cuenta con las mismas característi--cas que la mencionada anteriormente y además tiene algunas otras como son: un BUFFER de 102 caracteres para tener ma--yor velocidad de impresión; cuenta con un comando programa--ble para que con la calculadora se pueda prender o apagar.

#### MULTIMETRO DIGITAL (DIGITAL MULTIMETER, DMM).

Este multímetro se puede programar con ayuda del --HPIL. Tiene una pantalla de 12 caracteres que puede mos--trar mensajes alfanuméricos generados por el controlador o por el DMM.

#### TARJETA DE INTERFASE (INTERFACE CARD).

Este dispositivo se puede conectar a una computado--ra Hewlett-Packard de la serie 80; de este modo la computa--dora puede tomar el control del sistema. También puede -programarse para que almacene y analice los datos que con--tenga la calculadora. Todas las computadoras de la serie 80 son compatibles con la tarjeta de interfase.

#### CONVERTIDOR DE INTERFASE (HPIL CONVERTER).

Este convertidor está diseñado para comunicar al --lazo cerrado de periféricos con el mundo exterior. El con--vertidor transforma las instrucciones y datos específicos del sistema HPIL a un formato compatible con aparatos TTL.

## MODULOS PREPROGRAMADOS (APPLICATION MODULES).

Hewlett-Packard fabrica módulos preprogramados enfocados a resolver problemas de ingeniería, matemáticas, estadística, análisis estructural, topografía, circuitos -- eléctricos, finanzas, etc., que transforman a la calculadora en un instrumento especializado para solucionar problemas en cada tema.

Otros aparatos periféricos que están disponibles son: un adaptador para un monitor de T.V., una impresora de impacto de 80 caracteres por línea, una extensión para entradas y salidas de propósito general, etc. Con todos estos dispositivos se puede formar un sistema tan sofisticado como se desee, de acuerdo a las necesidades del usuario.

Además se cuenta con una extensa biblioteca de programas listados paso a paso y con instrucciones detalladas para su uso, que resultan muy valiosos en la resolución de problemas específicos; algunos de esos temas son: antenas, ingeniería química, sistemas de control, optometría, ingeniería solar, etc.

El desarrollo del SOFTWARE en esta calculadora es un proceso en continua expansión; las aportaciones que se envían de todo el mundo al club de programadores de la -- HP-41C se almacenan en la biblioteca de usuarios, que se encarga de su publicación.

Los programas comprenden temas tan variados como: estadística, cálculos financieros, geometría, electrónica, mecánica, topografía, refrigeración, hidráulica, juegos, etc., muchos de ellos se encuentran disponibles en forma --

PERIFERICOS:

Lector de tarjetas magnéticas

Impresor térmico

Lector óptico

HP-11

Módulo de interfase

Monitor de T.V.

Impresora de  
impacto

Tocacintas digital

Impresor térmico

Voltímetro

etc.

Baterías recargables

Recargador de baterías

Papel térmico

Tarjetas magnéticas

Casetes

MODULOS DE EXTENSION:

de memoria

de entradas/salidas

(de funciones)

(de tiempo)

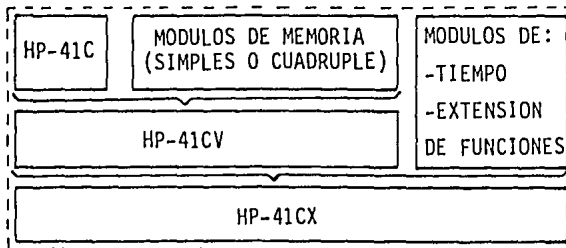
APOYO DE SOFTWARE:

Libros de aplicación con

listados y/o código de barras

Módulos preprogramados

Tarjetas pregrabadas.



de módulos preprogramados o tarjetas pregrabadas.

Por otra parte han aparecido libros de varios autores conteniendo programas e información general de la calculadora, dos de ellos resultan de gran importancia para las personas que están interesadas en la materia, son: -- "SYNTHETIC PROGRAMMING ON THE HP-41C" escrito por William C. Wilkes y "CALCULATOR TIPS & ROUTINES ESPECIALLY FOR THE HP-41C/CV" de John Dearing. En el primer libro se describen los componentes de la calculadora y su funcionamiento desde un punto de vista operativo, no electrónico, y se dan las bases para la programación sintética; esta técnica consiste en la estructuración de instrucciones que no son accesibles como funciones elementales de la calculadora sino más bien son variantes de ellas, que resultan de la modificación de alguna de sus partes (de las instrucciones). El segundo libro contiene una recopilación de programas y subrutinas que han sido publicados por diferentes medios y de varios autores; cada programa cumple el doble propósito de ser útil por sí mismo y demostrar una forma de aprovechar la máquina más eficientemente.



**funciones**

**básicas**

## FUNCIONES BASICAS

En esta sección describiremos algunas funciones que se han considerado básicas en la programación de la calculadora. Se han excluido a todas aquellas que por su simplicidad se entienden claramente al estudiar el manual de la máquina. La descripción de esas funciones se hará acompañada de ejemplos que servirán para la mejor comprensión de la forma de optimizar el manejo de dichas funciones.

### STACK AUTOMATICO DE REGISTROS (X,Y,Z,T y L).

El adecuado uso del STACK nos redundará en la mejor utilización de la memoria de la calculadora, puesto que se emplearán menos registros de almacenamiento e inclusive se puede reducir el número de líneas (y de bytes) de un programa como consecuencia de un mejor planteamiento de los cálculos que se desarrollan a lo largo del mismo.

El uso eficiente del STACK comienza con el planteamiento de las ecuaciones de la forma más conveniente para su utilización en la calculadora; es importante la estructuración de los cálculos para aprovechar al máximo los factores involucrados, por ejemplo, cuando un factor es constante lo podemos almacenar en los registros X,Y,Z y T, - - oprimiendo **ENTER** tres veces, luego cada vez que se utiliza ese factor se recupera sólo con oprimir **RDN**; también se puede utilizar el registro LAST X con fines similares, ya que en él se almacena automáticamente lo que se encontraba en X antes de verse afectado por alguna función u operación aritmética.

Las funciones que pueden usarse para manipular el -

STACK son las siguientes:

R↗	}	}		
RDN				
ENTER↗				
X△				
RCL			}	X
STO				
ST+			}	Z
ST-				
ST*			}	L
ST/				

Con estas funciones se manejan los valores de los registros del STACK y pueden intercambiarse, almacenarse o efectuar operaciones directas con los propios registros del STACK o con los de la memoria principal.

Por ejemplo cuando es necesario efectuar una operación sobre un registro R mn, no es indispensable llevarlo al STACK (con **RCL** mn), luego actuar sobre esa cantidad y por último volverlo a almacenar; este proceso se hace fácilmente ejecutando la función correspondiente, como son **ST+** mn o **ST/** mn; además otra característica de estas funciones es que no afectan al registro LAST X.

Podemos mencionar otro ejemplo, para multiplicar por dos una cantidad, en vez de teclear: **2** **\***, se usaría **ST+** X, consiguiendo con ésto no alterar los demás registros del STACK.

Así mismo, dentro de un programa, si es necesario mover dos veces los registros del STACK en forma secuencial, es preferible usar **R↗** **R↗** a emplear **RDN** **RDN**, ya

que el resultado obtenido es el mismo pero la primera opción es más rápida: **RDN** toma 17.4 ms y **R** sólo 12.8 ms.

Para ver cómo van cambiando los valores en los registros del STACK, al efectuar movimientos o cálculos, es muy útil contar con una hoja de REGISTROS DEL STACK en la cual se van describiendo, paso a paso, cada operación que se ejecuta; de esa manera al diseñar el programa podemos buscar la forma más adecuada de efectuar esos cálculos. A continuación se muestra un formato que se puede usar para dicho propósito.

REGISTROS DEL STACK
---------------------

T	
Z	
Y	
X	
L	

T	
Z	
Y	
X	
L	

T	
Z	
Y	
X	
L	

T	
Z	
Y	
X	
L	

En seguida se muestra una rutina que sirve para ver el contenido de todos los registros del STACK sin modificar al mismo, actúa sólo con el registro ALPHA y es de -- gran ayuda usar esta rutina en el transcurso de la depuración de un programa.

01 LBL "STACY"	09 PSE	17 PSE
02 "L= "	10 "Y= "	18 "T= "
03 ARCL 1	11 ARCL Y	19 ARCL T
04 AVIEW	12 AVIEW	20 AVIEW
05 PSE	13 PSE	21 PSE
06 "X= "	14 "Z= "	22 CLD
07 ARCL X	15 ARCL Z	23 END
08 AVIEW	16 AVIEW	

#### USO DEL REGISTRO ALPHA.

Este registro es una de las grandes ventajas de esta calculadora; es posible, gracias a esta característica, tener conocimiento del estado de la calculadora, de errores, mensajes, peticiones de datos, etc. en forma muy clara y objetiva, ya que se presentan con letras y números - por lo que sólo se necesita leer directamente y no se requiere la traducción de un lenguaje codificado a lenguaje ordinario.

Esta misma característica permite la comunicación - interactiva entre la calculadora y el usuario al estarse - ejecutando un programa, de manera que los ingresos se hacen en base a interrogaciones planteadas por la calculadora y las respuestas van acompañadas de letreros que evitan totalmente cualquier confusión con las cantidades y los - conceptos que se manejan.

Existen varias funciones que nos sirven para usar -

este registro dentro de un programa. Cada una de ellas - tiene características especiales que las hacen prácticas y útiles en determinadas ocasiones. Es importante entender claramente el funcionamiento específico y la aplicación - más general de cada una de ellas con el objeto de tenerlas presentes en el momento oportuno de la realización de un - programa.

La función `PROMPT` nos sirve para insertar mensajes dentro de un programa. Cada vez que se ejecuta, detiene - el programa y muestra en la pantalla el mensaje, la pregunta o el aviso que se desee mostrar y que previamente ha sido grabado en el registro ALPHA.

Prácticamente esta función la utilizamos para pedir datos de entrada, para ofrecer los datos de salida y para cuestionar acerca de una decisión en alguna bifurcación. - Al pedir datos de entrada es conveniente diferenciar los - datos numéricos y alfanuméricos poniendo los signos "=?" - para los primeros y sólo "?" para los alfanuméricos al final de la pregunta que se esté haciendo. De esta manera - clarificamos aún más el tipo de datos que se solicitan.

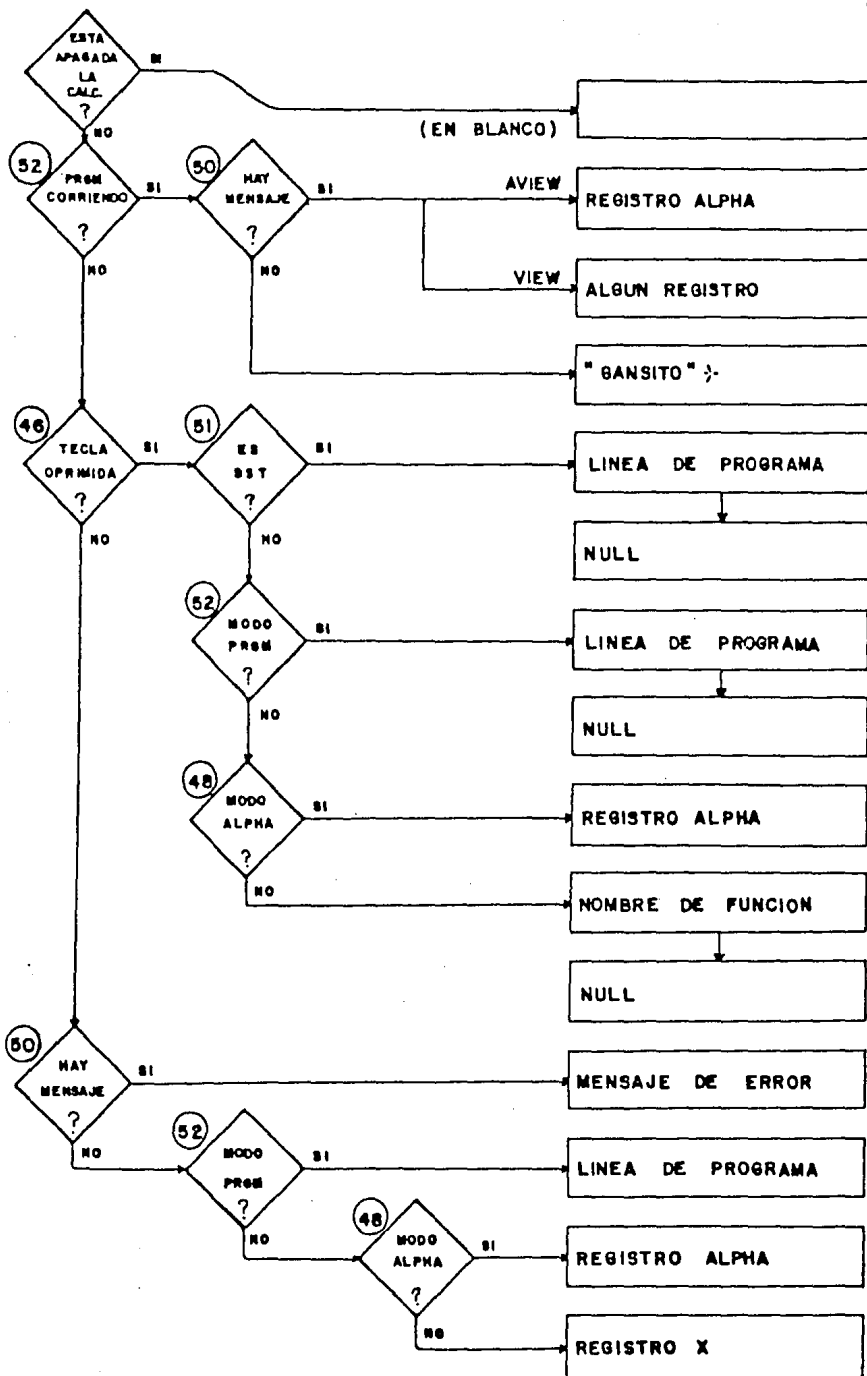
La función `AVIEW` es similar a la función `PROMPT` sólo que aquella no siempre detiene el programa. Al ejecutarse la máquina automáticamente consulta el estado de la bandera #21, si está en SET entonces sí se detendrá el programa mostrando en la pantalla el contenido del registro - ALPHA, pero si está en CLEAR enviará el contenido del - - ALPHA a la pantalla y seguirá corriendo el programa; dicho contenido será modificado hasta encontrar alguna operación que afecte a la pantalla como: `CLD`, `VIEW`, `PROMPT`, otro `AVIEW` o se termine el programa.

En cualquier instante lo que aparece en la pantalla está regido por una lógica secuencial; el siguiente diagrama muestra cuál es el procedimiento que sigue la calculadora en este proceso.

(Ver diagrama en la siguiente hoja).

Hay varios detalles que mencionar en este diagrama: se ha señalado dentro de un círculo el número correspondiente a las banderas que gobiernan cada bifurcación; para abreviar la palabra programa se ha puesto sólo PRGM; MODO ALPHA se refiere a que la calculadora está en modalidad ALPHA; similarmente MODO PRGM indica la modalidad de programación; el "gansito" es la señal que se ve en la pantalla al estar corriendo un programa (  $\frac{1}{2}$  ); la función VIEW manda a la pantalla el contenido de cualquier registro del STACK o de la memoria principal; SST es la función que sirve para avanzar una línea de un programa; por último, NULL es el letrero que aparece al mantener oprimida una tecla por más de un segundo.



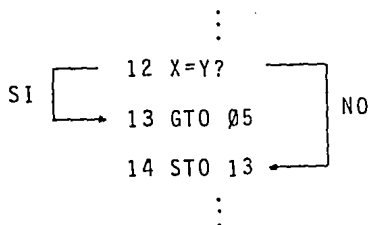


## BIFURCACIONES.

Frecuentemente en el transcurso de un problema nos encontramos ante la necesidad de elegir entre dos o más alternativas. Para que en el programa se tome la elección adecuada a cada caso, contamos con varias funciones comparativas, las cuales enlistamos a continuación:

$X=Y?$	$X=\emptyset?$
$X\neq Y?$	$X\neq\emptyset?$
$X>Y?$	$X>\emptyset?$
$X<Y?$	$X<\emptyset?$
$X\leq Y?$	$X\leq\emptyset?$

De estas funciones,  $X=Y?$  y  $X\neq Y?$ , pueden usarse para comparar tanto grupos de caracteres alfanuméricos como números; los demás trabajan sólo con números. Estas funciones operan con el sistema siguiente: al estar ejecutando el programa, cuando éste se encuentra un condicional, efectuará la instrucción siguiente si y sólo si la respuesta a la pregunta hecha es afirmativa; en caso contrario, cuando la cuestión se responde negativamente, saltará la instrucción siguiente a la pregunta y continuará la ejecución del programa dos líneas abajo de la pregunta. El esquema que se muestra abajo ilustra este procedimiento.



Es necesario, por supuesto, poner atención en la colocación de los valores que se comparan en los registros - Y y X, pues es frecuente que en un programa los saltos se efectúen erróneamente debido al mal acomodo de las cantidades involucradas.

Un tip que consideramos interesante de mostrar es - el siguiente: si se desea implementar la función  $X \geq Y$ ? (que no existe en la máquina), se realiza fácilmente con la combinación de dos comparadores:

```

:
X<Y?
X=Y?
:

```

estos dos sustituyen al mencionado anteriormente, ejecutando exactamente lo mismo.

Otro tip que sirve para seleccionar un camino entre varios, tres por ejemplo, se realiza de la siguiente manera: se suceden los comparadores y las ramificaciones hasta lograr disgregar a todos los caminos que se tenga que bifurcar. Para mostrar una forma de hacerlo se muestra la siguiente rutina que detecta si una cantidad en X es negativa, cero o positiva. Las instrucciones son:

```

:
X=0?
GTO 01
X<0?
GTO 02
X>0?
GTO 03
:

```

Si usted analiza estos pasos notará que si X - es cero el programa saltará al LBL 01, si es - menor que cero al LBL - 02, y si es mayor que - cero seguirá en el LBL 03.

## BANDERAS

El sistema de banderas de esta calculadora es sumamente avanzado y de muy fácil uso, permite tener control total de la máquina en cualquier momento.

Se dividen en dos categorías principales; en la -- primera están todas aquellas sobre las que el usuario puede operar libremente prendiéndolas, apagándolas y apoyarse en el uso de ellas para tomar decisiones dentro de un programa. Las funciones que actúan sobre este tipo de banderas son las siguientes:

1. SF (SET FLAG). Con esta función se prende la bandera cuyo número se indique.
2. CF (CLEAR FLAG) Sirve para apagar la bandera cuyo número se indique.

Y además las siguientes cuatro funciones que sirven para tomar decisiones en base al estado de las banderas; de forma similar al que se detalla anteriormente, en el apartado de BIFURCACIONES.

3. FS? (FLAG SET TEST)
4. FC? (FLAG CLEAR TEST)
5. FS?C (FLAG SET ? & CLEAR)
6. FC?C (FLAG CLEAR ? CLEAR)

Esta categoría abarca desde la bandera 00 hasta la 29, existiendo entre ellas varias características que las diferencian y las hacen útiles para propósitos definidos.

De la bandera 00 a la 10 están completamente libres y a la disposición del usuario; de ellas las cinco primeras aparecen en la pantalla si su condición es SET.

De la 11 hasta la 29 tienen tareas especiales como son: gobernar funciones en los aparatos periféricos conectados, controlar ingresos, detectar errores, habilitar el generador de tonos, estructurar el formato de números en la pantalla y requiere de especial mención la bandera 27 cuya función es activar la modalidad USER automáticamente.

La segunda categoría comprende las banderas desde la 30 hasta la 55; sobre éstas sólo se puede ejecutar las funciones de interrogación, que son: FS? y FC?. La forma en que se prenden y apagan estas banderas depende de:

-Las funciones que se ejecutan, como son: **CAT**, -  
**ON**, **SHIFT**, **SST**, **PSE**.

-La modalidad trigonométrica que se esté usando; -  
del formato de presentación de números; si está activado el modo ALPHA o el de PRGM.

-Los periféricos que estén conectados a la calculadora.

-El estado de carga de las baterías, y algunos otros.

## CAPITULO II

## POLIDEF y POLIINT

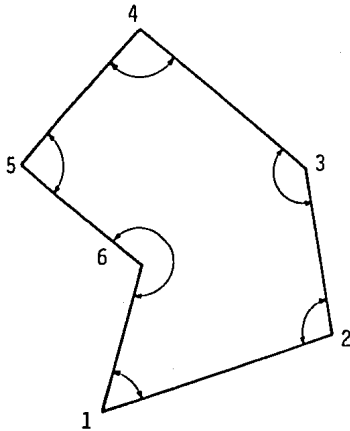
Al hacer un proyecto de construcción, como puede ser de una casa, un fraccionamiento, una planta hidroe--  
léctrica, etc., siempre es necesario trazar una o más po-  
ligonales que nos sirvan para definir los límites del te-  
rreno en que se va a trabajar así como su área; a este -  
tipo de figuras geométricas se les conoce como "poligona-  
les cerradas"; en ocasiones, también se requiere levanta-  
r "poligonales abiertas", las cuales sirven de apoyo -  
para proyectar: conducciones de fluidos por tuberías o -  
canales, carreteras, tendido de líneas de transmisión y  
distribución, etc.

En ambos casos los datos que se obtienen en el -  
campo son las distancias entre cada punto de la poligo--  
nal y los ángulos interiores entre los lados de la poligo-  
nal o las deflexiones existentes entre ellos. Con es-  
tos datos se pueden obtener las coordenadas de todos los  
vértices y de esta manera se logra definir por completo  
la poligonal mencionada.

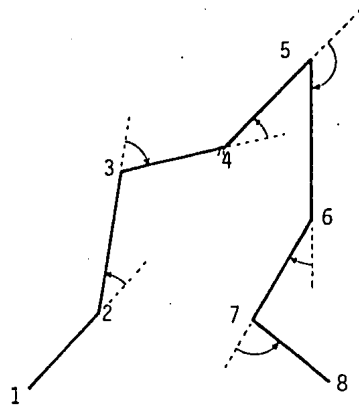
Cuando se levanta una poligonal cerrada, general-  
mente los datos conseguidos en el campo son las distan--  
cias, los ángulos interiores y el rumbo de un lado de la  
poligonal, así mismo se cuenta con las coordenadas ini-  
ciales de un punto dentro de un marco de referencia; en  
este tipo, los resultados que se buscan son: las coorde-  
nadas de todos los vértices, el área total, el perímetro,  
el rumbo de cada lado y el error en el cierre. Si la po-  
ligonal no cierra con suficiente exactitud, se debe efec-  
tuar un cálculo de "compensación" para cerrarla; la fal-  
ta de cierre en una poligonal es algo común y más aún -

cuando éstas son muy grandes ya que la exactitud de las lecturas de los instrumentos de medición depende de muchos factores, como son: precisión de los aparatos, temperatura ambiente, errores humanos, etc.

Si la poligonal es abierta, o sea que no tiene cierre, los resultados que se buscan son las coordenadas de cada vértice, rumbos de cada lado y ocasionalmente si se tiene manera de conocer las coordenadas finales por otro medio, se calcula una compensación de la poligonal.



POLIGONAL CERRADA

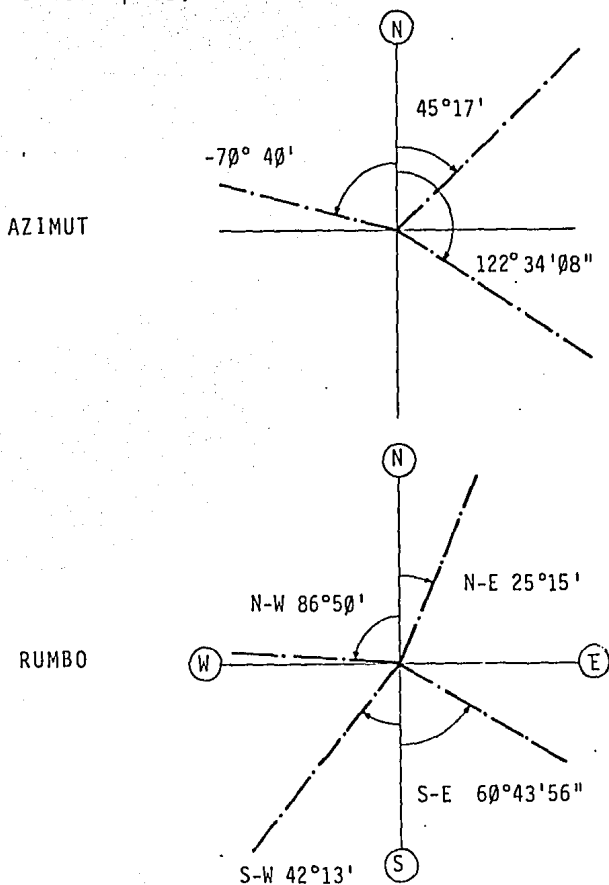


POLIGONAL ABIERTA

En topografía, la dirección de una línea se conoce como su "azimut" o como su "rumbo". El azimut tiene como referencia el eje positivo de las "Y" en un plano cartesiano, o sea el Norte (punto cardinal) y el sentido positivo de los ángulos se mide siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. Los rumbos tienen como referencia el Norte o el Sur y se miden hacia los puntos Este y Oeste; en estos casos los ángulos son siempre positivos y menores de  $90^\circ$ . En la siguiente figura se ilus-

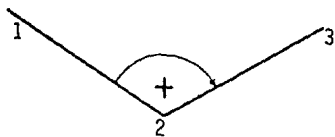


tran estos conceptos.

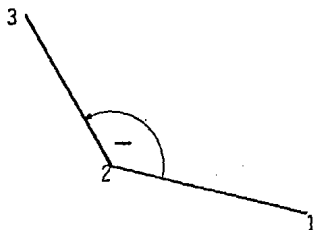
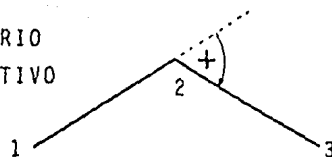
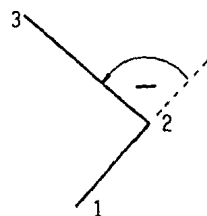


Al definir los ángulos interiores y las deflexiones se siguen las reglas del azimut; en lo referente a los signos, el sentido positivo es "hacia la derecha" y el negativo "a la izquierda"; esto se muestra en las siguientes figuras.

ANGULO INTERIOR

GIRO HORARIO  
SIGNO POSITIVO

DEFLEXION

GIRO ANTIHORARIO  
SIGNO NEGATIVO

Las distancias involucradas en el cálculo son horizontales, por lo que si se tienen distancias inclinadas como datos, primero se deben obtener sus proyecciones horizontales.

## VARIABLES Y ECUACIONES

El programa utiliza la siguiente nomenclatura:

- MAG = distancia entre dos vértices.  
 $\angle$  = ángulo interior entre dos lados.  
 DEF = deflexión entre un lado y el siguiente.  
 X,Y = coordenadas de cada vértice.  
 RBO = rumbo de cada lado con que se esté trabajando.  
 AZ = azimut del lado con que se esté trabajando.  
 n = número del dato con que se esté trabajando.  
 N = número total de datos.  
 $e_x$  = error unitario en el eje X.  
 $e_y$  = error unitario en el eje Y.  
 $P_x$  = Proyección de un lado sobre el eje X.  
 $P_y$  = Proyección de un lado sobre el eje Y.  
 $P_{xn}$  = Proyección nueva sobre el eje X de un lado (compensado)  
 $P_{yn}$  = Proyección nueva sobre el eje Y de un lado (compensado)

Los ángulos se miden en grados sexagesimales, con formato HMS (grados . minutos segundos). Las distancias en cualquier unidad de longitud.

Las fórmulas empleadas son:

$$X_{n+1} = X_n + \text{MAG} \cdot \text{sen} (AZ_n)$$

$$Y_{n+1} = Y_n + \text{MAG} \cdot \text{cos} (AZ_n)$$

$$\text{PERIM} = \sum_{n=1}^N \text{MAG}_n$$

$$\text{AREA} = \sum_{n=1}^N \left( \frac{x_n + x_{n-1}}{2} \right) (y_n - y_{n-1})$$

$$\text{ERROR} = \sqrt{(x_0 - x_N)^2 - (y_0 - y_N)^2}$$

$$\text{AZ} = \text{ATAN} \left( \frac{x_0 - x_N}{y_0 - y_N} \right)$$

$$e_x = \frac{E_x}{\sum |P_x|}$$

$$e_y = \frac{E_y}{\sum |P_y|}$$

$$P_{xn} = P_x + e_x \cdot P_x$$

$$P_{yn} = P_y + e_y \cdot P_y$$

## USO DEL PROGRAMA

Al inicio de la ejecución aparece uno de los siguientes letreros:

[ DEFLEXION ]  
[ X INTERIOR ]

que indican cual programa se eligió: POLIDEF o POLIINT, respectivamente. A continuación se ve en la pantalla - [ANG=GG·MMSS], que sirve para recordar el formato de los ángulos, luego se solicitan las coordenadas del punto - inicial, después se pide el número de lados que forman - la poligonal. El primer ángulo, o deflexión, siempre se debe dar referido al eje Norte, que está definido como - azimut  $0^{\circ}0'0''$ .

Después de ingresar todos los datos, se inicia -- el cálculo automáticamente y aparecen las coordenadas de los vértices del polígono. Luego de finalizar este cálculo se verá en la pantalla lo siguiente: [ABCDE], que - nos indica las "funciones" disponibles en el programa, - que se enlistan a continuación:

- A: con esta función local se obtiene el área y el perímetro de la poligonal.
- B: al oprimir esta tecla se inicia el proceso de compensación, esto se explica más adelante.
- C: ésta sirve para iniciar un nuevo cálculo una vez que se ha terminado un caso; también se utiliza para repetir los cálculos de una poligonal después de efectuar un cambio en los datos.

D: para hacer cambios en los datos de entrada, se usa - esta tecla.

E: al hacer el cálculo de una poligonal cerrada y ésta - no es exacta, se puede conocer el error lineal, o sea la distancia existente entre el punto inicial y el fi - nal en línea recta, así como el azimut de esta línea.

El uso de estas funciones es como sigue: después de ingresar los datos y efectuado el cálculo de todas -- las coordenadas, podemos conocer el área y el perímetro de la poligonal, con [A] . Luego para ver la exactitud del cierre se oprime [E] ; a partir de este resultado se puede decidir por aceptar como buenos los valores obteni - dos o revisar los datos y realizar cambios de ellos con [D] , para luego repetir el cálculo usando [C] ; en este caso no es necesario ingresar los datos originales que - no hayan cambiado. Tras esto se ve nuevamente el error y se puede optar por efectuar la compensación de la poli - gonal, oprimiendo [B] , al hacer esto la máquina propor - cionará nuevos valores para las magnitudes de los lados de la poligonal y además el rumbo (o azimut) que tiene - este nuevo lado; con estos datos la poligonal quedará ce - rrada.

Si la poligonal que se analiza es abierta y se co - nocen las coordenadas finales, se puede realizar una com - pensación para que el punto final calculado coincida con las coordenadas conocidas.

La compensación se hace repartiendo el error de - manera proporcional en cada lado, de acuerdo a la regla del tránsito; para esto se calculan los errores en los - ejes Y y X, y luego se restan (o se suman) en las pro - yecciones sobre los ejes, de cada lado de la poligonal. Todo esto automáticamente al oprimir la tecla [B] .

# INSTRUCTIVO DE USO

PASO N <sup>o</sup>	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Iniciar el programa, con deflexiones o ángulos interiores. Aparecerá el letrero correspondiente.		<input type="checkbox"/> XEQ POLIDEF <input type="checkbox"/> (XEQ) POLIINT)	DEFLEXION. ( $\sphericalangle$ INTERIOR)
2	Luego se recuerda el formato de los ángulos.		<input type="checkbox"/> R/S *	ANG.= GG.MMSS
3	Luego se ingresan las coordenadas iniciales.	X inicial Y inicial	<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> ENTER ↵ <input type="checkbox"/> R/S	X ↗ Y INI =? No. LADOS=?
4	Se indica el número de lados que tiene la poligonal.	N	<input type="checkbox"/> R/S	MAG ↗ DEF 1=? (MAG ↗ $\sphericalangle$ 1=?)
5	Se dan los primeros datos. - El letrero que aparece depende del programa elegido.	MAG 1 DEF 1 ( $\sphericalangle$ 1)	<input type="checkbox"/> ENTER ↵ <input type="checkbox"/> R/S ( <input type="checkbox"/> R/S )	MAG ↗ DEF 2=? (MAG ↗ $\sphericalangle$ 2=?)
6	Se continúan ingresando los datos hasta finalizar.	.	.	.
7	Automáticamente se empieza el cálculo de coordenadas.		<input type="checkbox"/> R/S *	X 1 = Y 1 =
8	Continúan apareciendo las coordenadas de cada vértice.		<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * . . .	X 2 = Y 2 = . . .

## INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
9	Aparece el letrero que indica las funciones - disponibles.			A B C D E
10	Para conocer el error - en el cierre, se oprime <b>E</b>		<b>E</b> <b>R/S</b> * <b>R/S</b> *	ERROR= AZ= A B C D E
11	Si se desea ver el área y el perímetro.		<b>A</b> <b>R/S</b> * <b>R/S</b> *	AREA= PERIM= A B C D E
12	Se puede revisar y cambiar datos, con D. Se ingresa el número correspondiente al dato - en cuestión. Aparecerá en la pantalla la magnitud y el ángulo (o deflexión) originales.	n	<b>D</b> <b>R/S</b> *	QUE DATO=? MAG, $\angle$ (MAG, DEF)
13	Para cambiarlo se oprime <b>R/S</b> y se ingresan los nuevos datos.	MAG $\angle$ (DEF)	<b>R/S</b> <b>ENTER</b> $\angle$ <b>R/S</b>	MAG $\angle$ $\angle$ n=? (MAG $\angle$ DEF n=?) A B C D E
14	Después de modificar un dato se repite todo el cálculo, sin necesidad de ingresar otra vez - los demás datos (sigue en el paso 8).		<b>C</b> <b>R/S</b> *	X1 = Y1 = . .
15	Cuando se desea una compensación, se oprime <b>B</b> y aparece el letrero correspondiente.		<b>B</b>	COMPENSACION



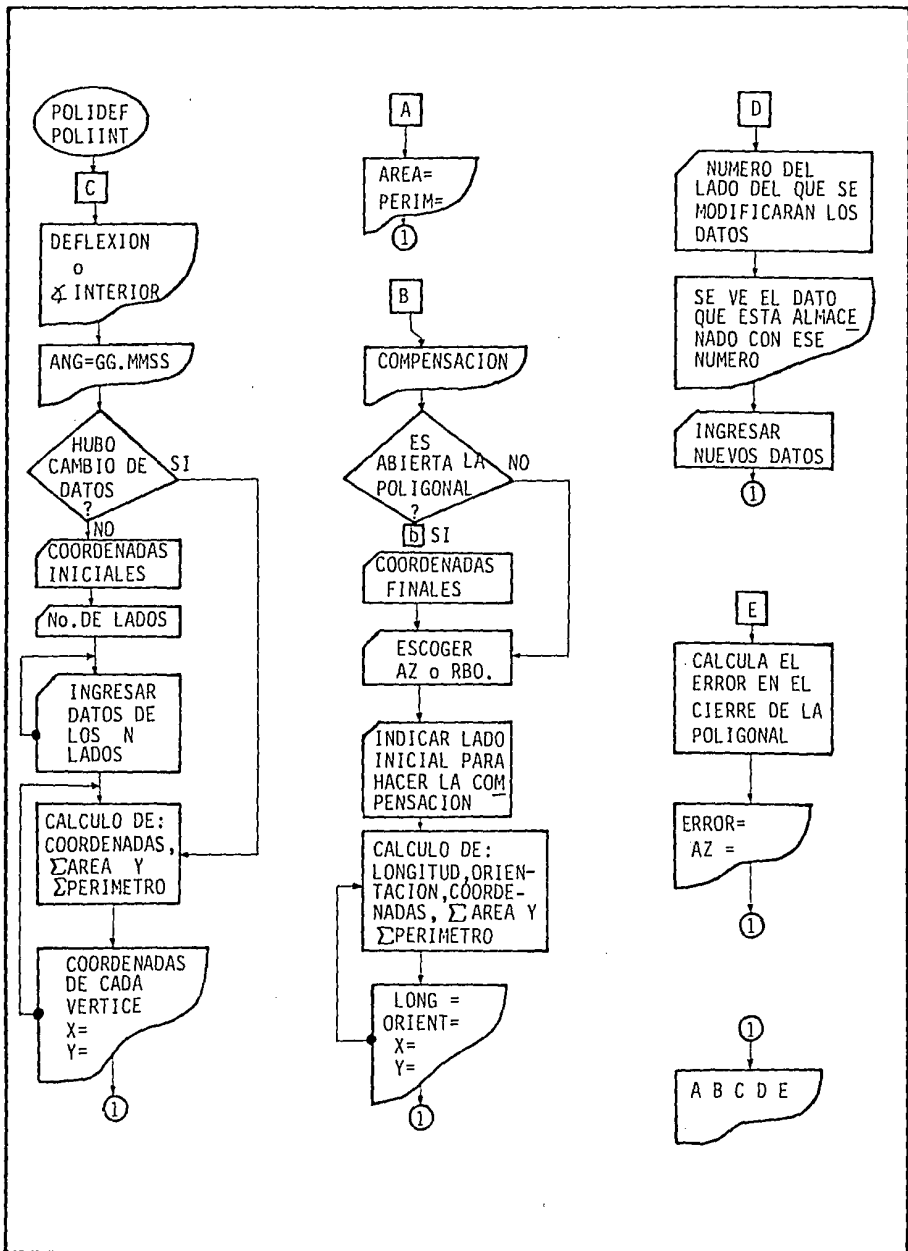
# INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
16	El programa verifica si se trata de una poligonal abierta, en cuyo caso solicita las coordenadas finales. Si es necesario se puede hacer esto con <b>b</b> .	X FINAL Y FINAL	<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> ENTER ✓ <input type="checkbox"/> R/S	X / Y FINAL=?  AZ o RBO?
17	La nueva orientación de los lados, ya compensados, puede presentarse como azimut o rumbo, el usuario escoge la manera con A o R.	A (R)		EN CUAL=?
18	Ahora se escoge el lado desde el cual comenzará la compensación, el <u>cero</u> (0) indica que <u>no</u> se desea compensar el polígono.	n	<input type="checkbox"/> R/S	DESDE EL LADO n (EN NINGUNO)
19	A continuación aparecen las nuevas longitudes y los azimutes o rumbos resultantes. También se verán las coordenadas corregidas de los vértices del polígono.		<input type="checkbox"/> R/S *  ( <input type="checkbox"/> R/S *)  <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * . . .	LONG= AZ= N-E } N-W } (RBO) S-E } S-W }
20	Una vez que se ha terminado la compensación, puede conocerse el área y el perímetro nuevos, o cambiar otro dato, etc. La compensación <u>no</u> altera los datos originales.		<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * . . .	X1 = Y1 = . . .



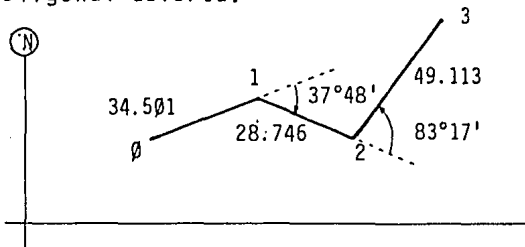


# DIAGRAMA DE FLUJO



## EJEMPLO 1

Calcular las coordenadas de los 3 vértices de la siguiente poligonal abierta.



## DATOS CONOCIDOS

$$X_0 = 305.420$$

$$Y_0 = 247.813$$

$$AZ_{0 \rightarrow 1} = 70^\circ$$

## ENTRADAS/FUNCIONES

**XEQ** POLIDEF

**R/S** \*

**R/S** \*

305.420 **ENTER** 247.813 **R/S**

3 **R/S**

34.501 **ENTER** 70 **R/S**

28.746 **ENTER** 37.48 **R/S**

49.113 **ENTER** 83.17 **CHS** **R/S**

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

## PANTALLA

DEFLEXION

ANG=GG.MMSS

X / Y INI =?

No.LADOS=?

MAG / DEF 1=?

MAG / DEF 2=?

MAG / DEF 3=?

X1 = 337.840

Y1 = 259.613

X2 = 365.210

Y2 = 250.826

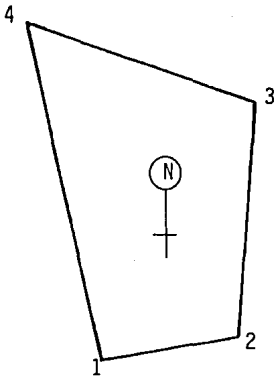
X3 = 385.590

Y3 = 295.511

A B C D E

## EJEMPLO 2

Calcular las coordenadas de los vértices y la superficie de un terreno con los datos que se muestran. Si es necesario compensar la poligonal para "cerrarla". Todas las unidades son en metros (y  $m^2$  en su caso).



EST.	PV*	DIST	∠
1	2	49.92	92° 01' 54.2"
2	3	96.29	112° 08' 43.2"
3	4	136.89	115° 04' 40.1"
4	1	189.74	40° 44' 42.2"

COORDENADAS  
PUNTO  
INICIAL (4)  $\left\{ \begin{array}{l} X = 630,567.486 \\ Y = 2'306,259.227 \end{array} \right.$

RBO.4 → 1 = S - E 5° 43' 28"

\* Punto Visado

Primero revisamos el cierre angular, la suma es igual a:  $359^{\circ}59'59.7''$  con lo cual vemos que le falta  $0.3''$  para los  $360^{\circ}$ . Para cerrarlo angularmente se debe repartir el error proporcionalmente, procedemos a añadir  $0.075''$  a cada ángulo ( $0.3 \div 4 = 0.075$ ). Con esos ángulos se efectuará el cálculo. Haremos una traslación de coordenadas para evitar usar grandes cantidades:  $\Delta x = 630,000.000$  y  $\Delta y = 2'306,000.000$

ENTRADA/FUNCIONES

XEQ POLIINT  
 R/S \*

PANTALLA

∠ INTERIOR  
ANG = GG.MMSS

Sigue ejemplo 2

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

[R/S] \*  
 567.486 [ENTER/] 259.227 [R/S]  
 4 [R/S]  
 189.74 [ENTER/] 180 [ENTER/] 5.4328 [HMS-] [R/S]  
 49.92 [ENTER/] 92.0154275 [R/S]  
 96.29 [ENTER/] 112.0843275 [R/S]  
 136.89 [ENTER/] 115.0440175 [R/S]  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*

X / Y INI = ?  
 No. LADOS = ?  
 MAG /  $\Delta$  1 = ?  
 MAG /  $\Delta$  2 = ?  
 MAG /  $\Delta$  3 = ?  
 MAG /  $\Delta$  4 = ?  
 X1 = 586.411  
 Y1 = 70.433  
 X2 = 636.228  
 Y2 = 73.648  
 X3 = 666.706  
 Y3 = 164.988  
 X4 = 567.459  
 Y4 = 259.269  
 A B C D E

El error en el cierre es el siguiente:

[E]  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*

ERROR: 0.050  
 AZ = -32.17348  
 A B C D E

Ahora hacemos la compensación

[B]  
 [R/S] \*  
 R  
 1 [R/S]  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*  
 [R/S] \*

COMPENSACION  
 AZ o RB ?  
 EN CUAL=?  
 LONG = 189.761  
 S-E 5.43285  
 X1 = 586.414  
 Y1 = 70.412  
 LONG = 49.927  
 N-E 86.18295  
 X2 = 636.237

Sigue ejemplo 2 (comp.)

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

R/S	*	Y2= 73.627
R/S	*	LONG= 96.282
R/S	*	N-E = 18.27248
R/S	*	X3 = 666.719
R/S	*	Y3 = 164.956
R/S	*	LONG= 136.873
R/S	*	N-W 46.28079
R/S	*	X4 = 567.486
R/S	*	Y4 = 259.227
R/S		A B C D E
E		ERROR: 0.000
R/S	*	AZ = 0.00000
R/S	*	A B C D E
A		AREA= 10,702.304
R/S	*	PERIMETRO=472.843
R/S	*	A B C D E

De acuerdo a los resultados el polígono queda definido con los siguientes valores:

EST.	P.V.	DIST	$\theta$	X	Y
1	2	49.927	92° 01' 58.0"	630,586.414	2' 306,070.412
2	3	96.282	112° 08' 55.3"	630,636.237	2' 306,073.627
3	4	136.873	115° 04' 27.3"	630,666.719	2' 306,164.956
4	1	189.761	40° 44' 39.4"	630,567.486	2' 306,259.227

PERIMETRO = 472.843 m

AREA = 10,702.304 m<sup>2</sup>



## LISTADO DEL PROGRAMA

01 \*LBL \*POLDEF\*  
 02 CF 00  
 03 SF 01  
 04 GTO C  
 05 \*LBL \*POLINT\*  
 06 CF 00  
 07 CF 01  
 08 \*LBL C  
 09 DEC  
 10 CF 02  
 11 CF 03  
 12 CF 04  
 13 CF 05  
 14 CF 06  
 15 CF 08  
 16 SF 27  
 17 FC? 01  
 18 \*4 INTERIOR\*  
 19 FS? 01  
 20 \*DEFLEXION\*  
 21 SF 12  
 22 SF 21  
 23 RVIEW  
 24 EREG 06  
 25 CLR  
 26 .  
 27 STO 00  
 28 STO 04  
 29 STO 05  
 30 STO 14  
 31 STO 15  
 32 \*ANG=CG.MHSS\*  
 33 RVIEW  
 34 CF 12  
 35 \*X + Y INI.=?\*  
 36 FC? 00  
 37 PROMPT  
 38 FS? 55  
 39 RVIEW  
 40 FS? 06  
 41 RCL 24  
 42 FS? 00  
 43 RCL 23  
 44 FS? 55  
 45 VIEW Y  
 46 FS? 55  
 47 VIEW Y  
 48 STO 06  
 49 STO 02  
 50 STO 23  
 51 X<Y  
 52 STO 03  
 53 STO 07  
 54 STO 24

55 RCL 12  
 56 STO 13  
 57 FS? 06  
 58 GTO 02  
 59 \*LBL 04  
 60 \*NO. LOSOS=?\*  
 61 PROMPT  
 62 FS? 55  
 63 RVIEW  
 64 FIX 0  
 65 FS? 55  
 66 VIEW X  
 67 2  
 68 \*  
 69 25  
 70 +  
 71 SIZE?  
 72 X<Y  
 73 X<Y?  
 74 PSIZE  
 75 1  
 76 -  
 77 1 ER  
 78 \*  
 79 25  
 80 +  
 81 STO 12  
 82 STO 12  
 83 1  
 84 STO 12  
 85 \*LBL 05  
 86 FIX 0  
 87 \*HRS\*  
 88 FC? 01  
 89 \*4 \*  
 90 FS? 01  
 91 \*DEF \*  
 92 ARCL 10  
 93 \*4=?\*  
 94 RCL 10  
 95 X=0?  
 96 NEG 22  
 97 1  
 98 ST+ 10  
 99 FIN 6  
 100 PROMPT  
 101 X<Y  
 102 STO IN3 13  
 103 ISG 13  
 104 X<Y  
 105 STO IN3 12  
 106 FS? 00  
 107 RTN  
 108 ISG 12

## LISTADO DEL PROGRAMA

107 STO 02	167 *
110 RCL 12	164 FIX 0
111 STO 13	165 CF 29
112+LBL 02	166 *X*
113 *MAG.*	167 ARCL 11
114 FC? 01	168 *H=*
115 *LZ *	169 FIX 3
116 FS? 01	170 SF 29
117 *+DEF *	171 ARCL 08
118 FS? 02	172 AVIEW
119 GTO 07	173 FIX 0
120 RCL IND 13	174 CF 29
121 FC? 04	175 *Y*
122 ST+ 05	176 ARCL 11
123 ISG 13	177 *H=*
124 RCL IND 13	178 FIX 3
125 SF 03	179 SF 29
126 ISG 13	180 ARCL 06
127 CF 03	181 AVIEW
128 FS? 04	182 RCL 06
129 STO 01	183 ST- 02
130 FIX 3	184 RCL 06
131 ARCL Y	185 ST+ 03
132 FIX 6	186 Z
133 *F.*	187 ST/ 02
134 ARCL X	188 RCL 03
135 FS? 55	189 ST/ 02
136 AVIEW	190 RCL 02
137+LBL 01	191 G+ 04
138 HF	192 RCL 06
139 FS? 01	193 STO 02
140 CHS	194 RCL 06
141 RCL 08	195 STO 03
142 FS? 01	196 FS? 01
143 X<>Y	197 GTO 02
144 -	198 180
145 STO 01	199 RCL 01
146 FS? 01	200 -
147 STO 00	201 STO 02
148 X<>Y	202 GTO 03
149 P-P	203+LBL 1
150 FS? 04	204 *QUE LABO=?*
151 GTO 01	205 PROM?*
152 STO 07	206 FIX 0
153 R00	207 ARCL Y
154 ST+ 14	208 STO 10
155 R0N	209 FS? 55
156 R0S	210 AVIEW
157 ST+ 15	211 ?
158 LRS?*	212 *
159 RCL 07	213 13.1
150+LBL 01	214 -
161 FS? 04	215 STO 13
162 X0P 02	216 CLR

## LISTADO DEL PROGRAMA

217 FIX 3	271*LBL 07
218 APCL IND 13	272 CF 06
219 GTO 13	273 FS? 05
220 *P.*	274 GTO 03
221 FIX 5	275*LBL 15
222 APCL IND 13	276 RCL 06
223 RCL 12	277 FC? 06
224 FPC	278 RCL 24
225 I E3	279 FS? 06
226 *	280 RCL 04
227 RCL 13	281 -
228 INT	282 STO 17
229 XYY?	283 RCL 06
230 GTO 06	284 FC? 06
231 RVIEW	285 RCL 23
232 I	286 FS? 06
233 ST- 13	287 RCL 05
234 SF 09	288 -
235 XE0 05	289 STO 16
236 RCL 12	290 SF 05
237 GTC 13	291 FS?C 06
238 GTO 03	292 RTN
239*LBL 6	293*LBL 06
240 RM	294 CF 02
241 *AREA=*	295 CF 02
242 RCL 04	296 CF 04
243 RM	297 CF 06
244 FIX 3	298 TONE 7
245 APCL X	299 * R 6 C D E *
246 RVIEW	300 PROMPT
247 RM	301 GTO 06
248 *PERIMETRO=*	302*LBL 21
249 APCL 05	303 *X 4 Y DCL=0?
250 RVIEW	304 RTN
251 GTO 07	305*LBL 14
252*LBL E	306 TONE 6
253 FC? 05	307 CF 23
254 GTO 07	308 *XY FSCALE=?
255 RM	309 PROMPT
256 RCL 17	310 FC? 03
257 RCL 16	311 RTN
258 R-F	312 STO 05
259 *ERROR.	313 XYY
260 FIX 3	314 STO 04
261 APCL 13	315 SF 06
262 RVIEW	316 XE0 15
263 *G2.=*	317 RTN
264 XYY	318*LBL E
265 RM	319 SF 04
266 FIX 5	320 CF 05
267 APCL 7	321 RM
268 RVIEW	322 *COMPENSACION
269 FS 04	323 SF 12
270 FTA	324 RVIEW

## LISTADO DEL PROGRAMA

325 CF 15	375 .
326 RCL 17	386 STO 06
327 RCL 16	381 STO 04
328 F-P	382 STO 05
329 RCL 05	383 STO 18
330 RCL 12	384 STO 19
331 FRC	385 RCL 14
332 *	386 STO 20
333 X<=Y?	387 RCL 15
334 XEQ 16	388 STO 21
335 *AZ. 0 FBO. 2*	389 CLD
336 CF 21	390 PCL 23
337 AVIEW	391 STO 06
338 GETKEY	392 STO 02
339 SF 21	393 RCL 24
340 11	394 STO 06
341 X=Y?	395 STO 03
342 SF 07	396 RCL 12
343 X=Y?	397 STO 13
344 CF 07	398 STO 02
345*LBL 15	399*LBL 08
346 *EN CUAL=1*	400 STO 07
347 TONE 9	401 RDW
348 FRC*7	402 STO 09
349 X<Z?	403 FS? 06
350 GTO 15	404 GTO 20
351 PCL 12	405 SF 02
352 FRC	406 DSE 22
353 1 E3	407 CF 02
354 *	408 FS? 03
355 34	409 XEQ 21
356 -	410 RCL 07
357 2	411 ABS
358 /	412 ST- 20
359 X/Y?	413 RCL 09
360 GTO 15	414 ABS
361 X<Y	415 ST- 21
362 STO 23	416*LBL 20
363 A=0?	417 RCL 09
364 GTO 18	418 STB Y
365 RDR	419 ABS
366 1	420 RCL 19
367 +	421 *
368 X< 22	422 -
369*LBL 15	423 STO 05
370 FS? 55	424 RCL 07
371 AVIEW	425 STO Y
372 *DESDE EL LABO *	426 ABS
373 FIX 0	427 RCL 16
374 RCL X	428 *
375 X=0?	429 -
376 *EN MINGONG*	430 STO 07
377 RCL X	431 RCL 09
378 RDR	432 X<Y

## LISTADO DEL PROGRAMA

435 F-9  
 436 FIX 3  
 435 \*LONG.=\*  
 436 ARCL X  
 437 ST+ AS  
 438 SYEK  
 439 YYY  
 440 HRS  
 441 \*AZ.=\*  
 442 FC? 0?  
 443 \*RBO.=\*  
 444 FIX 5  
 445 FC? 0?  
 446 YEO \*RBO\*  
 447 ARCL X  
 448 SYEK  
 449 RCL 09  
 450 RCL 07  
 451 ETH  
 452\*LBL 21  
 453 RCL 17  
 454 RCL 21  
 455 /  
 456 STO 19  
 457 RCL 16  
 458 RCL 20  
 459 /  
 460 STO 18  
 461 TONE 8  
 462 SF 06  
 463 ETH  
 464\*LBL \*RBO\*  
 465 -90  
 466 PYY  
 467 XYY?  
 468 GTO 11  
 469 .  
 470 XYY?  
 471 GTO 19  
 472 DLY  
 473 90  
 474 XYY?  
 475 GTO 17  
 476 ST+ X  
 477 XYY  
 478 HNS-  
 479 \*S-E \*  
 480 ETH  
 481\*LBL 11  
 482 100  
 483 HNS+  
 484 \*S-K \*  
 485 ETH  
 486\*LBL 12

487 FDI  
 488 CHS  
 489 \*H-K \*  
 490 ETH  
 491\*LBL 13  
 492 FDI  
 493 \*H-E \*  
 494 END

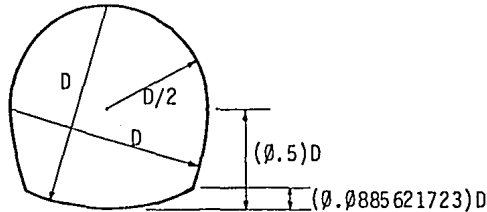


Otro comentario interesante que se puede hacer sobre el programa es la forma en que cuestiona automáticamente, en los pasos 325 a 333, si el error en el cierre es muy grande, con lo cual la máquina "determina" si la poligonal es cerrada o abierta.

Luego entonces, al comenzar a ejecutar la COMPENSACION, la máquina "sabe" si debe solicitar o no las - coordenadas del punto final (con LBL b). En caso de ser poligonal abierta los solicitará, y en caso de ser una - poligonal cerrada tomará las coordenadas del punto inicial como datos del punto final.

## H E d V A R

En la conducción de grandes volúmenes de agua, como en drenajes, captaciones para presas, etc., es frecuente usar la sección de tipo herradura. Esta sección tiene la siguiente forma:



Su dimensión característica es el "diámetro"  $D$ . Al hacer los cálculos del diseño, es necesario obtener el gasto y la velocidad que se tiene al llegar el espejo del agua a una cierta altura; este programa se elaboró tomando en cuenta esa condición; así pues, se calculan los parámetros hidráulicos de la sección al ir variando el tirante; de ahí su nombre: HEdVAR (Herradura con tirante -- (d) Variable).

Los parámetros hidráulicos que se obtienen en cada caso son: área, perímetro mojado, radio hidráulico, velocidad, gasto y la relación del tirante sobre el diámetro. Los datos que se necesitan ingresar son: diámetro,  $D$ ; rugosidad,  $N$ ; pendiente,  $S$  y tirante,  $d$ . En estos dos últimos se presenta la opción de marcar un límite mínimo y otro máximo, y el intervalo (INT.) en que debe ir incrementándose al variar esa(s) variable(s).



## VARIABLES Y ECUACIONES.

Las variables en este problema son las siguientes:

- D = diámetro de la sección.  
 N = coeficiente de rugosidad de la conducción.  
 d = tirante, altura del espejo de agua.  
 S = pendiente de la conducción.  
 AREA = área hidráulica, sección del túnel ocupada por el agua.  
 PERIM = perímetro mojado, indica la porción de la sección que tiene contacto con el agua.  
 RAD.H.= radio hidráulico, es la relación del área hidráulica sobre el perímetro mojado.  
 VEL = velocidad que tiene el agua en el túnel.  
 Q = gasto.  
 INT. = intervalo en que varía el tirante o la pendiente.

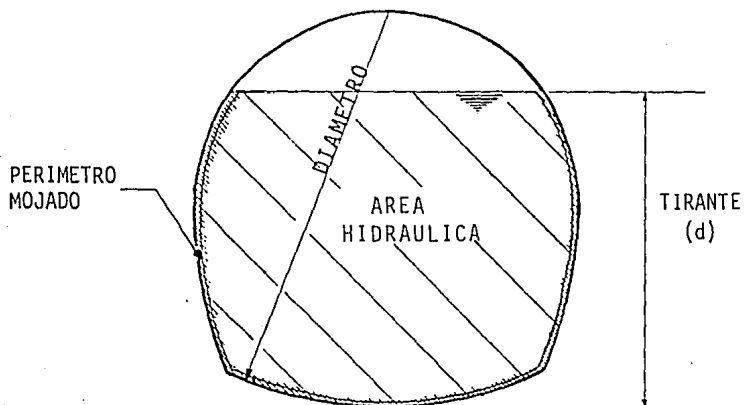


Figura 1. Sección herradura.

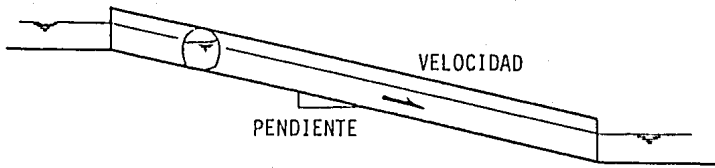
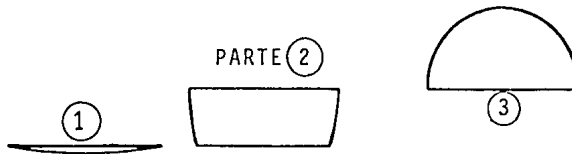


Figura 2. Perfil de una conducción hidráulica.

Las ecuaciones usadas son:

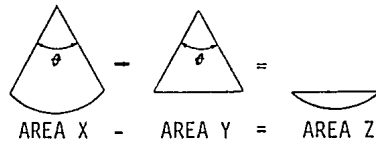
AREA = para obtener el área se divide la sección en tres partes, que se indican en la siguiente figura:



En cada una se calcula el área correspondiente a una sección circular y se le resta el área del triángulo comprendida en ella, de la siguiente manera:

$$\text{AREA X} = r^2 \left( \frac{\theta}{2} \right) \quad (\theta \text{ en rad})$$

$$\text{AREA Y} = r^2 \left( \sin \frac{\theta}{2} + \cos \frac{\theta}{2} \right)$$



PERIM = Se calcula como la porción de circunferencia comprendida por el ángulo  $\theta$  en cada una de las tres secciones en que se divide la figura.

$$\text{RAD.H.} = \text{AREA} / \text{PERIM}$$

$$\text{VEL.} = (1/N) (\text{RAD.H.})^{2/3} \sqrt{S}$$

$$Q = (\text{VEL.}) (\text{AREA})$$

## USO DEL PROGRAMA.

Al inicio del programa aparece el letrero: - - -  
 [Re D,N d S] que indica las funciones que se encuentran disponibles en el teclado de USUARIO, a saber:

- Re : (corresponde a  A ) sirve para iniciar los cálculos y obtener los resultados.
- D,N: (corresponde a  C ) con ésta se ingresan los datos conocidos del diámetro (D) y la rugosidad (N).
- d: (corresponde a  D ) para especificar los límites del rango en que varía el tirante. Se procede como sigue: se indica el tirante mínimo (TIR.MIN.), luego el nivel máximo (TIR.MAX.) y a continuación el incremento en que variará (INC. TIR.). En este último caso se presentan tres opciones: cuando es mayor que cero, significa que ese es el intervalo deseado; si es cero indica que se desea un solo cálculo tomando el tirante su valor mínimo; si INT.d es un número negativo, significa que se desea que el rango entre el mínimo y el máximo sea dividido en esa cantidad de intervalos.
- S: (corresponde a  E ) la pendiente puede tomar varios valores de manera similar al tirante; se especifican PEND.MIN., PEND.MAX. y también INC.PEND.; para el incremento de la pendiente se siguen las mismas reglas que para el caso del tirante.

Después de ingresar todos los datos solicitados, automáticamente comienza la ejecución del programa (con  R/S ), se ven en la pantalla los valores de D y N, que son fijos para cada caso; luego aparece la pendiente con

la que se efectuará una serie de cálculos en los que sólo varía el tirante, hasta llegar al límite máximo del mismo; a partir de este punto se incrementa la pendiente (de acuerdo a lo especificado) y el tirante vuelve a tomar su valor mínimo para repetir el proceso de variación del tirante.

Al inicio se pueden ingresar todos los datos en forma secuencial (con R/S ). Si no se indica un valor para una variable, ésta tomará el valor que anteriormente tenía (suponiendo que ya se ejecutó el programa al menos una vez). Después de efectuar una serie de cálculos, se puede(n) cambiar un(os) dato(s) dirigiéndose al punto adecuado con la función local correspondiente.

# INSTRUCTIVO DE USO

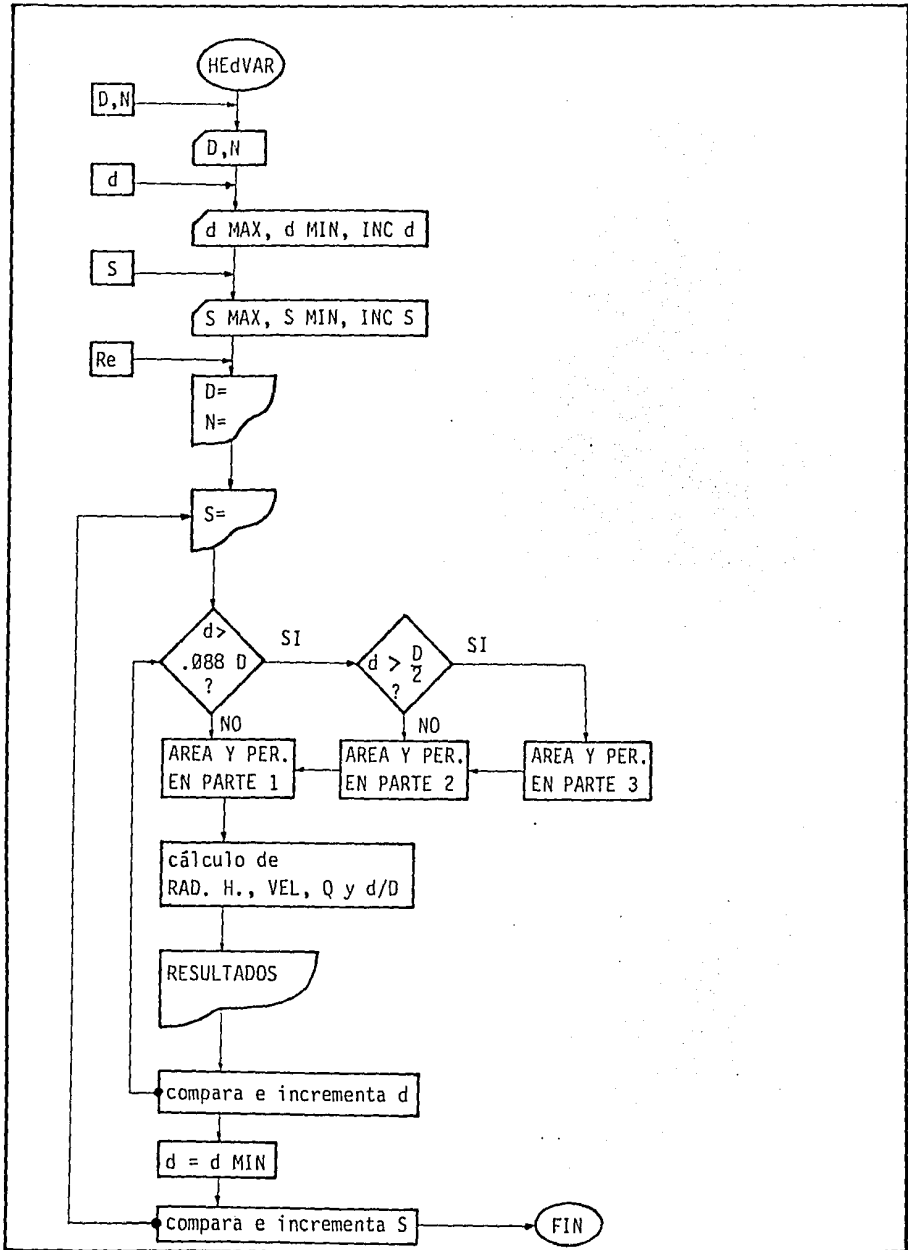
PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Inicio el programa.		<input type="checkbox"/> XEQ HEDVAR <input type="checkbox"/> R/S *	CONDUCCION CON SEC CION HERRADURA Re D,N d S
2	Se ingresan los valores del diámetro y la rugosidad.	D N	( <input type="checkbox"/> D,N ) <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S	DIAMETRO=? RUGOSIDAD =?
3	Se indican los datos del tirante.	d mín. d máx. INT.d	( <input type="checkbox"/> d ) <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S	TIR.MIN.=? TIR.MAX.=? INC.TIR.=?
4	Se ingresan los datos de la pendiente	S mín S máx. INT. S	( <input type="checkbox"/> S ) <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S	PEND.MIN.=? PEND.MAX.=? INC.PEND.=?
5	Para obtener los resultados. Primero se ven D y N.		( <input type="checkbox"/> Re ) <input type="checkbox"/> R/S *	D= N=
6	Luego se ve el valor de la pendiente con que se hace cada serie de cálculos en los que varía el tirante.		<input type="checkbox"/> R/S *	S=
7	Después se ve el tirante y los demás resultados que van en función de él.		<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S *	d= AREA= PERIM= RAD. H.= VEL.= Q= d/D=

## INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
8	Automáticamente se incrementa el tirante y vuelve al paso 7.			
9	Cuando el tirante llega al máximo, se incrementa S y d vuelve al mínimo. Sigue el paso 6.			
10	Después de finalizar una serie de cálculos, se puede cambiar un dato y repetir el proceso, oprimiendo las funciones locales correspondientes.			FIN...



# DIAGRAMA DE FLUJO





## EJEMPLO 1

Calcular las características hidráulicas de una conducción en túnel con sección herradura con diámetro de 2 m, coeficiente de rugosidad de  $0.012$  y pendiente de  $0.001$ . El cálculo deberá ser con los siguientes valores de tirante:  $0.50$ ,  $1.0$ ,  $1.50$  y  $2.0$  m (hay 3 intervalos, -- desde el mínimo hasta el máximo).

**XEQ** HEDVAR

**R/S** \*

**C**

2 **R/S**

.012 **R/S**

.5 **R/S**

2 **R/S**

3 **CHS** **R/S**

.001 **R/S**

**R/S**

0 **R/S**

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

**R/S** \*

CONDUCCION CON  
SECCION HERRADURA

Re N,D d S

DIAMETRO=?

RUGOSIDAD=?

TIR. MIN.=?

TIR. MAX.=?

INC. TIR.=?

PEND. MIN.=?

PEND. MAX.=?

INC. PEND.=?

D= 2.000

N= 0.012

S= 0.001

d= 0.500

AREA= 0.768

PERIM.= 2.382

RAD. H.= 0.322

VEL.= 1.239

Q= 0.951

d/D= 0.250

d= 1.000

AREA= 1.746

PERIM.= 3.392

RAD. H.= 0.515

R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*

VEL. = 1.693  
 Q = 2.956  
 d/D =  $\emptyset.5\emptyset\emptyset$   
 d =  $1.5\emptyset\emptyset$   
 AREA =  $2.7\emptyset3$   
 PERIM. = 4.439  
 RAD. H. =  $\emptyset.6\emptyset9$   
 VEL. = 1.893  
 Q = 5.117  
 d/D =  $\emptyset.75\emptyset$   
 d =  $2.\emptyset\emptyset\emptyset$   
 AREA = 3.317  
 PERIM. = 6.534  
 RAD. H. =  $\emptyset.5\emptyset8$   
 VEL. = 1.677  
 Q = 5.563  
 d/D =  $1.\emptyset\emptyset\emptyset$   
 FIN...

# LISTADO DEL PROGRAMA

01 *LEL "HEGVAR"		57 X(Y)?	
02 SIZE?		58 X(> 0?	
03 16		59 *INCR. TIR.=?"	
04 X(Y)?		60 PROMPT	
05 PSIZE		61 FS?C 22	
06 SF 21		62 STO 08	
07 SF 27		63 RCL 08	
08 DEG		64 CF 08	
09 CLA		65 X=0?	
10 11		66 SF 08	
11 PASH		67 X<0?	
12 13		68 FS? 08	
13 PASH		69 GTO E	
14 14		70 RCL 06	
15 PASH		71 RCL 07	
16 15		72 -	
17 PASH		73 RCL 08	
18 *CONDUCCION CON "		74 /	
19 *FSECCION"		75 STO 08	
20 FS? 55		76 *LBL E	
21 PRA		77 *PEND. MIN.=?"	
22 * HERRADURA"		78 PROMPT	
23 SF 12		79 FS? 22	
24 AVIEW		80 STO 15	
25 CF 12		81 FS?C 22	
26 *Re. D.N d S"		82 STO 03	
27 PROMPT		83 *PEND. MAX.=?"	
28 *LBL C		84 PROMPT	
29 *DIAMETRO=?"		85 FS?C 22	
30 CF 22		86 STO 04	
31 PROMPT		87 RCL 04	
32 FS?C 22		88 RCL 03	
33 STO 01		89 X(Y)?	
34 *RUGOSIDAD=?"		90 X(> 04	
35 PROMPT		91 *INCR. PEND.=?"	
36 FS?C 22		92 PROMPT	
37 STO 02		93 FS?C 22	
38 *LBL D		94 STO 05	
39 *TIR. MIN.=?"		95 RCL 05	
40 PROMPT		96 CF 09	
41 FS?C 22		97 X=0?	
42 STO 06		98 SF 09	
43 RCL 06		99 X<0?	
44 RCL 01		100 FS? 09	
45 X(Y)?		101 GTO A	
46 GTO D		102 RCL 03	
47 *TIR. MAX.=?"		103 RCL 04	
48 PROMPT		104 -	
49 FS?C 22		105 RCL 05	
50 STO 07		106 /	
51 RCL 07		107 STO 05	
52 RCL 06		108 *LBL A	
53 X(Y)?		109 RCL 06	
54 X(> 0?		110 STO 08	
55 RCL 07		111 SF 12	
56 RCL 01		112 *D="	

# LISTADO DEL PROGRAMA

113 ARCL 01		169 X12
114 AVIEW		170 *
115 "H="		171 X<>Y
116 ARCL 02		172 RCL 10
117 AVIEW		173 *
118 ADV		174 -
119*LBL 00		175*LBL 02
120 "S="		176 FC? 03
121 ARCL 03		177 ST+ 13
122 SF 12		178 RDN
123 AVIEW		179 +
124 CF 12		180 FC? 03
125 ADV		181 ST+ 14
126*LBL 01		182 FS?C 02
127 .		183 RTH
128 STO 13		184 FC? 01
129 STO 14		185 GT0 07
130 X<>F		186 RCL 01
131 RCL 00		187 X12
132 X=0?		188 LAST?
133 GT0 07		189 2
134 .0885621723		190 /
135 RCL 01		191 RCL 00
136 *		192 -
137 X<Y?		193 X12
138 SF 01		194 -
139 RDN		195 SORT
140 LASTX		196 STO 11
141 2		197 RCL 01
142 /		198 .9114378277
143 X<Y?		199 *
144 GT0 06		200 -
145 FS? 01		201 RCL 00
146 GT0 11		202 RCL 01
147 RCL 00		203 .0885621723
148 RCL 01		204 *
149*LBL 02		205 -
150 ENTER?		206 STO 09
151 X12		207 R-P
152 LASTX		208 2
153 RCL T		209 /
154 -		210 STO 10
155 STO 10		211 RCL 01
156*LBL 12		212 STO 2
157 X12		213 STO T
158 -		214 X12
159 SORT		215 X<>Y
160 FS? 01		216 SF 02
161 X<> 10		217 XEQ 12
162 STO Y		218 ST+ 14
163 RCL Z		219 R1
164 /		220 ST+ 13
165 ASIN		221 RCL 11
166 D-R		222 RCL 01
167 ST+ Z		223 .0885621723
168 R1		224 *

# LISTADO DEL PROGRAMA

225 -		281 *PERIM.="	
226 RCL 09		282 ARCL 14	
227*LBL 04		283 AVIEW	
228 *		284 *RAD. H.="	
229 ST+ 13		285 ARCL 16	
230 FC? 02		286 AVIEW	
231 GTO 07		287 *VEL.="	
232 12		288 ARCL 11	
233 X<F		289 AVIEW	
234 RCL 01		290 *Q="	
235 RCL 00		291 ARCL 12	
236 -		292 AVIEW	
237 RCL 01		293 RCL 00	
238 2		294 RCL 01	
239 /		295 /	
240 XEQ 02		296 *d/D="	
241 R1		297 ARCL X	
242 RCL 01		298 AVIEW	
243 X12		299 ADV	
244 PI		300 FS? 00	
245 *		301 GTO 00	
246 8		302 RCL 00	
247 /		303 ST+ 00	
248 -		304 RCL 07	
249 ST- 13		305 RCL 00	
250 X<Y		306 X<Y?	
251 PI		307 GTO 01	
252 RCL 01		308 FC?C 00	
253 *		309 GTO 10	
254 2		310*LBL 00	
255 /		311 FS? 09	
256 -		312 GTO 09	
257 ST- 14		313 RCL 06	
258*LBL 07		314 STO 00	
259 SF 25		315 TONE 4	
260 RCL 13		316 RCL 05	
261 RCL 14		317 ST+ 03	
262 /		318 RCL 04	
263 STO 10		319 RCL 03	
264 .6666666666		320 ADV	
265 Y+X		321 X<=Y?	
266 RCL 03		322 GTO 00	
267 SORT		323*LBL 09	
268 *		324 *FIN. ..."	
269 RCL 02		325 AVIEW	
270 /		326 RCL 15	
271 STO 11		327 STO 03	
272 RCL 13		328 CF 03	
273 *		329 5	
274 STO 12		330 GTO IND X	
275 *d="		331*LBL 10	
276 ARCL 00		332 RCL 00	
277 AVIEW		333 -	
278 *AREA="		334 RHD	
279 ARCL 13		335 X=Y?	
280 AVIEW		336 GTO 00	

**LISTADO DEL PROGRAMA**

337 RDH			
338 SF 00			
339 STO 00			
340 GTO 01			
341*LBL 11			
342 .			
343 ENTER1			
344 .8488620788			
345 RCL 01			
346 *			
347 LASTX			
348 X12			
349 .8498310394			
350 *			
351 FC? 02			
352 GTO 03			
353 2			
354 ST* 2			
355 *			
356 GTO 03			
357*LBL 06			
358 SF 02			
359 XEQ 11			
360 .3385621722			
361 RCL 01			
362 X12			
363 SF 02			
364 GTO 04			
365*LBL 05			
366 ADV			
367 DSE X			
368 GTO 05			
369 BEEP			
370 END			

## COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA.

Una característica especial de este programa es la dualidad que presenta en la manera de ingresar los datos. La primera es en forma secuencial (en el orden mencionado anteriormente) y la segunda es por medio de las funciones locales, las cuales son accesibles en cualquier momento y desde cualquier punto del programa. Además, cuando la calculadora pregunta el valor de una literal y no se realiza ningún ingreso, se conserva el valor que tenía anteriormente dicha variable. Estas cualidades del programa nos permiten modificar el valor de alguna variable fácilmente, y sin afectar a las demás.

También debe destacarse la forma de especificar el INTERVALO, tanto del tirante como de la pendiente, que nos ofrece tres opciones: 1) Indicar un número positivo, que representa el incremento real deseado, desde el valor mínimo hasta llegar al límite máximo (o rebasarlo, en cuyo caso se adopta el límite). 2) Ingresar una cantidad negativa, que señala el número de intervalos deseados entre los límites mínimo y máximo. 3) Cuando se ingresa un cero, significa que no se necesitan incrementos sino que, solamente, el cálculo se debe realizar tomando el límite mínimo de esa variable. Por supuesto que es también válido para este INTERVALO lo especificado en el párrafo anterior.

Otro punto importante de señalar es la comprobación inmediata de la validez de los datos que se ingresan al referirse al tirante. Primeramente, no es aceptado un valor de tirante mayor que el diámetro. Segundo, el límite máximo debe ser mayor que el límite mínimo (aunque suene incongruente, pero debe reconocerse la posibilidad --

de un error humano al ingresar los límites). Tercero, - el límite máximo no debe sobrepasar al diámetro de la - sección.

Todo lo anterior queda ejemplificado de manera - detallada en las instrucciones de la línea 38 a - la 75 del listado del programa.



## AdNUDOS

Al hacer el cálculo de una estructura es frecuente utilizar el ANALISIS DE NUDOS (o nodos), el cual está basado en el hecho de que en cualquier nudo la suma de fuerzas debe ser cero; con este método no se debe tener más de dos incógnitas por nudo, puesto que sólo se cuenta con dos - - ecuaciones, que son:  $\sum F_x = 0$  y  $\sum F_y = 0$ .

Este tipo de cálculo sirve para definir, por ejemplo, las cargas a las que trabajarán los elementos de una armadura, y así poder escoger el tipo de material y dimensiones de dichos elementos, como podría ser para la estructura de un puente o el soporte del techo de una bodega, - etc.

Para definir el tipo de esfuerzo a que está sometido un miembro de una armadura, se utiliza la siguiente - - convención:

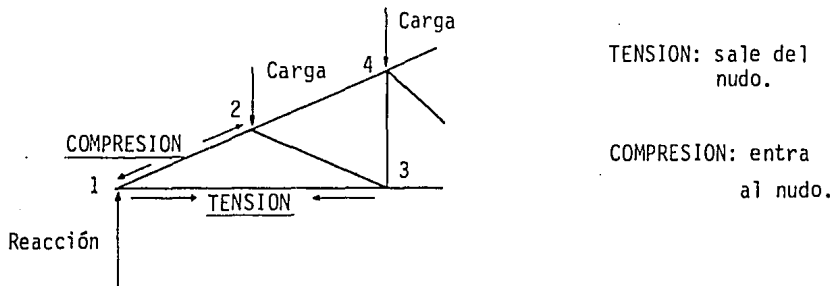


Figura 1. Convención del sentido de las fuerzas aplicadas sobre los elementos que concurren en un nudo.

## VARIABLES Y ECUACIONES.

En cada nudo encontraremos las siguientes literales:

$F$  = magnitudes de las fuerzas conocidas (cargas y reacciones) cada una tiene su dirección y sentido. Puede usarse cualquier sistema de unidades para especificar las fuerzas involucradas en estos cálculos.

$A$  y  $B$  = son variables desconocidas, que tienen sus direcciones (ángulos) "a" y "b" respectivamente.

$a$  y  $b$  = son los ángulos de las variables desconocidas, medidos en grados sexagesimales.

$\angle R$  = dirección de la resultante cuando se trabaja con una sola fuerza desconocida, en grados sexagesimales.

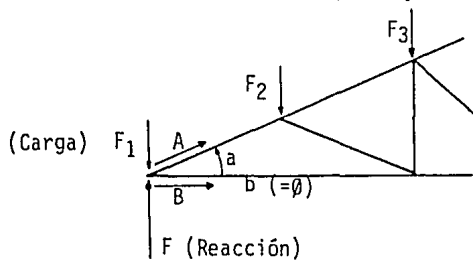


Figura 2. Variables que se utilizan en el programa.

Las ecuaciones empleadas en el programa son las fundamentales de un cuerpo en reposo, que son:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

## USO DEL PROGRAMA.

Al inicio del programa se ve en la pantalla el le--  
trero: [A,a B,b C:F/∠ E]; estas letras significan lo si--  
guiente:

A = representa una fuerza desconocida; cuando se tienen -  
los datos adecuados, se oprime [A] para conocer su va--  
lor.

a = es la dirección en que actúa la fuerza A; este dato es  
conocido.

B = ésta es otra fuerza desconocida.

b = es la dirección de la fuerza B, dato conocido.

C = (C: F/∠) con esta tecla se ingresan los datos conoci--  
dos, o sea la magnitud de las fuerzas involucradas --  
(cargas y reacciones) aplicadas en cada nudo y su di--  
rección respectiva (ángulo respecto al semieje posi--  
tivo X).

E = sirve para comenzar un nuevo cálculo, con datos dife--  
rentes.

Todas estas funciones se encuentran asignadas a las  
teclas correspondientes a: [A] , [a] , [B] , [b] , [C] y -  
[E] , respectivamente.

Para efectuar un cálculo, hay que ingresar los da--  
tos de las fuerzas conocidas y las direcciones de las fuer--  
zas A y B; posteriormente al oprimir [A] y [B] se obten--  
drán los valores desconocidos. Si se desea confirmar el -  
valor de "a" o "b", se oprime la tecla respectiva, pero -

sin efectuar ingresos.

Cuando sólo hay una variable, se puede calcular su valor en forma parecida. Después de ingresar los datos conocidos, se indica la dirección que tiene la resultante (o debe tener) y luego se pide su valor; con  $\boxed{a}$  y  $\boxed{A}$  respectivamente. Si resultase que la dirección "a" no es la real de la resultante, la calculadora avisará con un sonido y se mostrará el ángulo verdadero de la resultante  $\angle R$ .

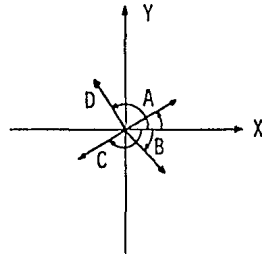
Al ser especificado un ángulo, lleva implícitos el sentido y la dirección del vector (fuerza) a que se esté refiriendo. Tomemos como ejemplos los siguientes vectores:

$$A = 1 \quad \angle 30^\circ$$

$$B = 1 \quad \angle -45^\circ$$

$$C = 1 \quad \angle -150^\circ$$

$$D = 1 \quad \angle 130^\circ$$



## INSTRUCTIVO DE USO

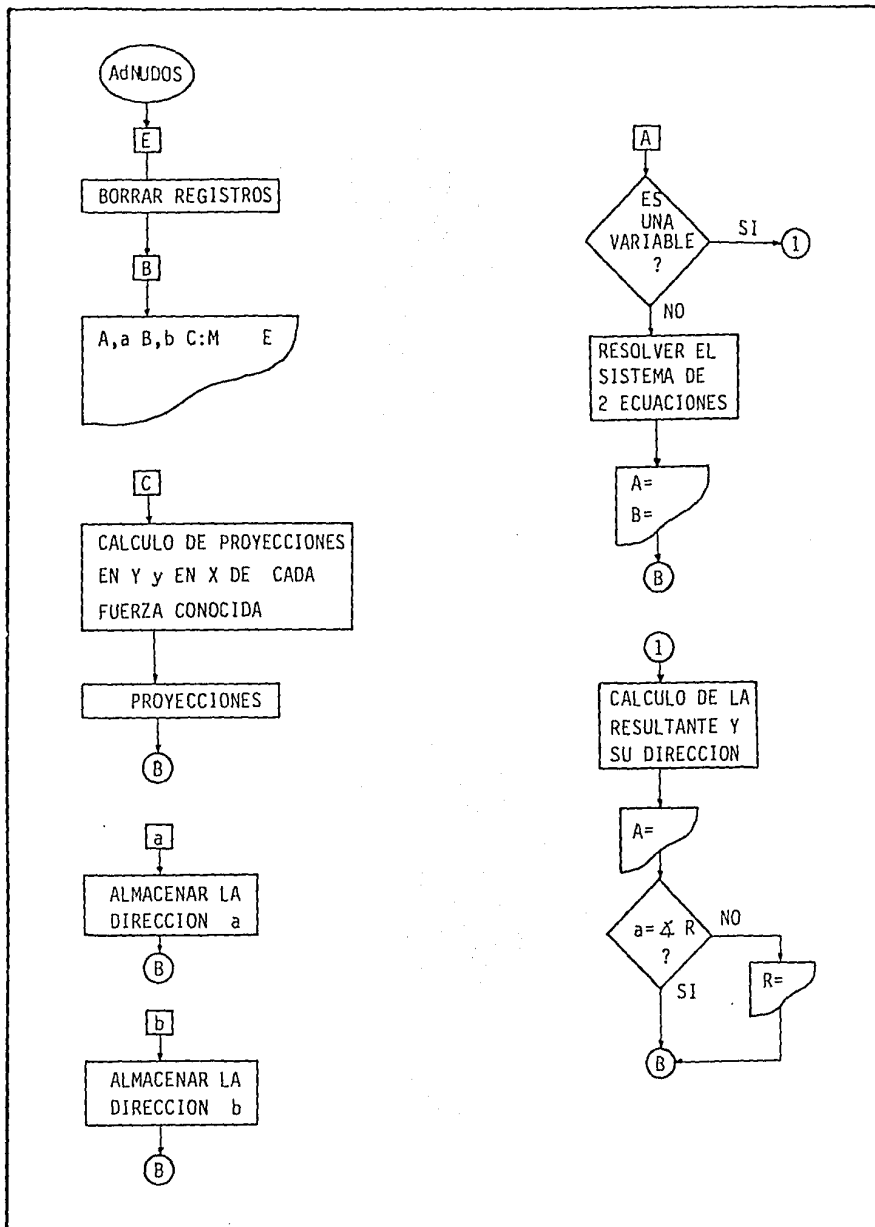
PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Iniciar el programa.		<input type="checkbox"/> XEQ AdNUDOS	A,a B,b C:F/Δ E
2	Ingresar los datos conocidos. (F= FUERZA, REACCION O CARGA).	F 1	<input type="checkbox"/> ENTER /	A,a B,b C:F/Δ E
		Δ 1	<input type="checkbox"/> C	
3	Si al estar ingresando los - datos conocidos (F/Δ), se desea anular el último que se haya ingresa-- do, ejecute este paso.	F 2	<input type="checkbox"/> ENTER /	A,a B,b C:F/Δ E
		Δ 2	<input type="checkbox"/> C	
		⋮		
4	Indicar la dirección (y sentido) de las 2 variables desconocidas.	a	<input type="checkbox"/> a	A,a B,b C:F/Δ E
		b	<input type="checkbox"/> b	A,a B,b C:F/Δ E
5	Para conocer los valores de las fuerzas desconocidas se oprimen las teclas respectivas.		<input type="checkbox"/> A	A=
			<input type="checkbox"/> B	B=
6	En caso necesario se pueden verificar los datos de las direcciones "a" y "b"; para esto basta con oprimir las teclas correspondientes.		<input type="checkbox"/> a	a=
			<input type="checkbox"/> b	b=
7	Para empezar un nuevo -- cálculo.		<input type="checkbox"/> E	A,a B,b C:F/Δ E
8	Cuando hay una sola fuerza desconocida, después del paso 2, se indica la	a	<input type="checkbox"/> a	
		(b)	( <input type="checkbox"/> b )	

## INSTRUCTIVO DE USO

PASO No.	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
	dirección "a" o la "b" - (sólo una).			
9	Se calcula la fuerza re- sultante desconocida.		<input type="checkbox"/> A ( <input type="checkbox"/> B )	A= (B= )
10	En caso de que la direc- ción de la resultante - no coincida con "a" (o "b"), el cálculo dará - por resultado la compo- nente efectiva en la di- rección indicada (acom- pañada por un sonido) y además aparecerá la di- rección correcta de la resultante.		<input type="checkbox"/> A ( <input type="checkbox"/> B )  <input type="checkbox"/> R/S *	A= (B= )  ≠ RES.=



# DIAGRAMA DE FLUJO





## EJEMPLO 1

Calculas las fuerzas a que está sometido cada elemento de la siguiente armadura:

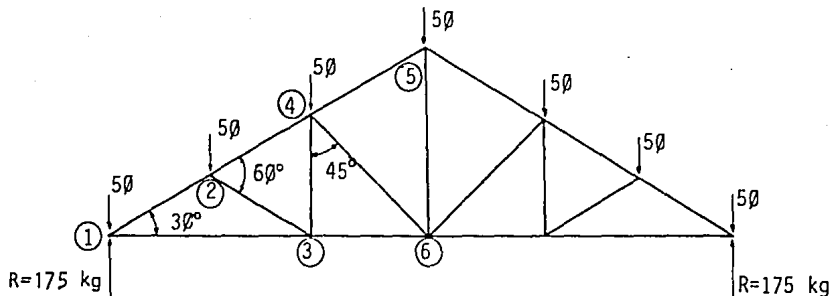


Figura 3. Armadura del ejemplo 1.

Análisis del nudo número ① :

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

XEQ AdNUDOS

A, a B, b C: M E

175  ENTER 90  C

A, a B, b C: M E

50  ENTER 90  CHS  C

30  a   $\theta$   b

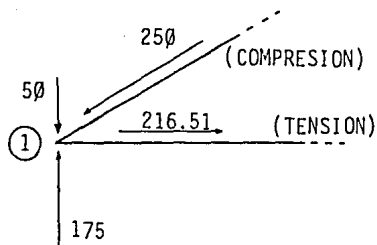
A

A = -250.0000

B

B = 216.5064

Esto indica que el nudo número ① queda equilibrado de la siguiente manera:



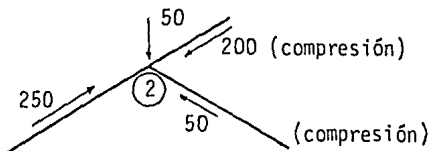
Sigamos con los demás elementos. (nudo ②)

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

[E]		A,a B,b C:F/∠ E
50	[ENTER] 90 [CHS] [C]	(carga conocida)
250	[ENTER] 30 [C]	(compresión calculada)
30	[a] 30 [CHS] [b]	(dirección de los siguientes dos miembros)
[A]		A= -200.0000
[B]		B= -50.0000

El nudo dos queda como sigue:



ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

[E]		A,a B,b C:F/∠ E
216.5064	[ENTER] 180 [C]	(tensión 1-3)
50	[ENTER] 30 [CHS] [C]	(compresión 2-3)
90	[a] 0 [b]	
[A]		(tensión 3-4) A= 25.0000
[B]		(tensión 3-5) B= 173.2051
[E]	200 [ENTER] 30 [C]	
25	[ENTER] 90 [CHS] [C]	
50	[ENTER] 90 [CHS] [C]	
30	[a] 45 [CHS] [b]	
[A]		(tensión 4-6) A= 145.0962
[B]		(compresión 4-5) B= -67.2432

Para el cálculo de los nudos ⑤ y ⑥, se toma en cuenta que la armadura es simétrica.

## ENTRADAS/FUNCIONES

## PANTALLA

[E] 145.0962 [ENTER] 30 [C] A,a B,b C:F/4 E  
 145.0962 [ENTER] 150 [C]  
 50 [ENTER] 90 [CHS] [C]  
 90 [CHS] [a] [A] (tensión 5-6) A= 95.0962

En este momento se conocen todos los esfuerzos a que está sometida la armadura; como comprobación se calcula el nudo ⑥, suponiendo desconocida la fuerza sobre el elemento horizontal a la derecha de ⑥.

## ENTRADAS/FUNCIONES

## PANTALLA

[E] 173.2051 [ENTER] 180 [C] A,a B,b C:F/4 E  
 67.2432 [ENTER] 45 [CHS] [C]  
 95.0962 [ENTER] 90 [C]  
 67.2432 [ENTER] 135 [CHS] [C]  
 0 [b] [B] (comprobación) B= 173.2051

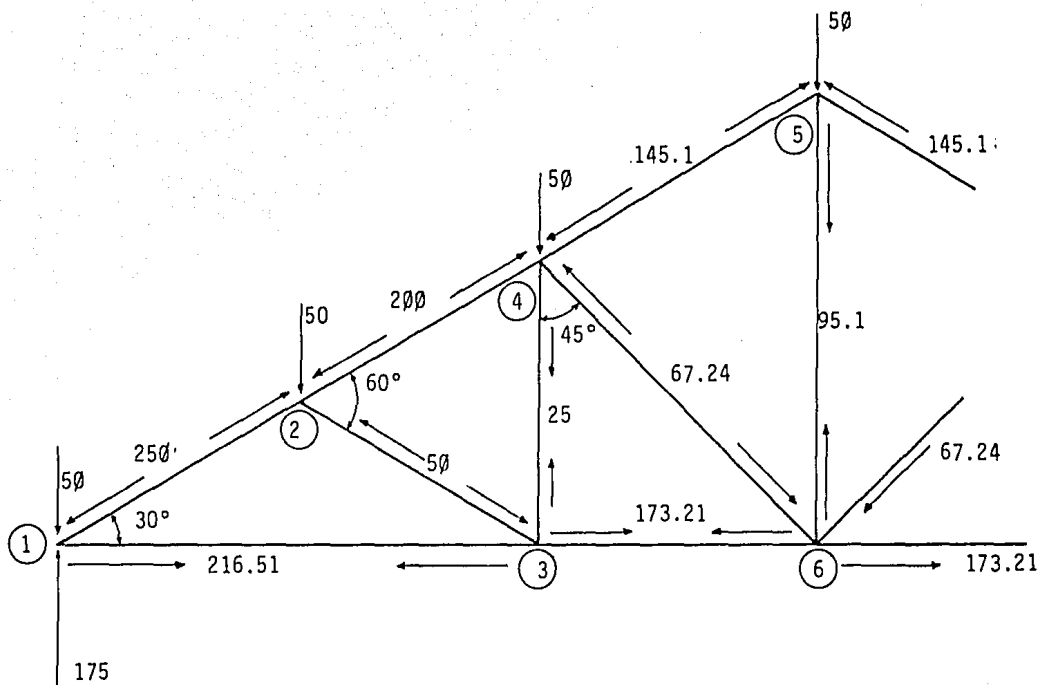
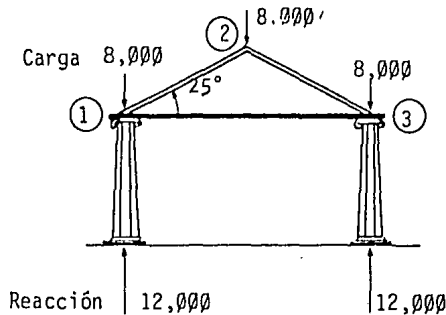


Figura 4. Diagrama con los resultados obtenidos del cálculo del ejemplo 1.

## EJEMPLO 2.

Calcular los esfuerzos a que están sometidos los elementos de la estructura que se muestra.



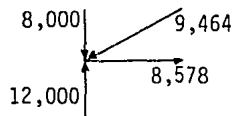
ENTRADAS/FUNCIONES

XEQ AdNUDOS  
 8 000  ENTER 90  CHS  C (en ①)  
 12 000  ENTER 90  C  
 25  a 0  b  A  
 B

PANTALLA

A,a B,b C:F/∠ E  
 A,a B,b C:F/∠ E  
 A,a B,b C:F/∠ E  
 A= -9,464.8063  
 B= 8,578.0277

Con lo cual el nudo ① queda así:



Dada la simetría del problema, con esto quedaría terminado totalmente. Pero, si ahora queremos comprobar el cálculo en el nudo ③, supondremos desconocido el valor del esfuerzo en el elemento ① - ③.

ENTRADAS/FUNCIONES

E  
 8000  ENTER 90  CHS  C

PANTALLA

A,a B,b C:F/∠ E

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

12000 [ENTER] 90 [C]  
 9464.8063 [ENTER] 25 [CHS] [C]  
 25 [a] (i un error !)  
 [A] (se oyen dos tonos) A= -7,774.3333  
 [R/S] \*  $\nabla$  RES.= -180.0000

La calculadora nos dice que en el ángulo especificado ( $a=25^\circ$ ), existe (o existiría) una componente de 7,774, pero nos indica que para lograr el equilibrio estático la resultante (o el elemento de la estructura) debe tener la dirección de  $180^\circ$ . Por lo tanto corregiremos ese dato y calcularemos de nuevo el valor de A.

ENTRADAS/FUNCIONES

PANTALLA

180 [a] [A] A= 8,578.0277

Con lo cual comprobamos el equilibrio en el nudo -

③ .

## LISTADO DEL PROGRAMA

01*LBL "AJANUDOS"	56 RCL 02
02 "ANALISIS de HD"	57 FC? 22
03 "FC"	58 GTO 04
04 FS? 55	59 SF 02
05 XEQ "PPA"	60 STO 02
06 DEG	61 GTO 16
07 FIX 4	62*LBL B
08 SF 27	63 "B="
09 CLR	64 XEQ 06
10 LI	65 1.002
11 PASH	66 REGSWAP
12 CHS	67 SF 00
13 PASH	68 XEQ 02
14 12	69 1.002
15 PASH	70 REGSWAP
16 CHS	71 VIEW
17 PASH	72 GTO 16
18 13	73*LBL A
19 PASH	74 "A="
20 15	75 XEQ 06
21 PASH	76*LBL 02
22*LBL E	77 RCL 02
23 0	78 COS
24 STO 00	79 X=0?
25 STO 03	80 GTO 05
26 X<Y	81 RCL 03
27 TONE 7	82 RCL 00
28*LBL 16	83 RCL 02
29 SF 21	84 TAN
30 CF 22	85 STO T
31 "A, a B, b C: F14 E"	86 +
32 PROMPT	87 -
33 GTO 16	88 RCL 01
34*LBL C	89 COS
35 FS? 22	90 R+
36 X<Y	91 +
37 P-F	92 RCL 01
38 ST+ 00	93 SIN
39 X<Y	94 -
40 ST+ 03	95*LBL 03
41 X<Y	96 /
42 R-F	97*LBL 04
43 GTO 16	98 ARCL X
44*LBL a	99 FS? 00
45 "a="	100 RTN
46 FC? 22	101 VIEW
47 RCL 01	102 GTO 16
48 FC? 22	103*LBL 05
49 GTO 04	104 RCL 00
50 SF 01	105 CHS
51 STO 01	106 RCL 01
52 GTO 16	107 COS
53*LBL b	108 GTO 03
54 "b="	109*LBL 06
55 FC? 22	110 A

## LISTADO DEL PROGRAMA

111 X<F  
112 ENTER1  
113 X<F  
114 X=Y?  
115 RTH  
116 ATOX  
117 STO Y  
118 64  
119 -  
120 FC? IND X  
121 GTO 16  
122 RDH  
123 CLA  
124 XTOR  
125 "I="  
126 RT  
127 RCL IND X  
128 RCL 03  
129 CHS  
130 RCL 00  
131 CHS  
132 R-F  
133 RDH  
134 -  
135 LASTX  
136 X<Z  
137 RDH  
138 COS  
139 ST+ Z  
140 ABS  
141 RND  
142 1  
143 X=Y?  
144 SF 04  
145 FS? 04  
146 TONE 0  
147 FS? 04  
148 TONE 0  
149 ARCL T  
150 RVIEW  
151 FC? 04  
152 GTO 16  
153 "RES.="  
154 ARCL Z  
155 RVIEW  
156 GTO 16  
157 END



## COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA.

Quiero hacer notar, en este programa, la conveniencia de usar LBL's numéricos mayores que 15, para conseguir una mayor rapidez de ejecución.

Cuando necesitamos tener un salto (GTO o XEQ) de longitud mayor que 112 bytes (aproximadamente unas 55 líneas de programa, en promedio) y queremos que sea rápida la transferencia de ejecución, debemos usar los saltos "largos", o sea aquellos en los que el número (el sufijo) sea mayor que 15.

Se ejemplifica esto con el LBL 16 empleado en este programa, el cual es accesado desde diferentes puntos del programa, algunos de ellos a una distancia mayor que 112 bytes.

También debe mencionarse la manera de comparar dos números, de los cuales uno es una variable en el que se acepta una tolerancia en su aproximación.

En los pasos 130 a 140 se aprecia una comparación, donde la tolerancia es hasta  $\pm 5/100,000$ , con FIX 4. Al ejecutarse la función RND (ROUND) el valor de X se ajusta a lo que se ve en la pantalla, truncando los demás dígitos, de acuerdo al formato escogido. De esta manera cualquier valor entre 1.00004 y 0.99995 quedará como 1.

CAPITULO III

## L I N L A

El programa LINLA (LINEA LARGA) se diseñó para llevar a cabo los cálculos requeridos en una línea aérea de transmisión de potencia (a 60 Hz), para conocer su comportamiento. Dado que contamos con la calculadora, el trabajo se efectúa empleando las ecuaciones para líneas largas, no importando su longitud.

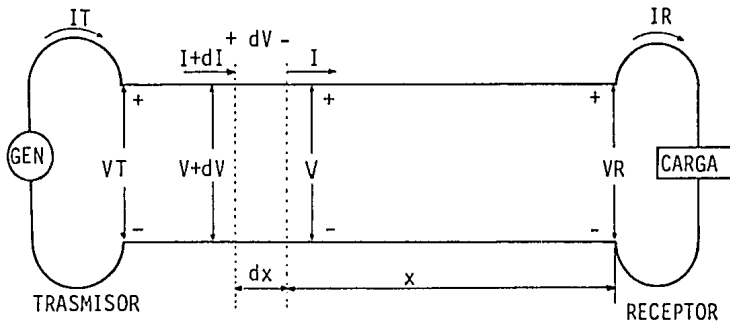


Figura 1. Representación esquemática de una línea larga de transmisión de potencia.

Los datos que se necesitan conocer para efectuar esos cálculos pueden ser los comprendidos en uno de los siguientes tres incisos:

- 1) Los parámetros de la línea, ya sean distribuidos:

RESISTENCIA, INDUCTANCIA, ADMITANCIA y CAPACITANCIA; o en forma concentrada: RESISTENCIA, REACTANCIA INDUCTIVA, ADMITANCIA y SUSCEPTANCIA CAPACITIVA.

- 2) La impedancia característica:  $Z_c$ , y las constantes de amortiguamiento y de fase:  $\alpha$  y  $\beta$ , de -

la línea. NOTA: en este programa al referirnos a " $\alpha$ " y " $\beta$ ", queda incluida la longitud de la línea, esto es, estamos hablando de " $\alpha l$ " y de " $\beta l$ " ( $\gamma = \alpha + j\beta$ ), y se representan por:  $\underline{a}$  y  $\underline{B}$ , respectivamente.

3) Las CTES GENERALIZADAS del circuito: A, B, C y D.

Además de los datos anteriores y de la LONGITUD, - que nos sirven para describir físicamente a la línea, necesitamos conocer los valores de POTENCIA, VOLTAJE y FACTOR DE POTENCIA, ya sea en el extremo RECEPTOR o en el -- TRASMISOR.

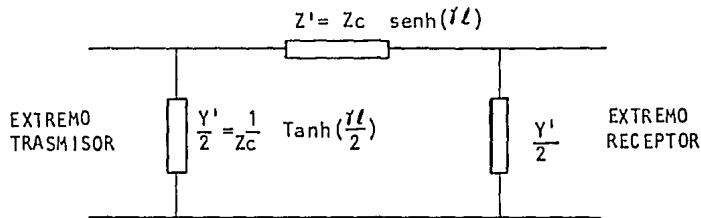


Figura 2. Circuito equivalente en  $\pi$  de una línea de transmisión de potencia.

Dependiendo de los datos con que se cuente, se puede calcular lo siguiente:

- 1)  $Z_c$ .
- 2)  $a$  y  $B$ .
- 3) Constantes generalizadas del circuito.
- 4) Potencia, voltaje, corriente y factor de potencia, en cualquiera de los extremos.
- 5) Regulación de voltaje.

El siguiente cuadro muestra los cálculos que se --

pueden realizar, dependiendo de los datos disponibles.

	DATOS DISPONIBLES	CALCULOS POSIBLES				
		Zc	aBL	Ctes Gen	REC	TRA
1	PARAMETROS DE LA LINEA Y LONG.	X	X	X	X	X
2	Zc, aL y BL			X	X	X
3	CTES GENERAL.				X	X

#### VARIABLES Y ECUACIONES.

Los parámetros de la línea, pueden ser en dos formas:

#### PARAMETROS DISTRIBUIDOS.

R = resistencia eléctrica de C.A. ( $\Omega$ /mi).

L = inductancia (H/mi).

G = admitancia ( $\mathcal{S}$ /mi).

C = capacitancia (F/mi).

#### PARAMETROS CONCENTRADOS.

R = resistencia eléctrica de C.A. ( $\Omega$ )

XL = reactancia inductiva ( $\Omega$ )

G = admitancia ( $\mathcal{S}$ )

bc = susceptancia capacitiva ( $\mathcal{S}$ )

l = longitud (mi)

z = impedancia en serie por unidad de longitud ( $\Omega$ /mi).

y = admitancia en paralelo por unidad de longitud ( $\mathcal{S}$ /mi).

$Z_c$  = impedancia característica de la línea ( $\Omega$ ).

$\gamma$  = ( $\lambda$ ) constante de propagación.

$\alpha$  = (alfa) constante de amortiguamiento (Np/mi).

$B$  = (Beta) constante de fase (rad/mi).

A,B,C,D= constantes generalizadas de la línea (B en  $\Omega$  y C en  $\mathcal{U}$ ).

POT.R.= potencia del extremo receptor (KW).

VR = voltaje del receptor (KV).

IR = corriente en el receptor (A).

F.P. R.= factor de potencia del receptor.

POT.T. = potencia del extremo trasmisor (KW).

VT = voltaje en el trasmisor (KV).

IT = corriente en el trasmisor (A).

F.P. T.= factor de potencia en el trasmisor.

% REG= regulación de voltaje (en porcentaje).

Debe mencionarse que las variables mencionadas, son en su mayoría números complejos, y aparecen en forma polar o rectangular de acuerdo con la siguiente lista.

FORMA POLAR:

$Z_c, \angle Z_c$

$VR, \angle VR$

$IR, \angle IR$

$VT, \angle VT$

$IT, \angle IT$

} Todos los ángulos se expresan en  
grados sexagesimales

FORMA RECTANGULAR:

$$\gamma = \alpha + jB$$

CTES GENERALIZADAS: A,B,C y D. Por ejemplo: ReA, IMA.

NOTA: aunque se usa la letra B para dos variables diferentes, no es probable confundirlas, ya que una va - - siempre acompañada de "a" y la otra junto con las - demás constantes generalizadas.

En este texto se toma la siguiente convención para el factor de potencia:

- 1) F.P.  $< \varnothing$  indica EN RETRASO (carga inductiva).
- 2) F.P.  $> \varnothing$  indica EN ADELANTO (carga capacitiva).

Factor de potencia en atraso o en adelanto, respectivamente, indica cuando la corriente está atrás o adelante del voltaje aplicado.

Las ecuaciones involucradas son:

$$X_L = 2 \pi f L$$

$$X_C = 2 \pi f C$$

$$z = (R + jX_L) / I$$

$$y = (G + jB_C) / I$$

$$\gamma l = \sqrt{yz} \quad l = a l + j b l$$

$$Z_c = \sqrt{z/y}$$

$$\left. \begin{array}{l} A = \cosh (\gamma l) \\ B = Z_c \sinh (\gamma l) \\ C = (1/Z_c) \sinh (\gamma l) \\ D = A \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{CIRCUITO } \pi \\ \text{SIMETRICO} \end{array}$$

$$V_T = A \cdot V_R + B \cdot I_R$$

$$V_R = D \cdot V_T - B \cdot I_T$$

$$I_T = C \cdot V_R + D \cdot I_R$$

$$I_R = -C \cdot V_T + A \cdot I_T$$

$$\% \text{ REG} = \frac{|V_S| / |A| - |V_R|}{|V_R|} * 100$$

$$\text{F.P.} = \cos (\angle V - \angle I) \quad \text{con el signo convenido anteriormente.}$$

$$P_{3\varnothing} = \sqrt{3} V_L I_L \cos (\angle V - \angle I) \quad \text{donde } \left\{ \begin{array}{l} P_{3\varnothing} = \text{potencia trifásica} \\ V_L = \text{voltaje línea-línea} \\ I_L = \text{corriente de línea} \end{array} \right.$$

NOTA: El valor del voltaje tanto RECEPTOR como TRASMISOR que se maneja en las ecuaciones (con las CTES. GENERALIZADAS) es el voltaje de línea a neutro ( $V_{L-N} = V_{L-L} / \sqrt{3}$ ). De la misma manera, los ángulos que resultan son los correspondientes a dichos voltajes de línea-neutro.



## USO DEL PROGRAMA.

Al inicio del programa aparece el letrero: [QUE DATOS ?], tras lo cual se deben ingresar los nombres que definen los grupos de datos de los que se dispone (la calculadora queda automáticamente en modalidad ALPHA). Los grupos de datos y sus nombres respectivos son los siguientes:

NOMBRE	DATOS QUE SE SOLICITAN
PAR LINEA	{ DISTRIBUIDOS: R, L, G, C CONCENTRADOS: R, XL, G, bc
CTES GENERALIZADAS	A, B, C, D
RECEPTOR	POT.REC., V.REC., F.P. REC.
TRASMISOR	POT. TRA., V.TRA., F.P. TRA.
Zc aBL	Zc, a, B

Al especificar los nombres de los grupos, deben que dar separados por 'comas' (,).

Después de esto, la calculadora pregunta cuál es la LONGITUD de la línea y pasa enseguida a preguntar todos los datos que se le indicó estaban disponibles.

Si uno de ellos fueron los parámetros de la línea, aparecerá el letrero [PA. :C:ON :D:IS ?], que nos pide indicar si son CONCENTRADOS o DISTRIBUIDOS, señalándolo con C o D , respectivamente. Luego se ingresan los datos

que se soliciten.

Al preguntar los valores de las constantes generalizadas, se ven los letreros de esta manera (ejemplo con A): [A=? Re ↗ IM], que nos recuerda el formato rectangular del dato y al mismo tiempo indica que se debe ingresar primeramente la parte real.

De manera parecida, al cuestionar sobre la impedancia característica y las constantes de amortiguamiento y de fase, se ven los letreros siguientes: [Zc=? MAG ↗ ∠] y [a ↗ B=? \* L]. Este último nos recuerda que estamos refiriéndonos a  $\gamma$ .

Cuando la máquina requiere los datos del extremo receptor (o trasmisor), nos recuerda las unidades en que se deben ingresar la potencia y el voltaje; KW y KV respectivamente.

Al ingresar el factor de potencia debemos tener presente la convención del signo estipulada anteriormente. Este ingreso se puede hacer en forma decimal o en porcentaje, indistintamente; esto es, la máquina interpreta de manera equivalente 80 que .8, ya que 80 % es igual a 0.8.

Después de haber efectuado un cálculo completo, cuando la máquina pregunta por alguno de los datos y éste es el mismo que en el caso precedente, no es necesario volverlo a ingresar, sólo bastará oprimir R/S y quedará vigente el valor antiguo.

Cuando finaliza el ingreso de datos, aparece la --

pregunta [QUE CALCULO?]; en este momento se ingresarán - los nombres de los grupos de variables que se deseen conocer. Los nombres no varían, es decir, son los mismos que se usan para los datos.

Al presentar los resultados, aparecerán de la siguiente manera:

NOMBRE	RESULTADOS QUE SE MUESTRAN
Zc aBL	Zc, $\neq$ Zc ; a , B
CTES GENERALIZADAS	ReA, IMA; ReB, IMB; ReC,IMC; ReD, IMD
RECEPTOR	V REC, $\neq$ VR, I REC, $\neq$ IR, POT R, F.P. REC
TRASMISOR	V TRA, $\neq$ VT, I TRA, $\neq$ IT, POT T, F.P. TRA
% REGULACION	REG. V.

Al estar ya corriendo el programa, la calculadora verifica que existan los datos suficientes para realizar los cálculos que se le están pidiendo y si fuera necesario los solicitará automáticamente. Por ejemplo si queremos calcular Zc, a y B sin haber ingresado los parámetros de la línea, éstos serán requeridos antes de intentar ejecutar cualquier operación.

Cuando termina la ejecución del programa, aparece el aviso: [FIN... ], señalando que ha finalizado con lo requerido y, si en este momento se desea hacer un cálculo no pedido, pero con los mismos datos, sólo será necesario pedirle a la máquina que ejecute otro cálculo con: XEQ - C A L C , con lo que se regresará a preguntar: [QUE CALCULO ?]. Por ejemplo si necesitábamos conocer los datos -

del receptor y también la regulación de voltaje, y hubiésemos olvidado este último, procederíamos, en este caso, a realizar lo indicado.

Después del letrero [FIN... ], si queremos volver a comenzar el programa (nuevo cálculo), basta con - - oprimir **R/S** y quedaremos situados al principio, con la pregunta [QUE DATOS ?]. Debo recalcar el hecho de que si alguno de los datos que se tienen son los mismos que el problema precedente, no hay necesidad de ingresarlos, sólo se deberá oprimir **R/S** al aparecer la pregunta respectiva.

Para fijar una referencia angular, en lo referente a voltajes y corrientes, el programa elige automáticamente el valor de  $0^\circ$  para el ángulo del voltaje que se dé como dato. Es decir, si se tienen los datos del RECEPTOR, entonces  $\angle VR=0^\circ$  y los demás ángulos serán los que resulten de acuerdo a los cálculos.

Este programa utiliza las subrutinas "-C", "+C", "-\* C" y "/C", mostradas en el programa STCOM.

## INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Iniciar el programa.		<input type="checkbox"/> XEQ LINLA	QUE DATOS ?
2	Indicar los grupos de datos disponibles (algunos de los indicados). Si algún dato es igual a un caso precedente, sólo se oprime <input type="checkbox"/> R/S sin ingreso - numérico.	PAR LINEA, Zc aBL,CTES GENERALIZA DAS,RECEP- TOR,TRASHI SOR.	<input type="checkbox"/> R/S	LONGITUD = ?
3	Ingresar la longitud.	1	<input type="checkbox"/> R/S	
4	La calculadora preguntará todos los datos que se le señalaron estaban disponibles. (Aparecen en el mismo orden que del paso 2).			
4.a	PAR LINEA. Hay que señalar si son concentrados o distribuidos. Luego se ingresan los datos.	C (D) R  XL (L) G  bc (C)	<input type="checkbox"/> R/S  <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> R/S  <input type="checkbox"/> R/S	PA. :C:ON :D:IS ?  RESIST=? REACT.IND.=? (INDUCT.=?)  ADMITANCIA=? SUSCEP. CAP.=? (CAPACIT.=?)
4.b	Zc aBL.	Zc  ∠ Zc a B	<input type="checkbox"/> ENTER ✓ <input type="checkbox"/> R/S <input type="checkbox"/> ENTER ✓ <input type="checkbox"/> R/S	Zc=? MAG ∠ ∠  a ∠ B=? *L

# INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
4.c	CTES GENERALIZADAS Re = parte real IM = parte imaginaria	Re A IM A  Re B IM B  Re C IM C  Re D IM D	<input type="text" value="ENTER"/> <input type="text" value="R/S"/>  <input type="text" value="ENTER"/> <input type="text" value="R/S"/>  <input type="text" value="ENTER"/> <input type="text" value="R/S"/>  <input type="text" value="ENTER"/> <input type="text" value="R/S"/>	CTES.GENERAL. A=? Re / IM  B=? Re / IM  C=? Re / IM  D=? Re / IM
4.d	RECEPTOR F.P. > $\emptyset$ → EN ADELANTO, F.P. < $\emptyset$ → EN RETRASO	PR VR FPR	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>	POT.REC.=? KW V.REC.=? KV F.P.REC.=?
4.e	TRASMISOR	PT VT FPT	<input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/> <input type="text" value="R/S"/>	POT.TRA.=? KW V.TRA.=? KV F.P.TRA.=?
5	Quando se terminan los incisos, aparece el letrero que se muestra y se deben indicar los resultados que se deseen.	Zc aBL,CTES GENERALIZA- DAS,RECEP- TOR,TRASMI- SOR.	<input type="text" value="R/S"/>	QUE CALCULO?
6	La máquina verificará la existencia de los datos necesarios para el cálculo y si lo requiere repetirá uno de los incisos del paso 4.			

# INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
7	Se realizan todos los cálculos y comienzan a aparecer los resultados solicitados.			
7.a	Zc aBL		<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div>	Zc= $\angle$ Zc= a= B=
7.b	CTES. GENERALIZADAS		<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div>	Re A= IM A= Re B= IM B= Re C= IM C= Re D= IM D=
7.c	RECEPTOR		<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div>	V REC.= $\angle$ V R.= I REC.= $\angle$ I R.= POT. R.= F.P. REC.=
7.d	TRASMISOR		<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">R/S</div> *           </div>	V TRA.= $\angle$ V T.= I TRA.= $\angle$ I T.= POT.T.= F.P.TRA=

## INSTRUCTIVO DE USO

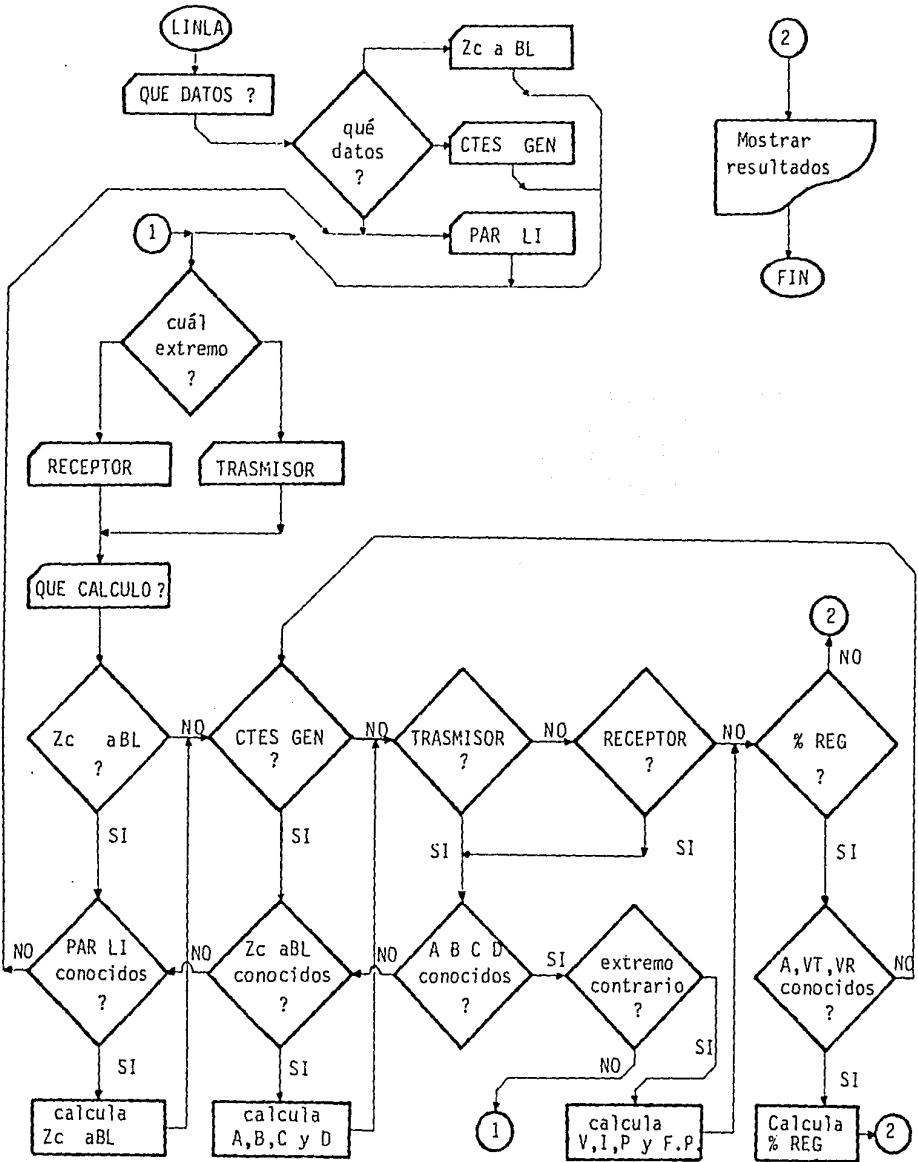
PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
7.e	% REGULACION		<input type="button" value="R/S"/> *	REG. V.= %
8	Finaliza el cálculo.			FIN...
9	Si necesitamos ver de nuevo un resultado, o queremos un cálculo - que no se había indicado. Se repite el paso 5.		<input type="button" value="XEQ"/> CALC	QUE CALCULO?
10	Para volver a iniciar el programa, se oprime <input type="button" value="R/S"/> .		<input type="button" value="R/S"/>	QUE DATOS?







# DIAGRAMA DE FLUJO



## EJEMPLO 1.

Una línea de transporte tiene 225 mi de longitud.- La carga (receptor) es de 125,000 KW a 200 KV con un factor de potencia de 100%. Encontrar la tensión, corriente y potencia en el extremo trasmisor de la línea.

## ENTRADAS/FUNCIONES

EQ LINLA  
 PAR LI, RECEPTOR R/S  
 225 R/S  
 D  
 .172 R/S  
 2.18 EEX 3 CHS R/S  
 0 R/S  
 .0136 EEX 6 CHS R/S  
 125,000 R/S  
 200 R/S  
 100 R/S  
 TRA R/S

R/S \*  
R/S \*  
R/S \*  
R/S \*  
R/S \*  
R/S \*

## PANTALLA

QUE DATOS?  
 LONGITUD=?  
 PA.:C:ON :D:IS?  
 RESIST.=?  
 INDUCT.=?  
 ADMITANCIA=?  
 CAPACIT.=?  
 POT.REC.=? KW  
 V.REC.=? KV  
 F.P. REC.=?  
 QUE CALCULO?  
 TRA  
 V TRA.=232.5 KV  
 $\angle$  V.T.=29.92  
 I TRA.= 349.7 A  
 $\angle$  I T.= 22.94  
 POT.T.=139.8E3 KW  
 F.P.TRA.= - 0.9926  
 FIN...

## EJEMPLO 2

Con los mismos datos del problema anterior, calcular la impedancia característica de la línea y la regulación de voltaje.

## ENTRADAS/FUNCIONES

XEQ C A L C  
%R, Zc  R/S

 R/S \* R/S \* R/S \* R/S \* R/S \*

## PANTALLA

FIN...

QUE CALCULO?

%R, Zc

Zc = 404.68

 $\angle Zc = -5.9103$ 

a = 0.04807

B = 0.46436

REG.V. = 29.84%

FIN...

## EJEMPLO 3

Una línea trifásica a 60 Hz, tiene 175 mi de longitud. Su impedancia serie total es de  $35 + j140 \Omega$  y su admitancia en paralelo total, es de  $930 \angle 90^\circ \mu S$ .

Suministra 40,000 KW a 220 KV con un factor de potencia en retardo del 90%. Encontrar las constantes generalizadas del circuito y la tensión en el extremo distribuidor.

## ENTRADAS/FUNCIONES

XEQ LINIA  
RECEPTOR, PAR LINEA  R/S  
175  R/S  
C  
35  R/S  
140  R/S  
0  R/S  
930  EEX 6  CHS  R/S  
40 000  R/S

## PANTALLA

QUE DATOS?

LONGITUD=?

PA. :C:ON :D:IS?

RESIST.=?

REACT. IND.=?

ADMITANCIA=?

SUSCEP. CAP.=?

POT.REC.=? KW

V.REC.=? KV

## ENTRADAS/FUNCIONES

22Ø   
 .9    
 CTES, TRA

\*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*  
 \*

## PANTALLA

F.P.REC.=?  
 QUE CALCULO?  
 CTES, TRA  
 V TRA. = 225.4 KV  
 $\phi$  V T. = 6.49  
 I TRA. = 12Ø.6 A  
 $\phi$  I T. = 35.31  
 POT. T. = 41.25E3 KW  
 F.P. TRA. = Ø.8762  
 Re A= Ø.9355597Ø3  
 IM A= Ø.Ø15924Ø77  
 Re B= 33.49546647  
 IM B= 137.1679Ø57  
 Re C= -Ø.ØØØØØ498Ø  
 IM C= Ø.ØØØ9Ø9942  
 Re D= Ø.9355597Ø3  
 IM D= Ø.Ø15924Ø77  
 FIN...

## LISTADO DEL PROGRAMA

01*LBL "LINLA"	50 FS?C 22
02 SIZE?	57 ST0 01
03 38	58 FS?C 00
04 X?Y?	59 RTH
05 PSIZE	60 FC? 01
06 RCLFLAG	61 GTO 02
07 ST0 37	62*LBL 01
08 .	63 CF 21
09 X?CF	64 CF 22
10 "QUE DATOS ?"	65 "PA. :C:OM :D:IS"
11 AON	66 "H ?"
12 CF 23	67 AVIEN
13 PPROMPT	68 AON
14 ROFF	69 GETKEY
15 FC? 22	70 X=P?
16 GTO "LINLA"	71 GTO 01
17*LBL 44	72 SF 25
18 FS? 40	73 GTO IND X
19 GTO 01	74 GTO 01
20 ASTO Y	75*LBL 13
21 XEQ IND X	76 ROFF
22 ASHF	77 "RESIST.=?"
23 44	78 PROMPT
24 POSA	79 FS?C 22
25 X=0?	80 ST0 33
26 GTO 00	81 "REACT. IND.=?"
27 1	82 PROMPT
28 +	83 FS?C 22
29*LBL 10	84 ST0 34
30 ATOY	85 "ADMITANCIA=?"
31 RDN	86 PROMPT
32 USE X	87 FS?C 22
33 GTO 14	88 ST0 35
34 GTO 44	89 "SUSCEP. CAP.=?"
35*LBL "PAR L1"	90 PROMPT
36 SF 01	91 FS?C 22
37 RTH	92 ST0 36
38*LBL "CTES G"	93 33.002004
39 SF 02	94 REGNOVE
40 RTH	95 RCL 01
41*LBL "RECEPT"	96 X=0?
42 SF 03	97 XEQ "LONG"
43 RTH	98 ST/ 02
44*LBL "TRASK1"	99 ST/ 03
45 SF 04	100 ST/ 04
46 RTH	101 ST/ 05
47*LBL "Zc aBL"	102 SF 01
48 SF 05	103 FS?C 00
49 RTH	104 RTH
50*LBL "LONG"	105 GTO 02
51 SF 00	106*LBL 14
52*LBL 00	107 ROFF
53 "LONGITUD=?"	108 "PEISIST.=?"
54 CF 22	109 PROMPT
55 PROMPT	110 FS?C 22

# LISTADO DEL PROGRAMA

111 STO 33	166 SF 02
112 *INDUCT.=?"	167*LBL 02
113 PPOMPT	168 FC? 02
114 FS?C 22	169 GTO 02
115 STO 34	170*LBL 02
116 *ADMITANCIA=?"	171 *POT. REC.=? KW"
117 PROMPT	172 CF 22
118 FS?C 22	173 PFCMPT
119 STO 35	174 FS?C 22
120 *CAPACIT.=?"	175 STO 16
121 PROMPT	176 *V. REC.=? KV"
122 FS?C 22	177 PROMPT
123 STO 36	178 3
124 23.002094	179 SORT
125 REMOVE	180 /
126 376.9911185	181 FS?C 22
127 ST* 03	182 STO 19
128 ST* 05	183 *F.P. REC.=?"
129 SF 01	184 PROMPT
130 FS?C 06	185 SIGN
131 RTH	186 LASTX
132*LBL 02	187 ABS
133 FC? 02	188 1
134 GTO 02	189 KXY
135 *CTES. GENERAL."	190 XXY?
136 CF 21	191 %
137 RVIEW	192 *
138 *B=? RetIM"	193 *
139 PPOMPT	194 FS?C 22
140 FS? 22	195 STO 20
141 STO 11	196 SF 03
142 RDW	197 FS?C 06
143 FS?C 22	198 RTH
144 STO 10	199*LBL 02
145 *B=? RetIM"	200 FC? 04
146 PROMPT	201 GTO 02
147 FS? 22	202*LBL 02
148 STO 13	203 *POT. TRA.=? KW"
149 RDW	204 CF 22
150 FS?C 22	205 PROMPT
151 STO 12	206 FS?C 22
152 *C=? RetIM"	207 STO 21
153 PROMPT	208 *V. TRA.=? KV"
154 FS? 22	209 PROMPT
155 STO 15	210 3
156 RDW	211 SORT
157 FS?C 22	212 /
158 STO 14	213 FS?C 22
159 *D=? RetIM"	214 STO 22
160 PROMPT	215 *F.P. TRA.=?"
161 FS? 22	216 PROMPT
162 STO 17	217 SIGN
163 RDW	218 LASTX
164 FS?C 22	219 ABS
165 STO 16	220 1



## LISTADO DEL PROGRAMA

221 XYY?	276*LBL 04
222 XYY?	277 ATGX
223 %	278 RDN
224 *	279 USE %
225 *	280 GTO 04
226 FS?C 22	281 GTO 05
227 STO 23	282*LBL 05
228 SF 04	283 RCL 00
229 FS?C 00	284 STO 24
230 RDN	285*LBL 00
231*LBL 02	286 I E2
232 FC? 05	287 ST* 00
233 GTO 02	288 RCL 00
234 *ZC=? MAG12*	289 INT
235 PPDMPY	290 ST- 00
236 D-F	291 XEQ IND X
237 FS? 22	292 GTO 00
238 STO 07	293*LBL 00
239 RDN	294 GTO 09
240 FS?C 22	295*LBL 07
241 STO 06	296 FS? 02
242 *a 1 B =? *L*	297 RDN
243 PROMPT	298 RCL 01
244 FS? 22	299 X=0?
245 STO 09	300 XEQ *LONG*
246 RDN	301 FC? 05
247 FS?C 22	302 XEQ 90
248 STO 09	303 XEQ *COSHCL*
249*LBL 02	304 STO 10
250*LBL *CALC*	305 STO 16
251 *QUE CALCULO?*	306 RDN
252 AON	307 STO 11
253 CF 23	308 STO 17
254 PROMPT	309 XEQ *SENHCL*
255 FC? 23	310 RCL 07
256 GTO *CALC*	311 RCL 06
257 RDN	312 P-F
258 CF 21	313 XEQ *C*
259 AOFF	314 STO 12
260 SF 25	315 RDN
261 AVIEN	316 STO 13
262 .	317 XEQ *SENHCL*
263 I-X	318 RCL 07
264 STO 00	319 RCL 00
265*LBL 07	320 P-F
266 ATGX	321 XEQ *C*
267 ST+ 00	322 STO 14
268 I E2	323 RDN
269 ST/ 00	324 STO 15
270 44	325 SF 02
271 POSH	326 RDN
272 X=0?	327*LBL 90
273 GTO 05	328 FS? 05
274 I	329 RDN
275 *	330 FC? 01

## LISTADO DEL PROGRAMA

321 SF 00	386 FS? 48
332 FC? 01	387 ST0 01
333 XEQ 01	388 FS? 04
334 RCL 03	389 RTN
335 RCL 02	390 FC? 02
336 RCL 05	391 XEQ 07
337 RCL 04	392 FC? 03
338 FS? 00	393 SF 00
339 XEQ **C*	394 FS? 00
340 FC? 00	395 XEQ 06
341 XEQ -/C*	396 0
342 P-P	397 ST0 26
343 2	398 RCL 20
344 ST/ Z	399 SIGN
345 RDN	400 LASTX
346 SQRT	401 ABS
347 FS?C 00	402 AC0E
348 RTN	403 *
349 ST0 06	404 ST0 30
350 RDN	405 PCL 18
351 ST0 07	406 PCL 19
352 SF 00	407 /
353 XEQ 98	408 3
354 RCL 01	409 /
355 *	410 PCL 20
356 P-R	411 ABS
357 ST0 08	412 /
358 RDN	413 ST0 29
359 ST0 09	414 RCL 11
360 SF 05	415 PCL 18
361 RTN	416 PCL 26
362*LBL *SENHCL*	417 PCL 19
363 RCL 09	418 P-F
364 RCL 08	419 XEQ **C*
365 E1X	420 ST0 31
366 P-R	421 RDN
367 RCL 09	422 ST0 32
368 CHS	423 RCL 30
369 RCL 08	424 RCL 29
370 CHS	425 I E3
371 E1X	426 /
372 P-R	427 F-F
373 FS? 00	428 PCL 13
374 XEQ **C*	429 PCL 12
375 FC?C 00	430 XEQ **C*
376 XEQ **C*	431 RCL 32
377 2	432 RCL 31
378 ST/ Z	433 XEQ **C*
379 /	434 F-F
380 RTN	435 ST0 22
381*LBL *COSHCL*	436 P-R
382 SF 00	437 ST0 25
383 XEQ *SENHCL*	438 RCL 26
384 RTN	439 PCL 19
385*LBL 84	440 I E3

## LISTADO DEL PROGRAMA

441 *	448 ACOS
442 P-F	457 *
443 RCL 15	492 STO 23
444 RCL 14	499 RCL 21
445 XEQ "C"	500 RCL 22
446 STO 31	501 /
447 RDN	502 3
448 STO 32	503 /
449 RCL 17	504 RCL 23
450 RCL 16	505 ABS
451 RCL 30	506 /
452 RCL 29	507 STO 27
453 P-F	508 RCL 28
454 XEQ "C"	509 RCL 27
455 RCL 32	510 I E3
456 RCL 31	511 /
457 XEQ "C"	512 P-R
458 R-P	513 RCL 13
459 STO 27	514 RCL 12
460 RDN	515 XEQ "C"
461 STO 28	516 STO 31
462 RCL 25	517 RDN
463 -	518 STO 32
464 SIGN	519 RCL 17
465 LASTX	520 RCL 16
466 COS	521 RCL 25
467 *	522 RCL 22
468 STO 23	523 P-F
469 ABS	524 XEQ "C"
470 RCL 27	525 RCL 30
471 RCL 22	526 RCL 7
472 *	527 XEQ "C"
473 *	528 R-F
474 3	529 STO 15
475 *	530 RDN
476 STO 21	531 STO 26
477 SF 04	532 RCL 25
478 RDN	533 RCL 22
479 *LBL 82	534 I E3
480 FS? 48	535 *
481 GTD 01	536 P-R
482 FS? 63	537 RCL 15
483 RDN	538 RCL 14
484 FC? 02	539 XEQ "C"
485 XEQ 67	540 STO 31
486 FC? 04	541 RDN
487 SF 00	542 STO 32
488 FS? 00	543 RCL 11
489 XEQ 07	544 RCL 10
490 0	545 RCL 26
491 STO 25	546 RCL 27
492 RCL 23	547 F-F
493 SIGN	548 XEQ "C"
494 LASTX	549 RCL 32
495 ABS	550 RCL 7

# LISTADO DEL PROGRAMA

551 XEQ \*-C\*  
 552 F--P  
 553 STG 29  
 554 RDN  
 555 STO 38  
 556 RCL 26  
 557 -  
 558 SIGM  
 559 LASTX  
 560 COS  
 561 \*  
 562 STO 20  
 563 ABS  
 564 RCL 19  
 565 RCL 29  
 566 \*  
 567 \*  
 568 3  
 569 \*.  
 570 STO 10  
 571 SF 03  
 572 RTN  
 573\*LBL 37  
 574 FC? 04  
 575 XEQ 04  
 576 FC? 03  
 577 XEQ 02  
 578 FC? 02  
 579 XEQ 67  
 580 RCL 11  
 581 RCL 10  
 582 P-F  
 583 RCL 22  
 584 /  
 585 1/X  
 586 RCL 19  
 587 X<>Y  
 588 %CH  
 589 STO 31  
 590 RTN  
 591\*LBL 09  
 592 TONE 5  
 593 FIX 0  
 594 CF 29  
 595 SF 21  
 596 1 E2  
 597 ST\* 24  
 598 RCL 24  
 599 INT  
 600 ST- 24  
 601 CLR  
 602 ARCL X  
 603 ASIO X  
 604 SF 29  
 605 XEQ IND X

606 GTO 09  
 607\*LBL \*0\*  
 608 \*FIN...\*  
 609 BEEP  
 610 PROMPT  
 611 RCL 37  
 612 STO\*LAG  
 613 GTO \*LINK\*  
 614\*LBL \*67\*  
 615 FIX 9  
 616 \*Re A\*  
 617 ARCL 10  
 618 AVIEW  
 619 \*IM A\*  
 620 ARCL 11  
 621 AVIEW  
 622 \*Pe B\*  
 623 ARCL 12  
 624 AVIEW  
 625 \*IM B\*  
 626 ARCL 13  
 627 AVIEW  
 628 \*Pe C\*  
 629 ARCL 14  
 630 AVIEW  
 631 \*IM C\*  
 632 ARCL 15  
 633 AVIEW  
 634 \*Re D\*  
 635 ARCL 16  
 636 AVIEW  
 637 \*IM D\*  
 638 ARCL 17  
 639 AVIEW  
 640 RTN  
 641\*LBL \*02\*  
 642 FIX 1  
 643 \*V REC.\*  
 644 RCL 19  
 645 3  
 646 SORT  
 647 \*  
 648 ARCL X  
 649 \*F KY\*  
 650 AVIEW  
 651 FIX 2  
 652 \*dV R.\*  
 653 RCL 26  
 654 R-D  
 655 ARCL X  
 656 AVIEW  
 657 FIX 1  
 658 \*I REC.\*  
 659 ARCL 29  
 660 \*F A\*

# LISTADO DEL PROGRAMA

661 AVIEW	716 FIX 2
662 FIX 2	717 "2c=""
663 "ΔI P.=""	718 ARCL 06
664 RCL 36	719 AVIEW
665 R-D	720 FIX 4
666 ARCL X	721 "Δ Zc=""
667 AVIEW	722 RCL 07
668 ENG 3	723 R-D
669 "POT. R.=""	724 ARCL X
670 ARCL 13	725 AVIEW
671 "F KN"	726 FIX 5
672 AVIEW	727 "a=""
673 FIX 4	728 ARCL 08
674 "F.P. PEC.=""	729 AVIEW
675 ARCL 20	730 "B=""
676 AVIEW	731 ARCL 09
677 RTH	732 AVIEW
678*LBL "84"	733 RTH
679 FIX 1	734*LBL "37"
680 "V TRA.=""	735 FIX 1
681 RCL 22	736 "REG. v.=""
682 3	737 ARCL 31
683 SORT	738 "F %"
684 *	739 AVIEW
685 ARCL X	740 END
686 "F KV"	
687 AVIEW	
688 FIX 2	
689 "ΔV T.=""	
690 RCL 25	
691 R-D	
692 ARCL X	
693 AVIEW	
694 FIX 1	
695 "I TRA.=""	
696 ARCL 27	
697 "F R"	
698 AVIEW	
699 FIX 2	
700 "ΔI T.=""	
701 RCL 28	
702 R-D	
703 ARCL X	
704 AVIEW	
705 ENG 3	
706 "POT. T.=""	
707 ARCL 21	
708 "F KN"	
709 AVIEW	
710 FIX 4	
711 "F.P. TRA.=""	
712 ARCL 23	
713 AVIEW	
714 RTH	
715*LBL "90"	

## COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA.

Cuando se realiza un cálculo de redes de potencia, es necesario utilizar números complejos y manejar cantidades con muchos dígitos significativos. He aquí una aplicación importante para una calculadora programable, ya -- que el esfuerzo de manejar esas cantidades lo hará la máquina y no el usuario.

En este programa vemos algunas maneras de dirigir la ejecución hacia varias subrutinas en forma indirecta - con ayuda del registro ALPHA.

La primera forma es utilizando LBL's alfanuméricos de 6 caracteres. Véase el bloque de ingreso de datos, de línea 10 a la 35, donde se leen los primeros 6 caracteres de la(s) palabra(s) que hay en el reg. ALPHA antes de la coma (,), y se ejecuta esa subrutina. Luego se eliminan todos los caracteres que hay hasta el siguiente nombre (incluyendo la coma), y se repite la operación hasta que ya no se encuentra ninguna coma.

El segundo método mostrado está a partir de LBL 03, donde se especifican los cálculos que va a realizar la máquina. Con este grupo de instrucciones se "fabrica" un número de control, que pasa al R00, con los códigos ASCII del primer caracter (a la izquierda) de cada palabra, con el formato 0.AABBCCDDEE, hasta que ya no se encuentra ningún caracter, o sea un caracter NULO, cuyo código ASCII es 00. Después de formar ese número de control, va decodificándolo tomando un par de dígitos por vez colocándolo en X y ejecutando la subrutina indicada.

La tercer opción que se muestra es parecida a esta

Última, se aprovecha el mismo número de control (ahora colocado - en el R 24) pero aquí se manejan LBL's alfanuméricos, por ejemplo, en vez de LBL 00, la ejecución del programa se - dirigirá hacia LBL 0. Esto se ve a partir del LBL 09, y para lograr diferenciar este sistema del anterior, se hace pasar a cada código ASCII por el registro ALPHA, obteniendo con esto la transformación de número a carácter - alfanumérico. De esta manera se pueden utilizar subrutinas con el "mismo número" dentro de un programa, que se - pueden acceder desde cualquier punto del programa sin que exista alguna equivocación.

Otro comentario importante de mencionar es la manera de asegurarse que no ocurra un error después de efec-- tuarse la función GETKEY y continúe la ejecución del programa, ver LBL 01. Los únicos ingresos válidos en ese momento son C y D , cuyas claves en el teclado son 13 y 14, respectivamente.

Si por equivocación se oprimiera la tecla R/S , - cuya clave es 84, el programa continuaría en LBL 84; este problema se presentaría en cualquier LBL con un número - equivalente a una tecla de la calculadora, que aparezca - en el programa y al cual NO queremos que se dirija.

Para evitar este tipo de equivocación, se procedió de la siguiente manera: antes del GETKEY, se prende el - reg. ALPHA y en cada LBL cuyo número corresponda a una - clave del teclado, y al que no deseamos que se dirija, se pregunta el estado de la bandera 48 para, en su caso, re- tornar al punto inicial. Por ejemplo, en este programa - se utilizó este sistema en los LBL's 82 y 84.

El programa también queda protegido contra el --

error consistente en oprimir cualquier otra tecla, para la cual no exista un LBL correspondiente (aparecería en la pantalla: [NONEXISTENT ]) de la siguiente manera: después del GETKEY se prende la bandera 25, de tal forma que al detectar un error en la instrucción GTO IND X, se ignoraría ésta y el siguiente paso, que es GTO Ø1, provoca que se repita la pregunta inicial.



## I M C

En los cálculos de sistemas de potencia, cuando se requiere trabajar con grupos de ecuaciones, se forma una matriz en la cual se elimina la parte real de sus elementos, usando sólo los componentes imaginarios, basándose en que los resultados son adecuados para los propósitos que se persiguen (es decir el error es mínimo). Esto se debe a que, ordinariamente, la persona que realiza esos cálculos carece de una herramienta que le permita manejar los números complejos fácilmente.

El programa IMC (Inversión de Matrices Complejas) fue elaborado con el propósito de poder realizar la inversión de una matriz cuadrada de orden  $N$ , cuyos elementos sean números complejos ( $N$  máximo es 10, límite marcado por la capacidad de memoria de la calculadora).

Los números complejos son usados, generalmente, en dos formatos: Rectangular o Polar; este programa puede utilizarse con cualquiera de los dos formatos de presentación.

Para poder invertir una matriz, es requisito que ésta sea NO SINGULAR, es decir que su determinante sea diferente de cero. Una matriz inversa queda definida de la siguiente manera:

Sea  $A$  una matriz cualquiera y,  $C$  su inversa; entonces se debe cumplir que:

$$AC = CA = I$$

donde  $I$  es la matriz identidad, en la cual los elementos

de la diagonal principal son 1 y todos los demás son  $\emptyset$ .

$$I = \begin{cases} 1 & \text{para } i=j \\ \emptyset & \text{para } i \neq j \end{cases}$$

Un ejemplo de esto es (con números reales para mayor simplicidad):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ \emptyset.5 & 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} -2 & 6 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} \quad I = \begin{bmatrix} 1 & \emptyset \\ \emptyset & 1 \end{bmatrix}$$

$$AC = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ \emptyset.5 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -2 & 6 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2+3 & 6-6 \\ -1+1 & 3-2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \emptyset \\ \emptyset & 1 \end{bmatrix}$$

#### VARIABLES Y ECUACIONES.

En el programa IMC se utiliza la siguiente nomenclatura:

$A_{ij}$  = elemento de la matriz original, situado en el renglón  $i$ , y en la columna  $j$ .

$C_{ij}$  = elemento de la matriz invertida, correspondiente al renglón  $i$ , y la columna  $j$ .

$N$  = orden de la matriz cuadrada.

$K$  = subíndice que define el elemento con que se esté -- trabajando, también se refiere a un renglón o columna.

$A'_{ij}$  = elemento de la matriz original, en el renglón  $i$  y la columna  $j$ , pero modificado por alguna operación hecha sobre el elemento original.

$MG$  = magnitud de un número complejo expresado en forma polar.

$\angle$  = ángulo de un número complejo expresado en forma polar.

Re = parte real de un número complejo expresado en forma rectangular.

IM = parte imaginaria de un número complejo expresado en forma rectangular.

Para calcular los elementos de la matriz inversa, es necesario realizar una operación de pivotaje sobre cada uno de los elementos de la diagonal principal de la matriz original (método de Shipley). Las ecuaciones que definen este pivotaje son las siguientes:

- a) Todos los elementos que no se encuentren en la columna y renglón  $k$  (el elemento pivote es  $A_{kk}$ ), se modifican de la siguiente manera:

$$A'_{ij} = A_{ij} - A_{ik} \left( \frac{1}{A_{kk}} \right) A_{kj} \quad i \neq k, j \neq k$$

- b) Los elementos del renglón  $k$  se reemplazan aplicando la siguiente fórmula:

$$A'_{kj} = - (A_{kj}/A_{kk}) \quad j \neq k$$

- c) Los elementos de la columna  $k$  son modificados con la fórmula:

$$A'_{ik} = -(A_{ik}/A_{kk}) \quad i \neq k$$

- d) El elemento pivote queda reemplazado por:

$$A'_{kk} = -(1/A_{kk})$$

Este proceso se repite para todos los elementos de la diagonal principal, en cualquier secuencia. Cuando se termina el proceso la matriz original queda reemplazada - por el negativo de la matriz inversa.

$$[A] \xrightarrow{\text{PIVOTAJE}} [-C]$$

La relación entre los formatos de los números complejos es:

$$\text{MAG} = \sqrt{(\text{Re})^2 + (\text{IM})^2} \quad \text{Re} = \text{MAG} \cos(\angle)$$

$$\angle = \text{ATAN}\left(\frac{\text{IM}}{\text{Re}}\right) \quad \text{IM} = \text{MAG} \sin(\angle)$$

## USO DEL PROGRAMA

Cuando se inicia el programa aparece la pregunta :  
[ORDEN=? ], tras lo cual se ingresa el valor de N.

Luego se debe indicar el formato que tendrán los -  
números complejos de la matriz, respondiendo con una [P]  
o una [R] a la pregunta [:P:OLAR, :R:ECT.?].

Después de esto se ingresan todos los elementos de  
la matriz original (A), por renglones. Al preguntar cada  
elemento, en la pantalla se ve también un recordatorio de  
la manera en que se deben ingresar los datos, de acuerdo  
al formato escogido. Por ejemplo la primer pregunta apare  
cerá como sigue (una de las dos opciones):

- |     |                  |                 |
|-----|------------------|-----------------|
| (1) | [A1,1=? Re ↗ IM] | (F.RECTANGULAR) |
| (2) | [A1,1=? MG ↗ ∠]  | (F. POLAR)      |

Cuando se terminan de ingresar los datos, el pro--  
grama empieza a realizar la inversión de la matriz, pero  
si al momento de señalar algún dato se comete un error, -  
es posible volver a iniciar el programa y re-ingresar los  
datos con la comodidad de que no es necesario indicar las  
cantidades que ya se hubiesen ingresado correctamente.

Después de ingresar todos los datos, automáticamen  
te comienza a desarrollarse la inversión de la matriz, y  
en la pantalla aparece un indicador que nos dice cuáles -  
elementos fueron ya pivotados.

Al terminar el cálculo se ven los elementos de la  
matriz invertida, con el mismo formato que se señaló para

los datos iniciales. Después de finalizar la presentación de resultados, para volver a comenzar el programa sólo se necesita oprimir  .

Si fuese necesario comprobar los resultados bastaría con 'invertir la matriz invertida' y comparar con los datos originales. Para hacer esto recuérdese que los elementos  $C_{ij}$  de la matriz invertida quedan en la misma posición que los originales  $A_{ij}$  ( $i = \{1, 2, \dots, N\}$ ,  $j = \{1, 2, \dots, N\}$ ) y que no es necesario señalar los datos en el ingreso, si éstos son los mismos que ya están almacenados en la memoria de la calculadora. Por lo tanto bastará con señalar nuevamente el orden de la matriz y pasar todas las preguntas de los datos con  para así invertir otra vez la matriz y llegar a la original.

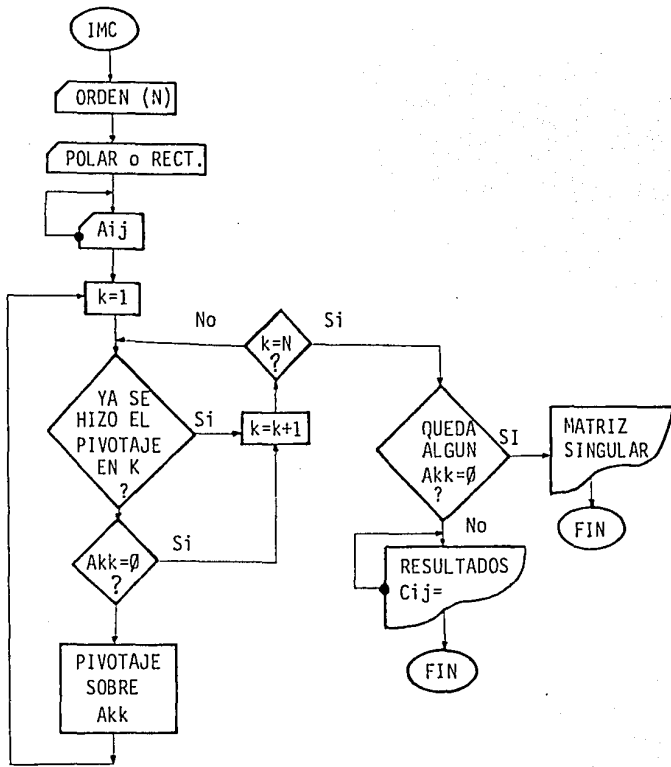
## INSTRUCTIVO DE USO

PASO No	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Iniciar el programa.		<input type="checkbox"/> XEQ I M C	ORDEN=?
2	Ingresar el orden de la matriz	N	<input type="checkbox"/> R/S	:P:OLAR, :R:ECT.?
3	Señalar el formato de presentación de los números complejos.	P (R)		A1,1=? MG $\swarrow$ $\nwarrow$ (A1,1=? Re $\swarrow$ IM)
4	Ingresar los datos de la matriz original (A).	MG A1,1 $\nwarrow$ A1,1  (Re A1,1) (IM A1,1) : :	<input type="checkbox"/> ENTER $\swarrow$ <input type="checkbox"/> R/S  ( <input type="checkbox"/> ENTER $\swarrow$ ) ( <input type="checkbox"/> R/S ) ( <input type="checkbox"/> R/S )	A1,2=? MG $\swarrow$ $\nwarrow$  (A1,2=? Re $\swarrow$ IM) : :
5	Automáticamente se inicia el cálculo de la matriz inversa y en la pantalla aparece un indicador que señala los pivotajes que se han realizado			$\swarrow$ $\nwarrow$
6	Aparecen los resultados, conservándose el mismo formato señalado en el paso 3.		<input type="checkbox"/> R/S * <input type="checkbox"/> R/S * : ( <input type="checkbox"/> R/S * ) ( <input type="checkbox"/> R/S * ) : :	MG.C1,1= $\nwarrow$ C1,1= MG.C1,2= : (Re.C1,1= ) (IM.C1,1= ) (Re.C1,2= ) : :
7	Al terminar la presentación de resultados, se ve el letrero de finalización. Para iniciar de nuevo se oprime <input type="checkbox"/> R/S .		<input type="checkbox"/> R/S	FIN...  ORDEN=?





# DIAGRAMA DE FLUJO



## EJEMPLO 1

Invertir la matriz A y comprobar el resultado

$$A = \begin{bmatrix} -1+j3 & 2-j1 \\ 0 & 0.3+j1 \end{bmatrix}$$

ENTRADAS/FUNCIONES

XEQ I M C  
 2 R/S  
 R  
 1 CHS ENTER 3 R/S  
 2 ENTER 1 CHS R/S  
 0 ENTER R/S  
 .3 ENTER 1 R/S

(pivotando sobre A1,1)

(pivotando sobre A2,2)

R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*  
 R/S \*

PANTALLA

ORDEN=?  
 :P:OLAR, :R:ECT.?  
 A1,1=? Re/IM  
 A1,2=? Re/IM  
 A2,1=? Re/IM  
 A2,2=? Re/IM  
 Re.C1,1=-0.1000  
 IM.C1,1=-0.3000  
 Re.C1,2= 0.5963  
 IM.C1,2=-0.3211  
 Re.C2,1= 0.0000  
 IM.C2,1= 0.0000  
 Re.C2,2= 0.2752  
 IM.C2,2=-0.9174  
 FIN...  
 ORDEN=?

En este momento tenemos la matriz invertida C, que quedó almacenada en el lugar que ocupaba la matriz A; ahora efectuaremos la comprobación (verificación de que no se cometió algún error al ingresar los datos, ya que la máquina no se equivoca).

## ENTRADAS/FUNCIONES

2 R/S

R

R/S R/S R/S R/SR/S \*R/S \*R/S \*

⋮

R/S \*

## PANTALLA

:P:OLAR, :R:ECT.?

A1,1=? Re / IM

~~⊘~~ ~~⊘~~~~⊘~~ ~~⊘~~

Re.C1,1= -1.0000

IM.C1,1= 3.0000

Re.C1,2= 2.0000

IM.C1,2= -1.0000

⋮

FIN...

## LISTADO DEL PROGRAMA

01*LBL *INC	56 PCT
02 DEG	57 PCT
03 *ORDEM*	58 PCT 01
04 PROM*	59 STO IND 00
05 STO 01	60 ISG 00
06 X12	61 X12
07 2	62 FSTC 22
08 *	63 STO IND 00
09 0	64 ISG 00
10 *	65 ISG 02
11 SIZE?	66 GTD 01
12 X*Y	67 RCL 03
13 X*Y?	68 STO 02
14 *SIZE	69 ISG 01
15 X.7	70 GTD 01
16 STO 00	71 RCL 03
17 RCL 01	72 0
18 1 E3	73 CLG
19 *	74*LBL 02
20 1	75 *TGF
21 *	76 ISG Y
22 STO 01	77 GTD 02
23 STO 02	78*LBL 16
24 STO 03	79 RCL 03
25*LBL 00	80 CF 02
26 CF 01	81*LBL 03
27 *P:GLAR, *F*CT*	82 RTON
28 *F.*	83 0
29 CF 21	84 X=Y?
30 AVIEW	85 GTD 04
31 TONE 5	86 X*Y
32 GETKEY	87 *TOD
33 SF 25	88 RCL 2
34 GTD IND X	89 ISG "
35 GTD 00	90 GTD 03
36*LBL 53	91 FSTC 02
37 SF 01	92 GTD 10
38*LBL 43	93 GTD 12
39 CF 22	94*LBL 04
40*LBL 01	95 *TOR
41 FIX 0	96 X*Y 2
42 CF 24	97 STO 00
43 *F*	98 RCL 07
44 ARCL 01	99 FFC
45 *F.*	100 1 E3
46 ARCL 02	101 *
47 *F=? *	102 RCL Y
48 FST? 01	103 1
49 *R*E*F*H*	104 -
50 FC? 01	105 *
51 *F*AG*12*	106 RCL "
52 FIX 4	107 *
53 *P*O*M*	108 1
54 X*Y	109 -
55 FST? 01	110 2

# LISTADO DEL PROGRAMA

111 +	166 FFF
112 9	167 ST+ X
113 +	168 8.007
114 PCL IND X	169 +
115 X*0?	170 CF 00
116 GTO 05	171*LBL 17
117 X(> T	172 RCL 02
118 SF 02	173 RCL 01
119 ISC X	174*LBL 06
120 GTO 03	175 ST- IND Z
121 CF 01	176 X<>Y
122 CF 02	177 I
123 GTO 18	178 ST+ T
124*LBL 05	179 RDN
125 CF 02	180 ST/ IND Z
126 CLX	181 X<>Y
127 I	182 ISC Z
128 X(<) IND Y	183 GTO 06
129 CHS	184 F0?C 00
130 STO 02	185 RIN
131 X<>Y	186 X(<) Z
132 I	187 .7
133 -	188 +
134 ✓	189 STO 07
135 X(<) IND Y	190 RCL 00
136 STO 01	191 ST+ X
137 X<>Y	192 T
138 R1	193 +
139 ST- Y	194 .
140 -	195 STO IND Y
141 2	196 X<>Y
142 +	197 I
143 INT	198 -
144 PCL 03	199 .
145 FRC	200 STO IND Y
146 ST+ X	201 RDN
147 0	202 FRC
148 +	203 LASTX
149 I E3	204 INT
150 /	205 RCL 03
151 +	206 FRC
152 STO 06	207 Z12
153 REGSWAP	208 2000
154 SF 25	209 +
155 -1	210 .007
156 ARDT	211 -
157 RTOX	212 +
158 X<>Y	213 X<>Y
159 XTOA	214 I E2
160 RCL 00	215 .
161 CHS	216 +
162 ARDT	217 ISC X
163 AVIEW	218 STO 04
164 LOG	219*LBL 07
165 RCL 03	220 RCL 03

## LISTADO DEL PROGRAMA

221 FPC	276 .00001
222 ST+ X	277 -
223 8.007	278 SF 00
224 +	279 XEQ 17
225 STO 05	280 RCL 06
226*LBL 00	281 RECSWAP
227 RCL IND 05	282 GTG 16
228 ISG 05	283*LBL 19
229 RCL IND 05	284 SF 21
230 RCL IND 04	285 9.7
231 1	286 STO 00
232 ST+ 04	287 RCL 03
233 CLX	288 STO 01
234 RCL IND 04	289 STO 02
235 ST+ Z	290*LBL 09
236 X<Y	291 FIX 0
237 R+	292 CF 29
238 +	293 FS? 01
239 R+	294 "Re."
240 P-R	295 FC? 01
241 RCL IND 07	296 "MG."
242 ISG 07	297 "HC"
243 RCL IND 07	298 ARCL 01
244 P-R	299 "L."
245 ST+ Z	300 ARCL 02
246 X<Y	301 "I="
247 R+	302 -!
248 +	303 ST+ IND 00
249 P+	304 ST+ 00
250 R-P	305 RCL IND 00
251 STO IND 07	306 ISG 00
252 X<Y	307 RCL IND 00
253 1	308 P-P
254 ST- 07	309 FC? 01
255 RDH	310 R-P
256 STO IND 07	311 FIX 4
257 ISG 07	312 SF 29
258 ISG 07	313 ARCL-X
259 1	314 RVIEW
260 ST- 04	315 FIX 0
261 ISG 05	316 CF 29
262 GTO 06	317 FS? 01
263 ISG 04	318 "IN."
264 GTO 07	319 FC? 01
265 RCL 00	320 "Z"
266 INT	321 "HC"
267 ST+ X	322 ARCL 01
268 7	323 "L."
269 +	324 ARCL 02
270 1	325 "I="
271 STO IND Y	326 SF 29
272 -	327 FIX 4
273 RCL 04	328 ARCL Y
274 FRC	329 RVIEW
275 +	330 2

## LISTADO DEL PROGRAMA

331 ST* 00		
332 ISG 02		
333 GTO 09		
334 RCL 03		
335 ST* 02		
336 ISG 01		
337 GTO 09		
338 CF 01		
339 "FIN..."		
340 AVIEW		
341 GTO "IMC"		
342*LBL 18		
343 TONE 0		
344 TONE 0		
345 "KATP1" SING."		
346 AVIEW		
347 END		

## COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA.

En este programa se puede apreciar el empleo del registro ALPHA, actuando como un registro de control para el proceso de pivotaje.

Este sistema de control consiste en colocar en el Reg. ALPHA N caracteres en secuencia, que inicialmente nos indican que no se ha efectuado ninguna operación de pivotaje. Luego ejecuta una secuencia de instrucciones donde revisa, primero, que el elemento  $A_{kk}$  ( $k = \{1, 2, \dots, N\}$ ) no haya servido como eje de pivotaje, tras lo cual verifica que dicho elemento sea diferente de cero; si estas dos condiciones se cumplen, señala en el ALPHA que se va a pivotar sobre ese elemento y realiza la operación (de pivotaje), este grupo de instrucciones son las comprendidas por los LBL's  $\emptyset 2$ ,  $\emptyset 3$  y  $\emptyset 4$ .

También cabe señalar la "variante" del método de Shipley que se utiliza aquí, para enfocarlo de una manera más adecuada a la calculadora.

Cuando ya se ha señalado el elemento  $A_{kk}$  sobre el cual se realizará el pivotaje, primero se intercambia el renglón k con el renglón superior (el número 1). Luego se intercambia el valor de  $A_{kk}$  con  $1/\emptyset^\circ$ , tras lo cual se pasa a dividir TODO el renglón por  $-A_{kk}$ , de acuerdo a la ecuación (b'). Compárense éstas con las ecuaciones dadas anteriormente.

$$(b') \quad A'_{kj} = -(A_{kj}/A_{kk}) \quad j = 1, \dots, N \quad (A_{kk} \neq 1/\emptyset^\circ)$$

Después se intercambia el valor de  $A_{kk}$  con  $\emptyset/\emptyset^\circ$ , y se realiza la modificación de TODOS los elementos que -



se encuentren debajo del primer renglón, de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$(a') \quad A'_{ij} = A_{ij} + A'_{kj} \frac{A_{ik}}{A_{kk}} \quad \begin{matrix} i=2,3,\dots,N \\ j=2,3,\dots,N \end{matrix} \quad (A_{kk} \neq 0)$$

Para finalizar se vuelve a colocar el número 1  $\frac{1}{A_{kk}}$  - en lugar de  $A_{kk}$  y se realiza la división de la columna  $k$  entre  $-A_{kk}$ , como indica la siguiente ecuación (que equivale a la (c) y (d) ).

$$(c') \quad A'_{ik} = - \left( \frac{A_{ik}}{A_{kk}} \right) \quad i=1,2,\dots,N \quad (A_{kk} \neq 0)$$

## CAPITULO IV

## MORSE

En el ámbito de los radioaficionados es muy común - la comunicación por medio del código Morse (este código - es también empleado en telegrafía).

Cualquier persona que sea o haya sido radioaficionado ha tenido que estudiar alguna vez este código, ya que, para obtener una licencia de este tipo ante la S.C.T. es - requisito pasar el examen de telegrafía, para lo cual el - alumno deberá tener el conocimiento y capacidad necesarios para poder transmitir por una llave telegráfica un cierto - número de palabras por minuto y luego de esto, escuchar y descifrar otro juego de palabras transmitidas por su examinador.

Para la enseñanza del código se cuenta en la práctica con discos, casetes y algunos libros. Con el fin de tener un instrumento adicional que auxilie en el aprendizaje de este sistema de comunicación, fue diseñado el presente programa que denominaremos MORSE.

Antes de pasar a describir el uso del programa, - - creo que debo expresar un comentario acerca de este sistema, y es que a pesar de que hoy en día ha sido casi totalmente desplazado por otros más eficientes, confiables y - modernos, no hay que olvidar que este tipo de transmisión de información tuvo un gran empleo hace algunos años y que fue un precursor importante de las comunicaciones contemporáneas.

## USO DEL PROGRAMA

El programa es de muy fácil manejo; sólo se debe ingresar la palabra (o palabras) que se desea sean "traducidas" al código Morse, cuando aparece la pregunta : [PALABRA ?], luego de esto se oprime  y automáticamente se iniciará el proceso de codificación, dando por resultado una serie de señales audibles.

Si se desea repetir la palabra una o más veces, sólo es necesario oprimir nuevamente  .

La(s) palabra(s) que se ingrese(n) tiene(n) como límite 24 caracteres, que es la capacidad del registro ALPHA.

Después de haber ingresado una palabra o frase, y al estar repitiéndola, si es necesario volver a ver cuál fue esa palabra o frase, con sólo oprimir  (el corrector) aparecerá nuevamente ésta.

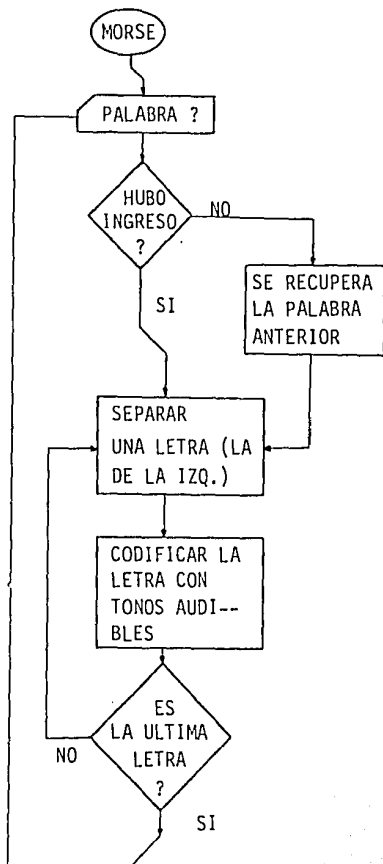
Cuando se ingrese algún carácter que no esté codificado, la calculadora lo indicará mostrando ese carácter al extremo izquierdo, acompañado del letrero [ SIN CODIGO ].

## INSTRUCTIVO DE USO

PASO Nº	INSTRUCCION	ENTRADA	FUNCION	PANTALLA
1	Iniciar el programa.		XEQ MORSE	PALABRA ?
2	Indicar la palabra o frase que se desea - codificar.	ABCDE		
3	Al oprimir R/S se comenzará a escuchar la palabra indicada, en código Morse.		R/S	
4	Al finalizar la codificación se repite el paso 2.			PALABRA ?
5	Si se quiere volver a oír la palabra, repítase el paso 3.			
6	Si es necesario volver a ver la palabra.		←	ABCDE
7	Cuando un caracter no esté codificado aparece este letrero. (ejemplo con:4).			4 SIN CODIGO



## DIAGRAMA DE FLUJO



## EJEMPLO 1.

Codificar las palabras: CODIGO MORSE. (Debido a las limitaciones sonoras del papel no es posible efectuar el ejemplo en su totalidad).

ENTRADAS/ FUNCIONES

PANTALLA

 XEQ MORSE

PALABRA ?

CODIGO MORSE  R/S

(Se escuchan los tonos)

PALABRA ?

 ←

CODIGO MORSE

 R/S (Se vuelven a escuchar los tonos).

Nota: el espacio para separar palabras, SI se indica al efectuar el ingreso de las mismas.



## LISTADO DEL PROGRAMA

01*LBL "MAY SE"	56*LBL 55
02*LBL 00	57 XEQ E
03 CF 21	58 XEQ F
04 CF 23	59 RTN
05 *PALABRA 2*	60*LBL 60
06 AVIEW	61 XEQ J
07 ROM	62 XEQ E
08 CLR	63 XEQ E
09 ARCL 00	64 XEQ E
10 ARCL 01	65 RTN
11 ARCL 02	66*LBL 67
12 ARCL 03	67 XEQ J
13 STOP	68 XEQ E
14 ROFF	69 XEQ J
15 FC? 23	70 XEQ E
16 GTO 01	71 RTN
17 ASTO 00	72*LBL 68
18 ASHF	73 XEQ J
19 ASTO 01	74 XEQ E
20 ASHF	75 XEQ E
21 ASTO 02	76 RTN
22 ASHF	77*LBL 69
23 ASTO 03	78 XEQ E
24 CLR	79 RTN
25 ARCL 00	80*LBL 70
26 ARCL 01	81 XEQ E
27 ARCL 02	82 XEQ F
28 ARCL 03	83 XEQ J
29*LBL 01	84 XEQ E
30 RTN	85 RTN
31 SF 25	86*LBL 71
32 XEQ IND 1	87 XEQ J
33 FC? 25	88 XEQ J
34 GTO 02	89 XEQ E
35 GTO 01	90 RTN
36*LBL 02	91*LBL 72
37 CLR	92 XEQ E
38 XTOR	93 XEQ E
39 *+ SIN CORTADO*	94 XEQ E
40 AVIEW	95 XEQ E
41 TONE 0	96 RTN
42 AVIEW	97*LBL 73
43 TONE 0	98 XEQ F
44 AVIEW	99 XEQ E
45 TONE A	100 RTN
46 GTO 00	101*LBL 74
47*LBL J	102 XEQ E
48 TONE S	103 XEQ J
49 RTN	104 XEQ J
50*LBL E	105 XEQ J
51 TONE 2	106 RTN
52 RTN	107*LBL 75
53*LBL 32	108 XEQ J
54 XCOPY	109 XEQ E
55 RTN	110 XEQ J

## LISTADO DEL PROGRAMA

111 FIN  
 112\*LBL 76  
 113 XEQ E  
 114 XEQ J  
 115 XEQ E  
 116 XEQ E  
 117 RTN  
 118\*LBL 77  
 119 XEQ J  
 120 XEQ J  
 121 RTN  
 122\*LBL 78  
 123 XEQ J  
 124 XEQ E  
 125 RTN  
 126\*LBL 79  
 127 XEQ J  
 128 XEQ J  
 129 XEQ J  
 130 RTN  
 131\*LBL 80  
 132 XEQ E  
 133 XEQ J  
 134 XEQ J  
 135 XEQ E  
 136 RTN  
 137\*LBL 81  
 138 XEQ J  
 139 XEQ J  
 140 XEQ E  
 141 XEQ J  
 142 RTN  
 143\*LBL 82  
 144 XEQ E  
 145 XEQ J  
 146 XEQ E  
 147 FIN  
 148\*LBL 87  
 149 XEQ E  
 150 XEQ E  
 151 XEQ E  
 152 RTN  
 153\*LBL 84  
 154 XEQ J  
 155 FIN  
 156\*LBL 85  
 157 XEQ E  
 158 XEQ E  
 159 XEQ J  
 160 RTN  
 161\*LBL 86  
 162 XEQ E  
 163 XEQ E  
 164 XEQ E  
 165 XEQ J

166 FIN  
 167\*LBL 87  
 168 XEQ E  
 169 XEQ J  
 170 XEQ J  
 171 FIN  
 172\*LBL 88  
 173 XEQ J  
 174 XEQ E  
 175 XEQ E  
 176 XEQ J  
 177 FIN  
 178\*LBL 89  
 179 XEQ J  
 180 XEQ E  
 181 XEQ J  
 182 XEQ J  
 183 RTN  
 184\*LBL 96  
 185 XEQ J  
 186 XEQ J  
 187 XEQ E  
 188 XEQ E  
 189 RTN  
 190 END

## COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA.

En el programa MORSE se utiliza la programación sintética para lograr el TONO 2 de la línea 31, cuyo sufijo (hexadecimal) es 48, correspondiente a la función  $\Sigma-$ , que nos proporciona un tono de 788 Hz y con una duración - de 0.14 segundos; que nos sirve como tono corto (PUNTO) - para la emisión de códigos.

El tono con período largo (RAYA) se logra con un to no estándar, el TONO 9, cuya duración es de 0.28 segundos. Esto nos da una relación de 2:1 en la duración de los tonos, suficiente para identificarlos en una "transmisión" - (de la calculadora).

La virtud principal de este programa es recalcar - que cualquier función de la máquina puede tener un empleo muy importante si se sabe aplicar cuando se necesita: i.e., los tonos no sólo son un adorno de la calculadora, sino - que pueden utilizarse para un fin determinado específico, como cualquier otra función. En este caso sería como auxi liar en el aprendizaje del código Morse para telegrafia.

Para decodificar la(s) palabra(s) presente(s) en el registro ALPHA se recurre a la función ATOX, que nos da su valor en código ASCII y luego, se ejecuta la subrutina correspondiente a ese número, donde está almacenada la infor mación que describe a esta letra. Por ejemplo: la letra A tiene el código ASCII 65, y el listado aparece como:

36 LBL 65

37 XEQ E

38 XEQ J

39 RTN

o sea . - (punto, raya).

## CONCLUSIONES

A través de esta tesis se ha procurado hacer énfasis en la utilidad que tiene una calculadora programable para el ingeniero en el desarrollo de su trabajo.

En el transcurso de la misma, fueron presentadas - algunas técnicas de programación y algunos formatos con - la finalidad de que los usuarios puedan elaborar sus propios programas, enfocados a sus problemas particulares, - de una manera más eficiente.

Los programas presentados también cumplen (o tratan de cumplir) el propósito de ser útiles por sí mismos, al poder aplicarlos en algunos de los cálculos que frecuentemente debe hacer un ingeniero.

Además, se trató de lograr un cambio en la mentalidad de los estudiantes y profesionistas al respecto de estas máquinas, las cuales no deben verse como algo misterioso y complejo de manejar, sino solamente como una herramienta más para el ingeniero en el desempeño de su profesión, aunque debe recalcar el hecho de que la computación electrónica no reduce en forma alguna la necesidad de un entendimiento completo del problema y del conocimiento detallado de las matemáticas correspondientes.

## BIBLIOGRAFIA

## SOLUTION OF LARGE NETWORK BY MATRIX METHODS.

Homer E. Brown.

John Wiley & Sons, Inc. New York, N.Y., USA. 1981.

## SYNTHETIC PROGRAMING ON THE HP-41C.

William C. Wickes

Larken Publications. Corvallis, OR., USA. 1980.

## CALCULATOR TIPS &amp; ROUTINES ESPECIALLY FOR THE HP-41C/41CV.

John Dearing.

Corvallis Software, Inc. Corvallis, OR., 1981.

## ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA.

William D. Stevenson.

McGraw-Hill de México. Naucalpan, Edo. de México. 1979.

## TOPOGRAFIA.

Ing. Miguel Montes de Oca.

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A. México,  
D.F. 1984.

## GUIA GENERAL DE RADIOAFICIONADOS.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Publicaciones Telecomex. México, D.F. 1978.

## MANUAL DEL INGENIERO CIVIL.

Frederick S. Merrit.

McGraw-Hill de México, S. A. Naucalpan, Edo. de México. -  
1982.