



PARA CALCULADORAS HP49G, HP48GII, HP49G+ Y HP50


Manual del usuario.

Autor:

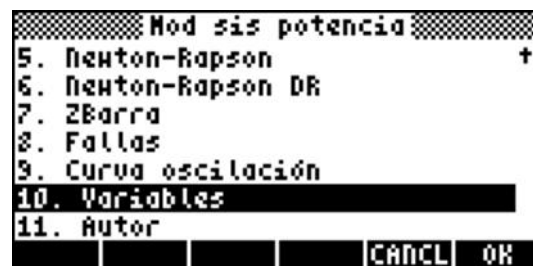
Román E. Barrios G. (RomanB)
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela
rb@romanbarrios.com
www.romanbarrios.com


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.

© Copyright RomanB 2013.

Primero que todo, debemos correr el programa, para esto baje a su calculadora el archivo mspotB3.hp, guárdelo en algún puerto (en caso de poseer una 48gii solo páselo al puerto 0), luego presione a la vez las teclas ON+C, la calculadora se reiniciara luego presione la tecla roja  seguidamente 2, aparecerá un menú donde debe encontrar MSPOT, en caso de no aparecer presione NXT. Este manual hace referencia al teclado de una 49g, sin embargo su funcionamiento es el mismo solo cambia donde están las cosas para otros modelos de calculadora.

- Lo primero que explicaré es la opción 10 que son las variables, ejecute el programa y busque en el menú la opción de variables.



Aparece un menú en el cual se tiene acceso a las variables mas importantes para correr las aplicaciones, en esta menú puede trabajar variables como lo haría directamente desde HOME, para guardar utilice la tecla azul  y presione la tecla que posea la variable (f1, f2, f3,...f6) para guardar y utilice la tecla roja para ver la variable.

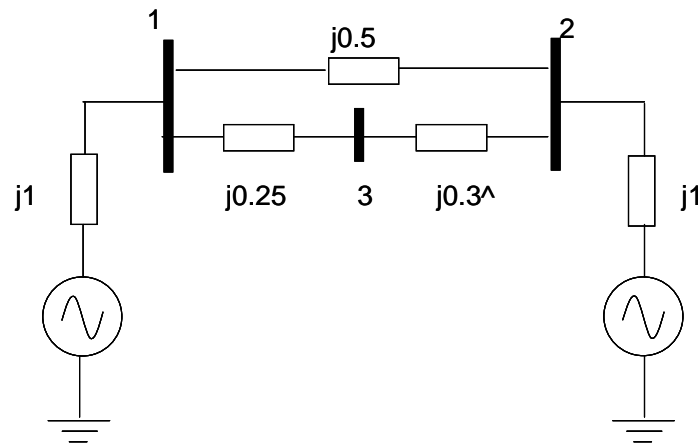
Recuerde lo siguiente, es indispensable, que las matrices de voltaje y corriente sean vectores columnas no filas, es decir matrices de orden $n \times 1$

- En el menú principal aparece como primera opción Ybarra, el cual nos muestra las siguientes opciones:



La opción 2 Crear Ybarra es un programa que permite crear la matriz YBus (usando la impedancia a tierra) y guardarla en memoria con unos pocos pasos. Veamos el siguiente ejemplo:

Encuentre Ybarra para el sistema mostrado en la figura:



En este ejemplo disponemos de 3 barras, el programa le pedirá las impedancias a tierra conectadas a las barras, para la barra 1 y 3 sería:

```
DEG R42 DEC C~ 'X'      ALG PRG
<HOME>      USR 11 37 27:00V
Impedance at ground
of bar number: 1.

(0 1
```

```
DEG R42 DEC C~ 'X'      ALG PRG
<HOME>      USR 11:38 27:00V
Impedance at ground
of bar number: 3.

0
```

En el caso de la barra 3 se debe introducir 0 (no en complejo, reales) para indicar al programa que la barra no tiene conexión directa a tierra. Luego se le pedirá introducir las impedancias de línea, aplicando el mismo criterio para las líneas sin conexión, para el caso de la línea 2-3, sería:

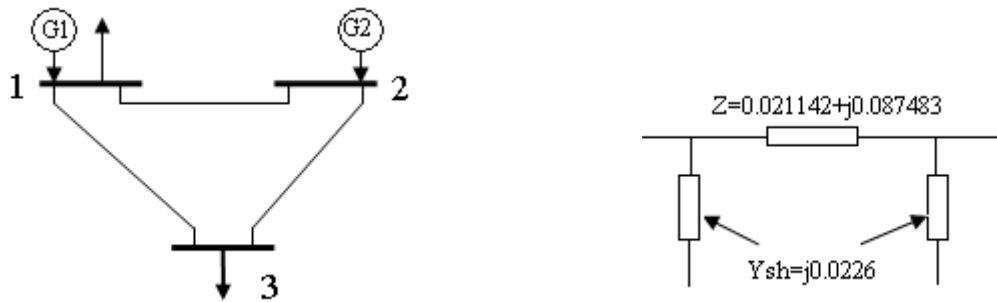
```
DEG R42 DEC C~ 'X'      ALG PRG
<HOME>      USR 11:41 27:00V
Impedance of line
2.-3.

(0 .33333333333333
```

Luego de introducir todas las líneas, quedará guardada la matriz como Y (puede verificarlo en variables) y además la tendrá en la pila para el caso de necesitar realizar operaciones o requerir de la adición de un tx regulante.

La opción 1 Ybarra Shunt, permite construir Ybarra por el método de Shunt.

Para ello tomemos el siguiente ejemplo:



Código de barra	Impedancia (Z)	Admitancia en paralelo (Yshunt)
1-2	0.021142+j0.087483	j0.0226
1-3	0.021142+j0.087483	j0.0226
2-3	0.021142+j0.087483	j0.0226

```
DEG R42 HEX C~ 'X'      ALG PRG
[HOME]                   USR 23:12 29:DEC
Numbers of bars:
3
```

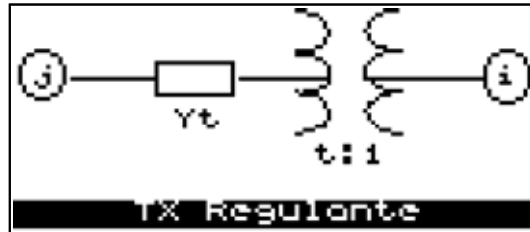
```
DEG R42 HEX C~ 'X'      ALG PRG
[HOME]                   USR 23:17 29:DEC
Yshunt  2.-3.
(0 0.0226
```

```
DEG R42 HEX C~ 'X'      ALG PRG
[HOME]                   USR 23:16 29:DEC
Impedance of line
1.-3.
(0.021142 0.087483)
```

```
DEG R42 HEX R~ 'X'      ALG PRG
[HOME]                   USR 23:19 29:DEC
1: [(22.1779336669, -76.387
2: (11.1109331641, 103.586
3: (11.1109331641, 103.586
HSPOT
```

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} 22.178\angle -76.387^\circ & 11.111\angle 103.586^\circ & 11.111\angle 103.586^\circ \\ 11.111\angle 103.586^\circ & 22.178\angle -76.387^\circ & 11.111\angle 103.586^\circ \\ 11.111\angle 103.586^\circ & 11.111\angle 103.586^\circ & 22.178\angle -76.387^\circ \end{bmatrix}$$

En cuanto a la opción 3 TX regulante, tenemos lo siguiente:



Donde este dibujo nos sirve de referencia para saber la posible combinación en que tenemos el transformador, presione cualquier tecla y obtendrá lo siguiente:

```

MODELO DEL TX REGULANTE
Yt: [ ] t:
nº:      Barras:
t con j? ☐ t con Yt? ☐
Admitancia del tx regulante
EDIT [ ] [ ] [ ] [ ] CANCL OK

```

Supongamos que tenemos un transformador regulante con $\bar{Y}_t = -j10$ y $\bar{t} = 1 - j2.5$, en presencia de un pequeño sistema de 4 barras, además supóngase que se encuentra en las opciones por defecto, para este caso la relación de transformación compleja (t) se encuentra del lado de j y del mismo lado donde se encuentra la rama serie, obsérvese que $i < j$, y por último suponiendo que el transformador se encuentra entre la barras 2 y 4, entonces al introducir los datos debe verse algo como lo siguiente:

```

MODELO DEL TX REGULANTE
Yt: (10., 270. t: (1., 157.5.
nº: 4      Barras: (2., 4.
t con j? ☒ t con Yt? ☐
t esta en el lado de Yt
[ ] [ ] ☒ CHG [ ] [ ] CANCL OK

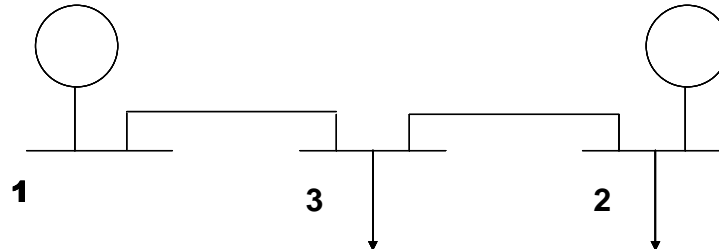
```

Presionamos OK y tenemos en la pila el modelo completo listo para sumárselo a Ybarra.

- Para ahorrar trabajo a la hora de realizar una eliminación gaussiana, guardemos en variables nuestra Ybarra e I, al correr la opción simplemente escriba Y, I, en caso de querer reducir nuevamente el sistema, la variable guardada se encuentra en YG, IG, entonces a la hora de hacer una nueva reducción escriba YG, IG, en Ybarra e Ibarra respectivamente.
- En cuanto a la reducción de Kron se trata de igual manera en este caso la reducción va a ser guardada en YK.

- Para explicar Gauss-Seidel (GS), Newton Raphson (NR), y Newton Raphson desacoplado rápido (NRDR). Consideremos el siguiente ejemplo:

Determine las tensiones en todas las barras del siguiente sistema:



Datos:

Barra	V	Pg	Pd	Qg	Qd
1	1,1		0		0
2	1,05	0,6	0,2		0,05
3		0	1	0	0,4

$$z_{13} = 0.03 \angle j0.3 \quad z_{23} = 0.06 \angle j0.2 \quad Xg_1 = Xg_2 = 0.1$$

Use para tal fin y en el siguiente orden los métodos GS, NR, NRDR

Antes de comenzar a resolver el problema, se aclarará la nomenclatura utilizada por el programa, para representar el tipo de barra:

- La barra SW, también conocida como slack, swing, holgura, barra de referencia u oscilante se representa con el número 0.
- Las barras PV, conocida como barra de tensión, barra de tensión especificada, o barra de generación se representa con el número 1.
- Las barras PQ, conocidas como barra normal o barra de carga se representan con el número 2.

Solución:

Valores planificados:

$$\begin{aligned} \text{Barra 1: } \bar{V}_1 &= 1.1 \angle 0 & (\text{oscilante}) \\ \text{Barra 2: } \bar{V}_2 &= 1.05 \angle 0 & P_{2\text{pln}} = 0.6 - 0.2 = 0.4 & (\text{generación}) \\ \text{Barra 3: } \bar{V}_3 &= 1 \angle 0 & P_{3\text{pln}} = 0 - 1 = -1 \quad Q_{3\text{pln}} = 0 - 0.4 = -0.4 & (\text{carga}) \end{aligned}$$

Valores iniciales:

$$\gamma_{20} = 0 \quad V_{30} = 1 \quad \gamma_{30} = 0$$

De las impedancias es fácil obtener Ybarra (recuerde considerar las reactancias de los generadores $j0.1$ que sumados a su respectiva barra como admitancia es $-j10$, para las barras 1 y 2, es por ello que usted puede apreciar que los elementos Y_{11} y Y_{22} poseen una diferencia de 10mho, se recomienda usar crear Ybarra para verificar), quedando como:

$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} 0,330033-j13,30033 & 0+j0 & -0,330033+j3,30033 \\ 0+j0 & 1,376147-j14,587156 & -1,376147+j4,587156 \\ -0,330033+j3,30033 & -1,376147+j4,587156 & 1,70618-j7,887486 \end{bmatrix}$$

En caso de escribir Ybarra a mano debe ir al menú de variables, y guardarla en Y.

Vamos a usar el programa corremos Gauss-Seidel y obtenemos:



En este caso, en y simplemente escriba Y para que el programa utilice la Ybarra que tenemos en memoria, en tipo escriba un vector *columna* con lo tipos de barra 0 para la oscilante, 1 representa de generación y 2 la de carga, en esta caso coincide la secuencias con los tipos de barra, por lo que debemos introducir una matriz 3*1 cuyos elementos en orden serán 0,1,2, para abrir el editor de matrices simplemente presione flecha azul mtrw, en V debemos introducir un vector columna que en este caso son los valores iniciales de las barras ya que es la primera iteración introduzca los valores de V1, V2, V3 (introducir en complejos, aunque solo tenga la parte real!), determinados al comienzo del ejercicio, y por último: beta es la aceleración como en este caso no poseemos entonces introducimos 0. Presionamos enter y nos pide los valores de potencia tanto activa como reactiva de cada barra, para ello introducimos los valores planificados encontrados con anterioridad.


```

Barra de carga n°3.
PpLn: -1.
qpLn: -.4

Potencia activa de la barra
EDIT CANCL OK

```

Al terminar de introducir todas las barras, obtenemos las respuestas:

```

UNUS-SEIDEL
BARRA 2.
Q2.=-Ih*V2.*(E(M=1,2,-1,V2.HVhk+1
Q2.= 11.265826
V2.=1/(V2.2.)*(P2.-jQ2.)/V2.*-E(
V2.= (1.050000,41.155009)

BARRA 3.
V3.=1/V3.3.*(P3.-jQ3.)/V3.*-E(M=
V3.= (0.999722,-5.766624)

```

Vemos que las nuevas tensiones de barras son (usados para la próxima iteración):

$\overline{V1} = 1.1 \angle 0$ (Recordemos que no se calcula por que es la barra de oscilante)
 $\overline{V2} = 1.05 \angle 1.155009$
 $\overline{V3} = 0.999722 \angle -5.766623$

Para salir presione la tecla backspace (mal conocida tecla DROP la de borrar)

Ahora siguiendo el problema resolvemos por el método de NR.

```

Newton raphson
Y: [[ (13.3044241052,4
V0: [[ (1.1,40.) ]# [
Tipo: [[ 0. ]# [ 1. ]#
PqPLN: [[ (0.,40.) ]# [
YBarra
EDIT CANCL OK

```

En V0 debemos introducir un vector columna con los voltajes de la iteración anterior, en caso de ser la primera introduzca simplemente los valores iniciales, en tipo como ya se había hecho una iteración no es necesario introducirlo de nuevo basta con escribir TIPO y aparecerá debido a que esa variable se encuentra en memoria en PQPLN, ya se posee en memoria los valores de potencia planificados vasta con escribir PQ para poder usarlos.

En caso de no poseer en memoria, lo que se debe introducir es un vector columna con las potencias complejas planificadas de las barras y el programa lo va a entender (recordar introducir siempre cualquier dato en el orden de las barras), en este caso si no hubiese una data existente se puede escribir la matriz de orden 3×1 con valores de elementos en el siguiente orden: $(0+j0)$, $(0.4+j0)$, $(-1-j0.4)$, observe que para la barra oscilante se usa $(0+j0)$, haga un análisis similar para la barra de generación. Luego presione ok al bajar al final de los resultados verá algo como lo siguiente:

$$\begin{bmatrix} \Delta V \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.471857 \\ -3.377282 \\ -0.004820 \end{bmatrix}$$

RESULTADO FINAL ETAPA K+1

$$\begin{bmatrix} V \\ \Delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.316858 \\ -9.143905 \\ 0.994902 \end{bmatrix}$$

De aquí obtenemos las tensiones en las barras:

$$\bar{V}_1 = 1.1 \angle 0$$

$$\bar{V}_2 = 1.05 \angle -5.316858$$

$$\bar{V}_3 = 0.994902 \angle -9.143905$$

Ahora siguiendo el problema resolvemos por el método de NR.

NRDR

V : $[[(13.3044241052, 4$

V_0 : $[[(1.1, 40.)] \downarrow [$

Tipo: $[[0.] \downarrow [1.] \downarrow [$

PEPLN: $[[(0., 40.)] \downarrow [$

YBarra

EDIT | | | CANCL | OK

ANGULOS $\gamma(K)$:

$$\omega \gamma(K) = \begin{bmatrix} -0.023508 \\ -0.043129 \end{bmatrix}$$

ANGULOS ETAPA K+1

$$\omega \gamma(K+1) = \begin{bmatrix} -5.340366 \\ -9.187034 \end{bmatrix}$$

DELTAS DE LAS TENSIONES (K)

$$[7.887486]_{\Delta V} = [-0.013458]$$

$$\Delta V = [-0.001706]$$

FINALMENTE VECTOR DE MAGNITUDES

$$V(K+1) = [0.993196]$$

De donde obtenemos finalmente las tensiones de las barras:

$$\bar{V}_1 = 1.1 \angle 0$$

$$\bar{V}_2 = 1.05 \angle -5.340366$$

$$\bar{V}_3 = 0.993196 \angle -9.187034$$

Determine la capacidad de corto circuito en cada barra, sabiendo que las impedancias de secuencia positiva y negativa son las mismas e iguales a las ya existentes, y además son la mitad de las de secuencia cero. Sabiendo además que la base es de 100MVA.

Primero hayamos $Z_{barra}=Y_{barra}^{-1}$, para ello vamos a las variables presionamos Ybarra y la invertimos, y la guardamos en Z y en Z1, ahora a Zbarra la multiplicamos por 2 y la guardamos en Z0, y en V0 guardamos un vector columna con los voltajes que acabamos de calcular.

Ejecutamos fallas, y luego Capacidad cc, introducimos los 100 MVAbase y obtenemos:

```
Scc1.=MVAbase/X1.1.(pu)
1163.51319785

Scc2.=MVAbase/X2.2.(pu)
1163.51319785

Scc3.=MVAbase/X3.3.(pu)
581.145723952
```

Calcule la corriente de falla franca Terminal de la barra 1 a través de la impedancia j0.08.

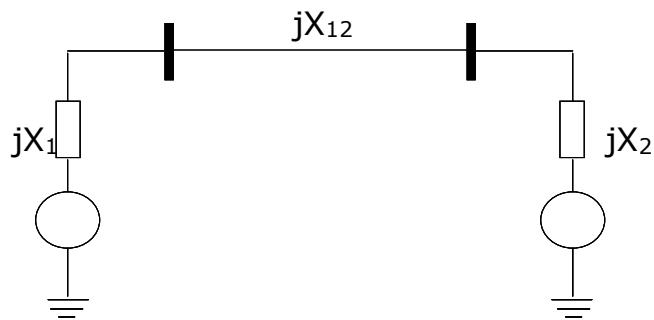
Para ello usamos en el menú de fallas la opción 2, simétrica, introduciendo 1 en barra y (0 0.08) para la impedancia obteniendo como resultado:

```
FALLA SIMETRICA
I1.a(F)=V1.(0)/(z(F)+Z1.1.)
(6.628246, -89.376175)
I1.b(F)= (6.628246, 150.623825)
I1.c(F)= (6.628246, 30.623825)
```

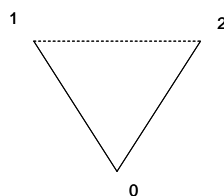
Calcule las tensiones de falla en todas las barras debida a una falla de dos conductores abiertos en la línea 1-3.

Para ello en el menú de fallas corremos conductor abierto, para Zbarra de secuencia positiva escriba Z1 y para secuencia negativa Z0, para $z_{l1}=0.03+j0.3$ y $z_{l0}=0.06+j0.6$, $m=1, n=3$, y voltaje de pre-falla V0.

- Construya Zbarra, para el sistema mostrado en la figura:



De donde se deduce el siguiente grafo:



Ahora corremos Zbarra,

```

Zbarra by ReMat 2006
# Barras:      2.
Ramas ref:     2.
Eslabones:     1.

Número de barras del sistema
EDIT          CANCL  OK
  
```

En la siguiente opción simbólico, y luego:

```

Rama a referencia 1.
z: 'X1'
B: 1

Impedancia a referencia de la b..
EDIT          CANCL  OK
  
```

```

Rama a referencia 2.
z: 'X2'
B: 2

Impedancia a referencia de la b..
EDIT          CANCL  OK
  
```

```

Eslabon 1.
z: 'X12'
P: 1
q: 2

Impedancia de transferencia
EDIT          CANCL  OK
  
```

```

DEG R42 HEX C= 'X'    HLT
[HOME]                USR 03 12:28:00
z: { "Znew=Zold-1/'X1+
1: { (X1+X2+X12)*X1-X1.X1
      X1+X2+X12
      X2.X1
      X1+X2+X12
SIGUE
  
```

En el último paso hay una pausa con la finalidad de ir observando como se va trabajando la matriz y de esta forma tratar de simplificar y acomodar manualmente antes de seguir (recordemos que la hp posee ciertas limitantes al momento de simplificar que solo el ser humano es capaz de observar).

Cuando todo este listo presionamos sigue y obtenemos:

$$Z_{\text{barra}} = \begin{bmatrix} X1 & 0 \\ 0 & X2 \end{bmatrix}$$

Agregando eslabon 1.

$$Z_{\text{new}} = Z_{\text{old}} - 1 / 'X1+X2+X12' \begin{bmatrix} X1 \\ -X2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X1 \\ -X2 \end{bmatrix}$$

$$Z_{\text{new}} = \frac{(X1+X2+X12) \cdot X1 - X1 \cdot X1}{X1+X2+X12}$$

Para trabajar con impedancias verdaderas utilice la opción de números complejos, como nota agrego que al momento de introducir una rama que no esta conectada directamente a referencia, en barra existente va el número de la barra que permite la añadidura.

- Por último corramos un ejemplo típico para curva de oscilación.

Introduzca los datos de la figura, para un fallo mantenido:

```

Fallo mantenido by ReMat 2006
S: 1. at: .05
y: 35.2 Pe: .42
f: 60. H: 3.

Potencia en pu
EDIT  CANCL OK
  
```

Introduzca los datos de la figura, para un fallo aislado:

```

Fallo aislado by ReMat 2006
S: 1. at: .05
y: 35.2 Pe: .42
Pdr: 1.25 C: 3.
f: 60. H: 3.

Potencia en pu
EDIT  CANCL OK
  
```