



# ***RLCCONV***

*Para calculadoras hp49g, hp48gii, hp49g+ y hp50*

## ***Manual del usuario.***

***Versión 1.1***

Autor:

Amílcar José Rodríguez Barrios

Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Correo electrónico: [jose\\_rba\\_91@hotmail.com](mailto:jose_rba_91@hotmail.com)

Este manual así como el programa es de uso libre, por lo que puede ser impreso, copiado y retransmitido por cualquier medio, siempre y cuando dicho material no sea modificado. Amílcar José Rodríguez Barrios no se hace responsable por usos inapropiados que pudieran generar problemas o incluso daños.

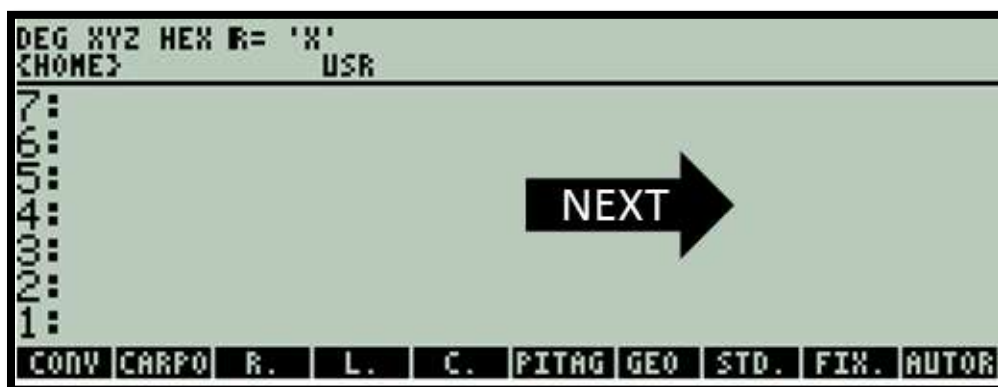
RLCCONV es un programa diseñado para el curso de ingeniería de sistemas de potencia, específicamente para el cálculo de los parámetros electromagnéticos de líneas de transmisión, basado en el lenguaje user-RPL, el programa sirve de ayuda para realizar cálculos en desarrollos matriciales de sistemas monofásicos y trifásicos de transmisión de potencia, así como también, otras funciones y Tablas Integradas.



Primero que todo, se debe correr el programa de la siguiente manera: baje a su calculadora el archivo L1250.hp y guárdelo en algún puerto.

Nota: Este manual hace referencia al teclado de una 50G, sin embargo su funcionamiento es el mismo solo cambia donde están las cosas para otros modelos de calculadora.

Una vez instalado el programa el usuario debe abrirlo y visualizar el menú principal, el cual se muestra en la siguiente figura:



Se muestra idealmente un menú completo, que cuenta a su vez con cinco (5) submenús (CONV, R, L, C, GEO), dos (2) funciones (PITAG, CARPO) del programa y otras añadidas las cuales son simples rutas para mayor versatilidad a la hora de trabajar.

A continuación se explican uno a uno todos los componentes del menú principal:

## 1. Menú de conversiones: **conv**

El menú de conversiones consta de 5 opciones para poder llevar de una unidad a otra, en la siguiente figura se puede observar la apariencia de este menú.



La primera opción del menú es una ruta integrada al programa para poder acceder directamente al programa interno de la calculadora de conversiones de unidades de longitud **LENG**, dicho ruta se ha colocado para mayor comodidad a la hora de hacer conversiones mientras se usa el programa,

La segunda, tercera y cuarta opciones son similares en funcionamiento. Una vez seleccionada cada una de ellas aparecerá una nueva ventana con la cual se podrá tomar la decisión de conversión que se requiera, en la siguiente figura se muestra como seria la ventana para las dos opción que es (Kcmil – mm<sup>2</sup>).

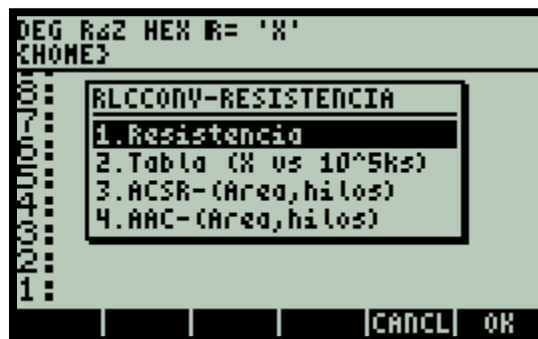


De este modo se puede convertir “para este caso” de Kcmil a  $\text{mm}^2$  y viceversa, para el uso del convertidor obligatoriamente debe existir un valor numérico en la pila, de no ser así simplemente el programa no ejecutará ninguna función, no escriba o añada la unidad al valor numérico. Si ya realizó una conversión y desea realizar otra es necesario que solo tome el valor numérico.

En la quinta opción (AWG – Kcmil) el usuario debe estar relacionado con los calibres de los conductor y el programa solo funciona a partir de un valor de AWG 0 o 1/0, en particular.

## 2. Menú de cálculo de resistencia: **R**

El menú de resistencia consta de 5 opciones, de las cuales la única función es la primera ya que las demás son tablas de conductores.

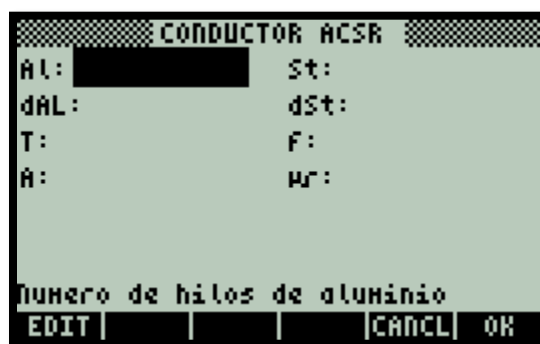


La primera opción es la **Resistencia**, ella es capaz de calcular la resistencia de un conductor en consideración de varios efectos, el programa trabaja con dos tipos de conductores y también de maneras muy

específicas. A continuación se muestran las figuras para cada selección y modo de funcionamiento de las mismas.



Para el primer caso se escogerá el conductor ACSR y aparecerá la siguiente ventana:



En la cual se puede ingresar una serie de datos para poder obtener la resistencia del conductor en consideración de cada efecto que influye sobre esta, es necesario conocer el número de hilos de aluminio y de acero del conductor, por tal motivo el programa consta de una tabla integrada con estos valores, el programa devolverá una matriz ficticia la cual contiene los resultados de manera organizada, por ejemplo:

**Ejemplo:** Supóngase que se tiene un conductor ACSR de 954 kcmil el cual opera a 60Hz y una temperatura de 50 grados Celsius, dicho conductor consta de 54 hilos de aluminio y 7 de acero, el conductor posee un diámetro por hilo de 4 mm. Calcule la resistencia considerando el factor de trenzado y temperatura.

```

CONDUCTOR ACSR
Al: 54      st: 7
dal: 4      dst: 4
T: 50      f: 60
A: 954     w: 1

Numero de hilos de aluminio
EDIT | | | CANCL | OK

```

Se Ingresan los valores como se muestra en la ventana del programa y aparecerá una matriz de resultado como las siguientes:

```

RA120 0.0429  $\frac{\Omega}{KM}$ 
RSt20 1.7385  $\frac{\Omega}{KM}$ 
RA150 0.0481  $\frac{\Omega}{KM}$ 
RSt50 1.7385  $\frac{\Omega}{KM}$ 

TEXT | | | OK

```

```

RSt50 1.9575  $\frac{\Omega}{KM}$ 
RACSR 0.0470  $\frac{\Omega}{KM}$ 
Rac 0.0492  $\frac{\Omega}{KM}$ 

TEXT | | | OK

```

La matriz muestra los resultados para resistencia de cada material del conductor en las distintas etapas de consideración de los efectos sobre el conductor (Temperatura, factor de trenzado, efecto piel),

Nota: el programa pide la permeabilidad magnética relativa, la cual será 1 debido a que se está trabajando en un medio no magnético

Ahora se aplicará el desarrollo para el conductor AAC:

```

CONDUCTOR AAC
Area:      T:
f:         w:
n de hilos:

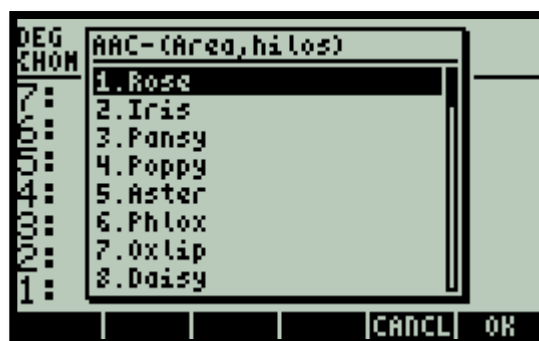
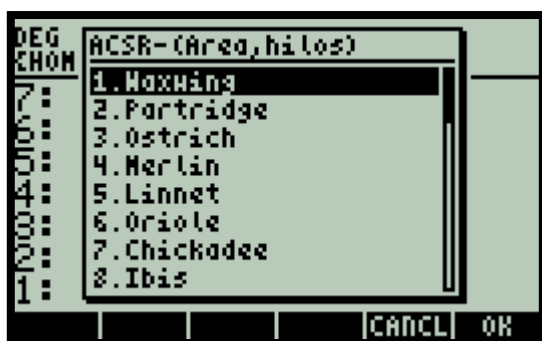
Area En mm^2
EDIT | | | CANCL | OK

```

Se introducen los valores los cuales son: Área de sección transversal del conductor, temperatura, frecuencia y número de hilos del conductor, cabe destacar dos cosas importantes, la primera es que la permeabilidad tiene el mismo valor de 1, por ser en este caso un medio no magnético y el otro es que el programa pide el número de hilos para ajustar el factor de trenzado del cable, con que sea mayor de 3 hilos ya el programa optará por trabajar con un valor 0.02 para el  $K_e$ ,

Nota: el programa incluye una tabla la cual contiene algunos de los conductores AAC con sus números de hilos.

El resto de las opciones en el submenú no son más que tablas integrada las cuales se mencionaron anteriormente, en las imágenes siguientes se muestran estas tablas.



### 3. Menú de cálculo de inductancia: **L**

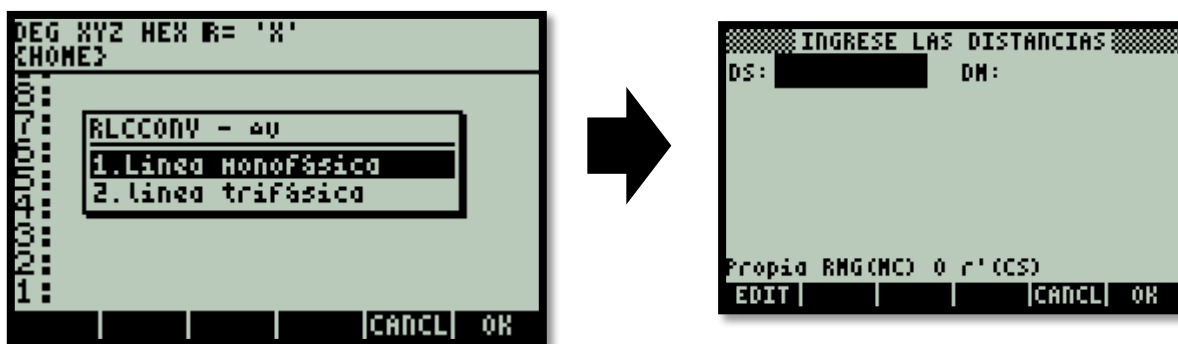
El menú L es un submenú en el cual aparecen las siguientes opciones:





Consta de 5 opciones, de las cuales dos son funciones, dos son tablas que son de ayuda para esta sección de manera similar a las tablas que están en la sección de resistencia y la última opción son gráficos de la sección transversal de un conductor trenzado que van desde 7 a 91 hilos.

La primera opción se basa en el cálculo de un  $\Delta v$  por fase, en el donde se podrá elegir el sistema en el cual se trabaja (monofásico y trifásico) y posteriormente se escogerá según la configuración de la línea que se trate (trifásica). Las siguientes imágenes muestran lo dicho.



*Para una línea monofásica*



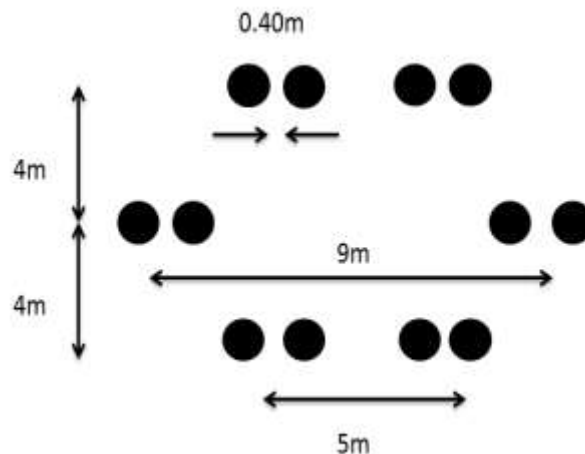


Dependiendo del caso se podrá escoger a conveniencia y resolver el problema.

Ahora bien, ahondando un poco más en el programa de inductancia, es necesario mencionar que el programa procederá mediante un análisis matricial a obtener el voltaje en cada fase y la inductancia de cada una, mediante una matriz similar a la que se mostró en la sección de resistencia,

las distancias especificadas o mejor dicho las distancias pedidas por el programa para el caso traspuesto y no traspuesto (de la línea) son las mismas, solo que en el primer caso se realiza el análisis trasponiendo la línea y calculando valores promedios de distancias, de este modo los resultados en magnitud (voltaje, inductancia) serán iguales en las tres fases, como se dijo anteriormente, los resultados se muestran en una matriz de 4x3 si la línea es monofásica, debido a que esta mostrará los valores de voltaje e inductancia, y de 6x3 para la trifásica considerando lo mismo que la monofásica.

**Ejemplo:** Para una línea trifásica de doble circuito (o doble terna) dúplex configuración barril que opera a 75 grados Celsius y 60 Hz. Calcule la inductancia por fase si el conductor es AAC-Canna de 397.5 kcmil, 19 hilos y un radio por hilo de 1.84 mm.



Para resolver este problema es necesario calcular todo lo respectivo a radio medio geométrico por fase y distancia media geométrica entre fases entonces la matriz o el caso general es:

$$\begin{pmatrix} \Delta V_a \\ \Delta V_b \\ \Delta V_c \end{pmatrix} = j\omega \frac{\mu}{2\pi} \begin{pmatrix} \ln(\frac{1}{D_{aa}}) & \ln(\frac{1}{D_{ab}}) & \ln(\frac{1}{D_{ac}}) \\ \ln(\frac{1}{D_{ba}}) & \ln(\frac{1}{D_{bb}}) & \ln(\frac{1}{D_{bc}}) \\ \ln(\frac{1}{D_{ca}}) & \ln(\frac{1}{D_{cb}}) & \ln(\frac{1}{D_{cc}}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \alpha^2 \\ \alpha \end{pmatrix} I_a$$

Una vez obtenido los valores de los RMG y DMG

$$D_{aa} = 0.7058m ; D_{bb} = 0.6894m ; D_{cc} = 0.7058m ;$$

$$D_{ab} = 6.0046m ; D_{ac} = 6.3245m ; D_{bc} = 6.0046m$$

Los datos de longitud que se ingresen en el programa tienen que ser todos en base a la misma unidad, **pero el resultado siempre estará en H/m independientemente de la unidad con la que se trabaje para los datos pedidos**. Se debe recordar que la matriz es simétrica y al sustituir todo y promediar (el programa lo hará automáticamente) el resultado obtenido es el siguiente:

```
ΔVa (1.63321552459E-4,
ΔVb (1.63321552459E-4,
ΔVc (1.63321552459E-4,
La (4.33213667E-7,
TEXT OK
```

```
3321552459E-4, 490.)
321552459E-4, 4-30.)
321552459E-4, 4-150.)
.33213667E-7, 40.)
TEXT OK
```

```
ΔVc (1.63321552459E-4,
La (4.33213667E-7,
Lb (4.33213667E-7, 4-
Lc (4.33213667E-7, 4-
TEXT OK
```

```
321552459E-4, 4-150.)
.33213667E-7, 40.)
3213667E-7, 4-120.)
33213667E-7, 4120.)
TEXT OK
```

Hay dos cosas importantes que mencionar acerca del procedimiento anterior, la primera es que en los resultados de inductancias aparecen los ángulos para la fase b y c diferentes de 0, esto es debido a que el programa todavía en ese momento considera el ángulo del vector de corrientes de la expresión matricial requerida para la resolución del problema, la otra es el uso de las teclas de dirección para poder visualizar todo el resultado debido al tamaño de fuente y de la matriz.



Para el cálculo de inductancia en consideración del efecto del suelo el procedimiento es el mismo, pero ahora hay que tomar en cuenta una serie de longitudes entre fase e imagen (procedimiento matemático) para introducirlas en el programa, es decir, nos aparecerá una ventana adicional la cual se muestra en la figura para un caso particular el cual es: ***Línea trifásica, con espaciamiento asimétrico, caso transpuesto.***

```

  INGRESE LAS DISTANCIAS
Daa:  Dbb:  Dcc:
Dab:  Dbc:  Dac:

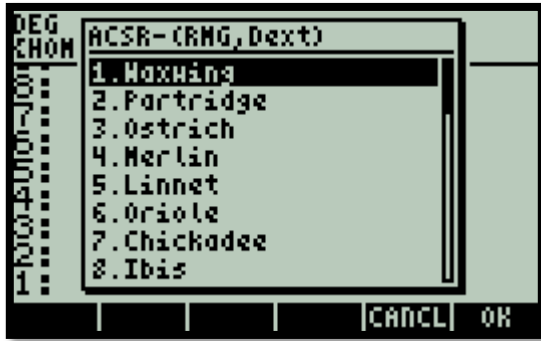
Distancia propia
EDIT |  |  | |CANCL| OK
  
```

```

  INGRESE LAS DISTANCIAS
Daa':  Dbb':  Dcc':
Dab':  Dbc':  Dac':

Fase y tierra
EDIT |  |  | |CANCL| OK
  
```

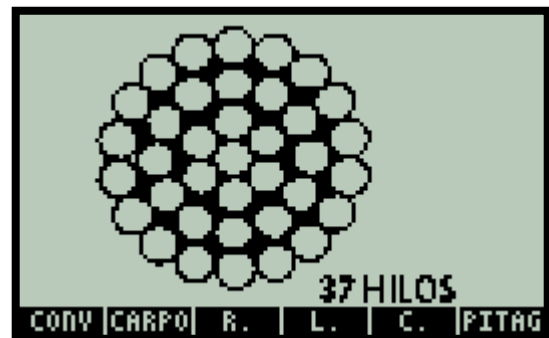
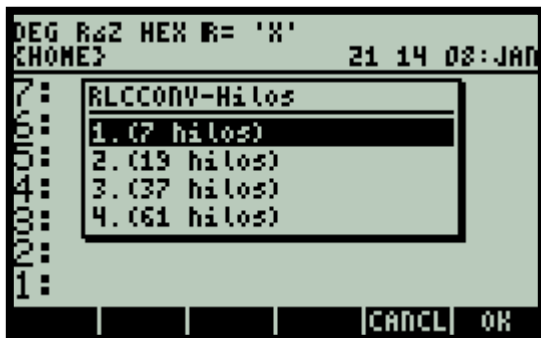
Como antes mencione las demás opciones del menú L son tablas de los valores RMG y rext del conductor ACSR, esta presente la relación del RMG y rext de un conductor diseñado con un solo material y por último los gráficos antes mencionados.



## RMG-DEXT ACSR

RMG PARA UN CONDUCTOR  
TRENZADO QUE POSEE  
TODOS LOS HILOS DEL  
MISMO MATERIAL

Conductor	RMG
1.hilo	.779.rext
7.hilos	.726.rext
19.hilos	.758.rext
37.hilos	.768.rext
61.hilos	.772.rext
91.hilos	.774.rext



## 4. Menú de cálculo de Capacitancia:

La explicación de este menú será breve debido a su similitud con el menú anterior, pero ahora considerando en la geometría del conductor el rext en vez del RMG, falta conocer el desarrollo matemático del cálculo de capacitancia, pero en este manual no se profundizará en la teoría necesaria para hacer los cálculos manualmente. El menú consta de 4 opciones las cuales son 2 funciones para el cálculo de voltajes y capacitancia en la línea

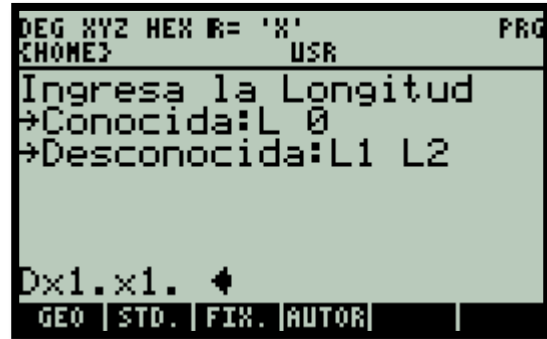
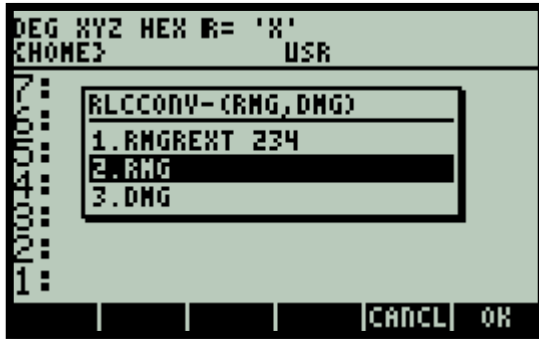
y otras 2 que son las antes vistas en el menú inductancia, colocadas para atajos directos en el submenú.



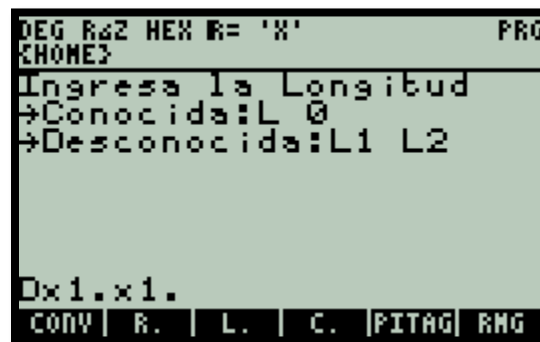
## 5. Menú de cálculos geométricos: **GEO**

El menú cuenta con 3 opciones, la primera es un formulario programado, para el cálculo de RMG y REXT de un grupo formado por 2, 3 y 4 conductores de configuración horizontal, triangular y cuadrada respectivamente, las demás opciones (2 y 3) son programas generales o casos generales de cálculos de RMG y REXT, basadas en fórmulas de productorias que además contienen la función Pitágoras (ver 6.) para agilizar cálculos, a continuación se deja unas imágenes que muestran en parte este menú.

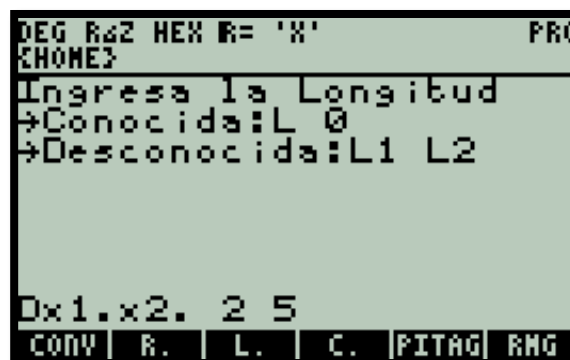




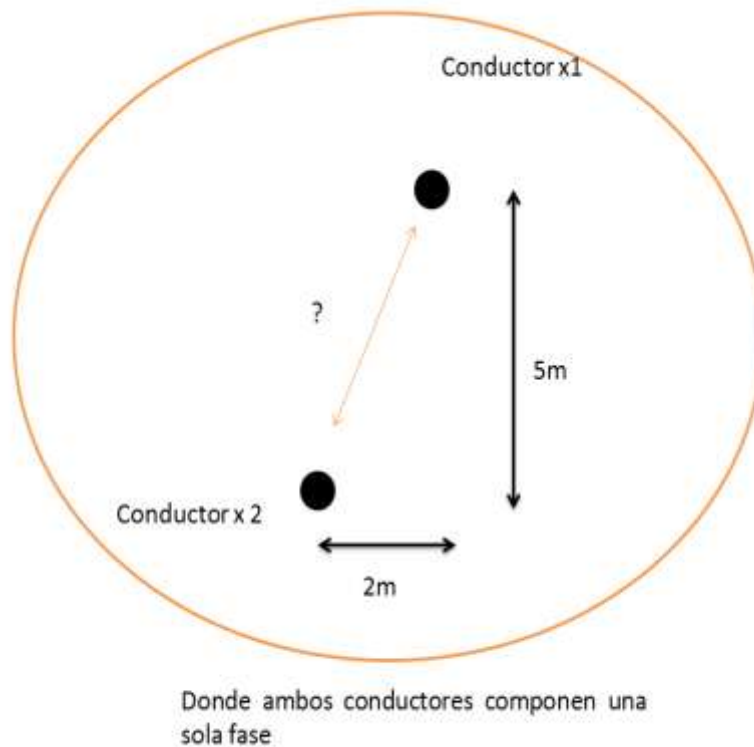
La opción RMG desarrolla una expresión matemática en función de productorias para el cálculo del radio medio geométrico, necesario para grupo de conductores que componen a otro conductor con solo especificar el número de conductores en el nivel 1 de la pila, y presionar la opción, el programa arrojará la siguiente pantalla:



En este caso en particular se desarrolla un  $n=2$ , donde  $n$  es igual al número de conductores, entonces, habrá que ingresar una a una las distancias correspondientes entre conductores y como se especifica, el programa podrá ser usado para calcular de una vez una distancia desconocida, como por ejemplo:







2 y 5 son las distancias o mejor dicho los catetos adyacentes y opuesto respectivamente de un triángulo rectángulo imaginario, el cual resulta necesario para conocer la distancia requerida por el programa. Por otro lado, para el caso (Conocida: L 0) simplemente se coloca la distancia conocida y se rellena la otra con un 0.

La función DMG también implementa un desarrollo matemático de productorias, pero ahora es en función de dos grupos de conductores distintos X y Y. Para ejecutar el programa es necesario ingresar en los dos primeros niveles de la pila el número de conductores de X y el número de conductores de Y, y de esa manera empieza el bucle en el programa con un desarrollo muy similar al del RMG.

**Ahora bien, después de salir de la sección de submenú se entra a las demás opciones que son aplicaciones directas.**

## 6. Teorema de pitágoras: **PITAG**

Se calcula la hipotenusa de un triángulo rectángulo una vez conocidas las longitudes de los otros dos catetos, basta con solo insertar las longitudes en los niveles uno y dos de la pila y presionar la función para obtener el resultado. Util para agilizar los cálculos respectivos a RMG y DMG.



## 7. Rutas STD y Fix: **STD.** **FIX.**

Son rutas que ejecutan los comandos STD y FIX específicamente (4 FIX) para este último, las cuales han sido integradas con la finalidad de poder apreciar según conveniencia los resultados obtenidos por el programa.