

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

# FLUXTOOL

# SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DEL FLUJO DE CARGA EN SISTEMAS DE POTENCIA

## MANUAL GENERAL DE USUARIO

EDWIN FLOREZ BAUTISTA
JUAN CAMILO CORTES BORRAY

DIRECTOR DE PROYECTO: ING DIEGO ARMANDO GIRAL RAMIREZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD

BOGOTÁ-COLOMBIA
**2019**

# Índice


**1. MANUAL DE MATRIZ DE ADMITANCIAS** **3**

1.1. Matriz de admitancias (Ybus) . . . 3

1.2. Paneles . . . 3

1.2.1. *Importar matriz de admitancias* . . . 3

1.2.2. *Digitar matriz de admitancias* . . . 3

1.3. Botones . . . 4

1.3.1. *Importar* . . . 4

1.3.2. *Habilitar matriz* . . . 4

1.3.3. *Guardar* . . . 4

1.3.4. *Pág. anterior* . . . 4

1.4. Casillas . . . 4

1.4.1. *Número de hoja en archivo* . . . 5

1.4.2. *Número de nodos* . . . 5

1.5. Mensajes de error en la interfaz de matriz de admitancias . . . 5

**2. MANUAL DE INFORMACIÓN PRINCIPAL** **6**

2.1. Información principal . . . 6

2.2. Paneles . . . 6

2.2.1. *Datos básicos* . . . 6

2.2.2. *Otras características* . . . 7

2.3. Botones . . . 7

2.3.1. *Calculadora Fluxtool* . . . 7

2.3.2. *Guardar* . . . 7

2.3.3. *Pág. anterior* . . . 7

2.4. Casillas . . . 7

2.4.1. *Potencia base* . . . 8

2.4.2. *Error de tolerancia* . . . 8

2.4.3. *Capacitancia en las líneas* . . . 8

2.4.4. *Transformadores* . . . 8

2.5. Mensajes de error en la interfaz de información principal . . . 9

**3. MANUAL DE INFORMACIÓN DE LÍNEAS Y NODOS** **9**

3.1. Información de líneas y nodos . . . 9

3.2. Paneles . . . 9

3.2.1. *Información de líneas* . . . 10

3.2.2. *Información de transformadores* . . . 10

3.2.3. *Ingreso de condiciones iniciales* . . . 11

3.3. Botones . . . 11

3.3.1. *Calculadora Fluxtool* . . . 12

3.3.2. *Entrar valor* . . . 12

3.3.3. *Crear tabla* . . . 12

3.3.4. *Guardar* . . . 12

3.3.5. *Pág. anterior* . . . 12

3.4. Casillas . . . 12

3.4.1. *Introducir el número de líneas* . . . 13

3.4.2. *Introducir el número de transformadores* . . . 13

3.5. Mensajes de error en la interfaz de información de líneas y nodos . . . 13

**4. MANUAL DE INTERFAZ DE RESULTADOS** **14**
4.1. Resultados en Fluxtool . . . 14
4.2. Paneles . . . 14
4.2.1. *Tabla de resultados* . . . 14
4.2.2. *Exportar datos* . . . 15
4.2.3. *Método a calcular* . . . 16
4.3. Botones . . . 17
4.3.1. Calculadora Fluxtool . . . 17
4.3.2. *Calcular* . . . 17
4.3.3. *Exportar* . . . 17
4.3.4. *Gráficas* . . . 18
4.3.5. *Pág. anterior* . . . 18

**5. MANUAL CALCULADORA FLUXTOOL** **18**
5.1. Calculadora Fluxtool . . . 18
5.2. Paneles . . . 18
5.2.1. De valores con unidades del sistema internacional a p.u. . . . 18
5.2.2. De valor p.u. a valores con unidades del sistema internacional . . . 18
5.3. Botones . . . 19
5.3.1. *Calcular* . . . 19
5.4. Casillas . . . 19
5.4.1. Valor unidades del sistema internacional . . . 19
5.4.2. *Valor base* . . . 19
5.4.3. *Valor en p.u.* . . . 19
5.4.4. *Resultados* . . . 20
5.5. Mensajes de error en la interfaz de la calculadora Fluxtool . . . 20

**6. INSTALACIÓN DE FLUXTOOL** **20**

# 1. MANUAL DE MATRIZ DE ADMITANCIAS

## 1.1. Matriz de admitancias (Ybus)

Es la interfaz encargada de recopilar la matriz de admitancias o matriz ybus. Está compuesta por tres paneles principales, donde el usuario tendrá dos opciones para ingresar la matriz. Puede ser de forma manual digitando uno a uno los componentes matriciales o cargando un archivo en Excel que contenga dicha matriz.

A continuación, se muestra una guía para el correcto manejo de esta interfaz, donde se explicará la función de cada panel, botones y casillas.

## 1.2. Paneles

En la Figura 1 se observan los 3 paneles principales que contiene esta interfaz.




Figura 1: Paneles en la interfaz de ingreso de la matriz de admitancias.

### 1.2.1. *Importar matriz de admitancias*

**[1].**Este panel permite al usuario importar un archivo Excel, el cual contenga los valores de la matriz Ybus. Para realizar este proceso, deberá digitar en la casilla **Número de hoja en Archivo** el número de la hoja del archivo que desea importar y dar clic en **IMPORTAR**.

### 1.2.2. *Digitar matriz de admitancias*

**[2].**Si el usuario no tiene los valores de la matriz de admitancias en un archivo Excel, podrá habilitar una matriz con los espacios necesarios para ingresar la matriz de forma manual. Para realizarlo, deberá digitar la cantidad de nodos del sistema en la casilla **Número de Nodos**, y pulsar **HABILITAR MATRIZ**.

**[3]**.El panel llamado **Ingreso manual de la matriz de admitancias,** contendrá la tabla para digitar la matriz Ybus y el botón **GUARDAR.** La tabla o matriz que se crea es de dimensiones nxn, donde n corresponde al número de nodos que fue ingresado en el paso anterior. Después de ingresar los datos correctamente se debe dar clic en **GUARDAR.**

## 1.3. Botones

En la Figura 2 se señalan los botones implícitos en esta interfaz.




Figura 2: Botones en la interfaz de ingreso de la matriz de admitancias.

### 1.3.1. *Importar*

**[1].**Permite cargar el archivo Excel con los valores de la matriz de admitancias. Este debe ser pulsado después de haber digitado el número de la hoja en la que se tiene la información de la matriz.

### 1.3.2. *Habilitar matriz*

**[2].**Permite activar una tabla para digitar en el programa los valores de la matriz Ybus.

### 1.3.3. *Guardar*

**[3].**Este botón guarda los datos registrados en la tabla activada para el ingreso de los valores de la matriz y permite continuar a la ventana **INFORMACIÓN_PRINCIPAL**. Este deberá ser pulsado despues de haber ingresado todos los valores en la matriz de manera correcta.

### 1.3.4. *Pág. anterior*

**[4].**Permite al usuario regresar en cualquier momento a la ventana **PORTADA**.

## 1.4. Casillas

En la Figura 3 se señalan las casillas con las que cuenta la interfaz.




Figura 3: Casillas en la interfaz de ingreso de la matatriz de admitancias.

### 1.4.1. *Número de hoja en archivo*

**[1].**Está asignada para que el usuario digite el número de la hoja del archivo Excel donde se ecuentran guardados los datos de la matriz de admitancias.

### 1.4.2. *Número de nodos*

**[2].**Esta casilla permite al usuario registrar el número de nodos de su sistema cuando desee ingrear los valores de la matriz de admitancias de manera manual en el sistema, es decir, sin cargar un archivo Excel.

## 1.5. Mensajes de error en la interfaz de matriz de admitancias

En la Figura 4 se evidencian los errores que se pueden presentar por el ingreso de datos erróneos en la interfaz, estarán representados por avisos de este tipo:

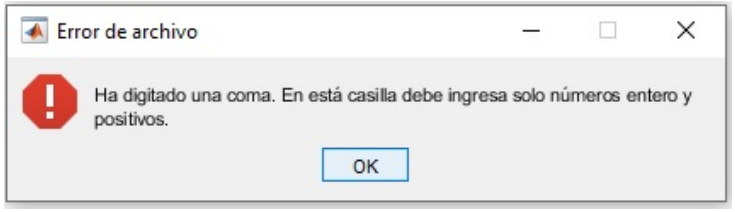



Figura 4: Mensaje típico de error.

La Tabla 1 recopila todos los avisos de error que se pueden generar por el ingreso incorrecto de datos en la interfaz **MATRIZ DE ADMITANCIAS**.

| Típo de error | Número de hoja en archivo | Número de nodos | Tabla de Ingreso de Ybus manualmente |
|---|---|---|---|
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica | No Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica | No Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | Aplica | No Aplica |

Tabla 1: Errores en la interfaz de matriz de admitancias.

# 2. MANUAL DE INFORMACIÓN PRINCIPAL

## 2.1. Información principal

En esta ventana se recopilan algunos de los parámetros básicos para cada caso estudio que se desee ingresar en el software Fluxtool, por medio de casillas editables y paneles de respuesta obligatoria.

A continuación, se muestra una guía para el correcto manejo de esta interfaz, donde se explicará la función de cada panel, botones y casillas.

## 2.2. Paneles

En la Figura 5 se observan los 2 paneles principales que contiene esta interfaz.

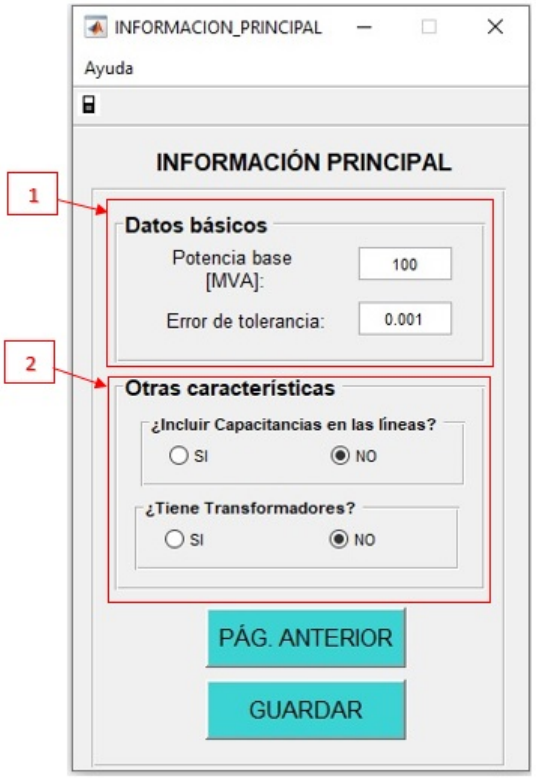



Figura 5: Paneles en la interfaz de información principal.

### 2.2.1. *Datos básicos*

**[1].**Este panel busca recopilar dos datos claves para los cálculos del flujo de carga en el sistema de potencia a simular, estos son la potencia base y el error de tolerancia permitido.

### 2.2.2. *Otras características*

**[2].**Este panel contiene dos paneles de selección obligatoria. Se busca que sean de la menor complejidad posible y por tanto, el usuario solo deberá responer con un **SI** o con un **NO** a las preguntas ¿Incluir capacitancias en las líneas?, ¿Tiene transformadores?. Dependiendo de la opción seleccionada, el software adaptará los parámetros de las interfaces posteriores.

## 2.3. Botones

En la Figura 6 se señalan los botones implícitos en esta interfaz.

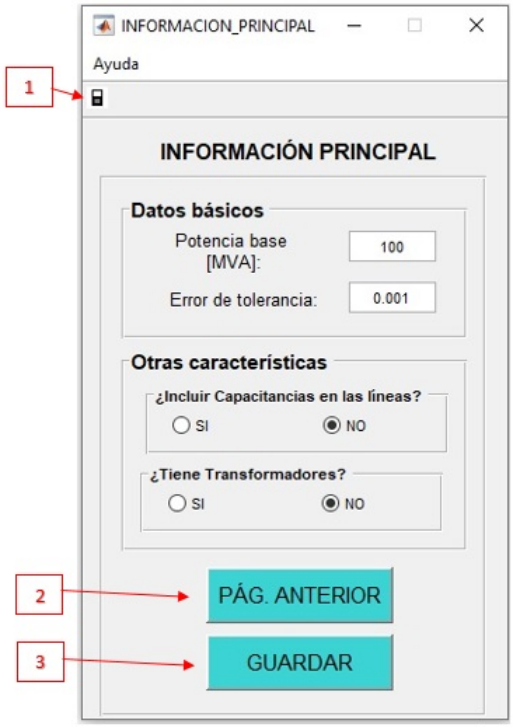



Figura 6: Botones en la interfaz de información principal.

### 2.3.1. *Calculadora Fluxtool*

**[1].**Este botón abre la interfaz **CALCULADORA_FLUXTOOL**, la cual sirve como herramienta de apoyo y permite al usuario hacer operaciones para obtener valores en por unidad o valores con unidades del sistema internacional del ejercicio que se esté realizando.

### 2.3.2. *Guardar*

**[2].**Permite guardar los datos registrados en la presente interfaz, y da paso a la ventana **INFORMACIÓN_LÍNEAS_NODOS**. Este deberá ser pulsado despues de haber ingresado todos los valores requeridos previamente.

### 2.3.3. *Pág. anterior*

**[3].**Permite al usuario regresar en cualquier momento a la ventana de **MATRIZ _ADMITANCIAS**.

## 2.4. Casillas

En la Figura 7 se observan todas las casillas que contiene esta interfaz. A continuación se hará una explicación de su funcionamiento.

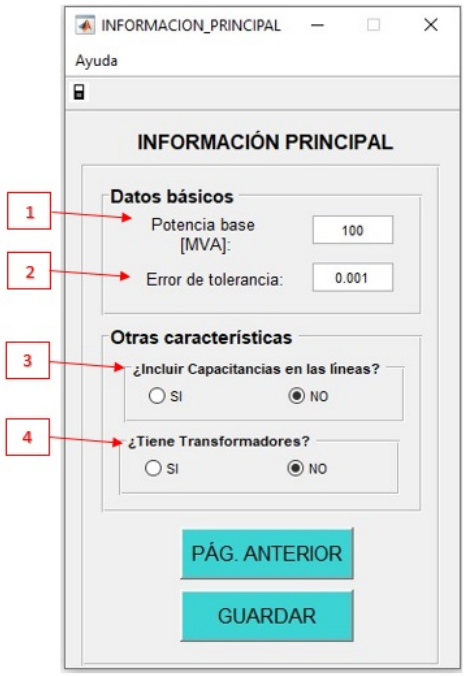



Figura 7: Casillas en la interfaz información principal.

### 2.4.1. *Potencia base*

Se debe introducir el valor de la potencia aparente base del sistema, la cual será necesaria para determinar todos los valores en por unidad para las operaciones del flujo de carga en el sistema de potencia a resolver.

### 2.4.2. *Error de tolerancia*

En esta casilla se introduce el error de tolerancia mínimo permitido para determinar la convergencia de los resultados, es decir, que al calcular el flujo de carga y comparar dicho valor con el resultado de la última iteración, existe una diferencia menor o igual al valor de error de tolerancia ingresado.

### 2.4.3. *Capacitancia en las líneas*

El usuario tendrá la posibilidad de incluir capacitancias en las líneas del problema a resolver. Para esto se tienen dos casos:

- Cuando se pulse en el botón **SI**, se activará la columna llamada **Valor de Y/2 Shunt** en la tabla **INFORMACIÓN DE LINEAS**, la cual se encuentra en la ventana principal de **INFORMACION DE LINEAS Y NODOS.**
- Al presionar el botón **NO**, la columna **Valor de Y/2 Shunt** en la tabla **INFORMACIÓN DE LINEAS**, quedará inactiva y ningún valor podrá ser introducido.

### 2.4.4. *Transformadores*

El usuario tendrá la posibilidad de introducir transformadores si así lo requiere el problema. Para esta opción se tendrán los siguientes casos:

- Cuando se pulse en el botón **SI**, podrán introducirse los parámetros de estos elementos en la tabla **INFORMACIÓN DE TRANSFORMADORES**, la cual se encuentra en la ventana principal de **INFORMACION DE LINEAS Y NODOS**.
- Cuando se pulse el botón **NO**, la tabla **INFORMACIÓN DE TRANSFORMADORES**, quedará inactiva y ningún valor podrá ser introducido.

### 2.5. Mensajes de error en la interfaz de información principal

En la Figura 8 se evidencian los errores que se pueden presentar por el ingreso de datos erróneos en la interfaz, estarán representados por avisos de este tipo:

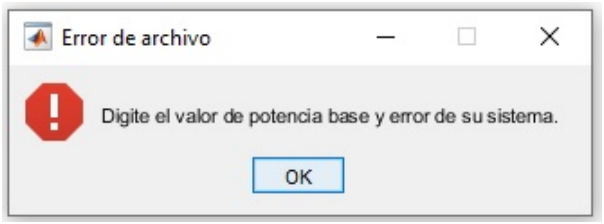



Figura 8: Mensaje emergente de error.

En la Tabla 2 se recopilan todos los avisos de error que se pueden generar por el ingreso incorrecto de datos en la interfaz **INFORMACIÓN PRINCIPAL**.

| **TÍPO DE ERROR** | **CASILLA** | |
|---|---|---|
| | Potencia base | Error de tolerancia |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | No Aplica |

Tabla 2: Errores en la interfaz de información principal.

# 3. MANUAL DE INFORMACIÓN DE LÍNEAS Y NODOS

### 3.1. Información de líneas y nodos

Esta es la interfaz donde se recopila la mayoría de la información del sistema de potencia en el que se está trabajando. Se divide en tres paneles cuyas caracteristicas tienen relación con los datos suministrados en las anteriores interfaces. Los paneles 1 y 3 recopilan la información de las líneas del sistema y de los transformadores asociados al mismo; datos como los nodos de interacción, número de elemento y valores de capacitancias se ven en estas tablas. En el panel número 3, se recopilan los datos de condiciones iniciales; la tabla tiene herramientas y caracteristicas diferentes, como listas desplegables para determianr el típo de nodo, también permite dejar en blanco las casillas de potencias activas y reactivas para que no genere inconvenientes al momento de ingresar los datos.

A continuación se muestra una guía al usuario para el correcto manejo de esta interfaz, donde se explicará la función de cada panel, botones y casillas.

### 3.2. Paneles

En la Figura 9 se puede observar los 3 paneles principales con los que está construida está interfaz.

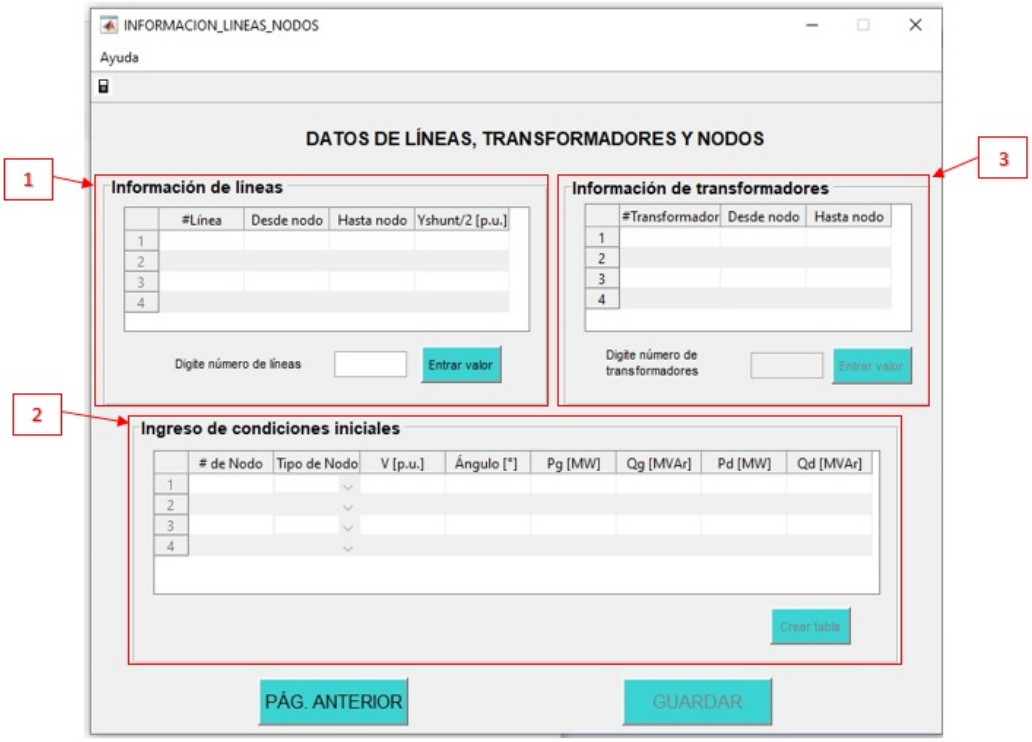



Figura 9: Paneles en la interfaz de información de líneas y nodos.

### 3.2.1. *Información de líneas*

**[1].**En este panel el usuario encontrará una tabla que podrá activar digitando en la casilla **introduzca número de líneas** la cantidad de líneas que tiene su sistema. Una vez habilitada la tabla el usuario deberá ingresar la siguiente información:

- En la primera columna debe identificar con números de forma ascendente (1,2,3...n) cada una de las líneas del sistema.
- El nodo incial donde empieza la conexión de la línea se debe registrar en la columna dos. Cabe aclarar que debe ser el mismo número con el que se identifica el nodo en la **tabla de condiciones iniciales**.
- En la columna tres se requiere el nodo final, que hace referencia al nodo en donde termina la conexión de la línea.
- El valor de Yshunt/2 de la línea es la columna cuatro. Esta columna es opcional y es habilitada sí previamente en la ventana de **INFORMACIÓN PRINCIPAL** se confirmó que el sistema tiene capacitancias en las líneas.

### 3.2.2. *Información de transformadores*

**[2].**Este panel es opcional. Estará habilitado siempre y cuando el usuario haya seleccionado **SI** como respuesta a la pregunta: ¿Tiene transformadores? en la ventana anterior. Sí fue decretado que el sistema cuenta con transformadores, el panel tendrá disponible la casilla **Introduzca número de transformadores** para que el usuario digite dicho valor y de clic en el botón **Entrar valor**. Así se habilitará la tabla del panel, donde se solicitan los siguientes datos:

- El número de transformadores del sistema, el cual debe estár digitado en la columna 1, de forma ascendente (1,2,3...n).
- El nodo incial donde empieza la conexión del transformador.
- El nodo final donde termina la conexión del transformador.

### 3.2.3. *Ingreso de condiciones iniciales*

**[3].**Una vez el usuario haya llenado las tablas de información de líneas y transformadores, quedará activado el botón **Crear tabla**, para que el usuario pulse este botón y se active la tabla de condiciones inciales personalizada a los requeriminetos necesarios para completar el ingreso de la información restante de su ejercicio. Los datos que se deben introducir en cada columna de la tabla son los siguientes:

- El número de nodos del sistema, el cual debe estár digitado de forma ascendente (1,2,3...n).
- El típo de nodo, para esto se tiene un menú desplegable que permite escoger entre nodo Slack, PV o PQ.
- La tensión del nodo en por unidad [p.u].
- El ángulo del nodo en grados [°].
- La potencia activa generada en el nodo en valor con unidades del sistema internacional. Sí no se cuenta con un dato es posible dejar en blanco la casilla sin que se genere inconsistencias en los cálculos.
- La potencia reactiva generada en el nodo en valor con unidades del sistema internacional. Sí no se cuenta con un dato es posible dejar en blanco la casilla sin que se genere inconsistencias en los cálculos.
- La potencia activa de la carga que esté conectada al nodo en valor con unidades del sistema internacional. Sí no se cuenta con un dato es posible dejar en blanco la casilla sin que se genere inconsistencias en los cálculos.
- La potencia reactiva de la carga que esté conectada al nodo en valor con unidades del sistema internacional. Sí no se cuenta con un dato es posible dejar en blanco la casilla sin que se genere inconsistencias en los cálculos.

## 3.3. Botones

En la Figura 10 se observa todos los botones que contiene esta interfaz. A continuación se hará una explicación de su funcionamiento.

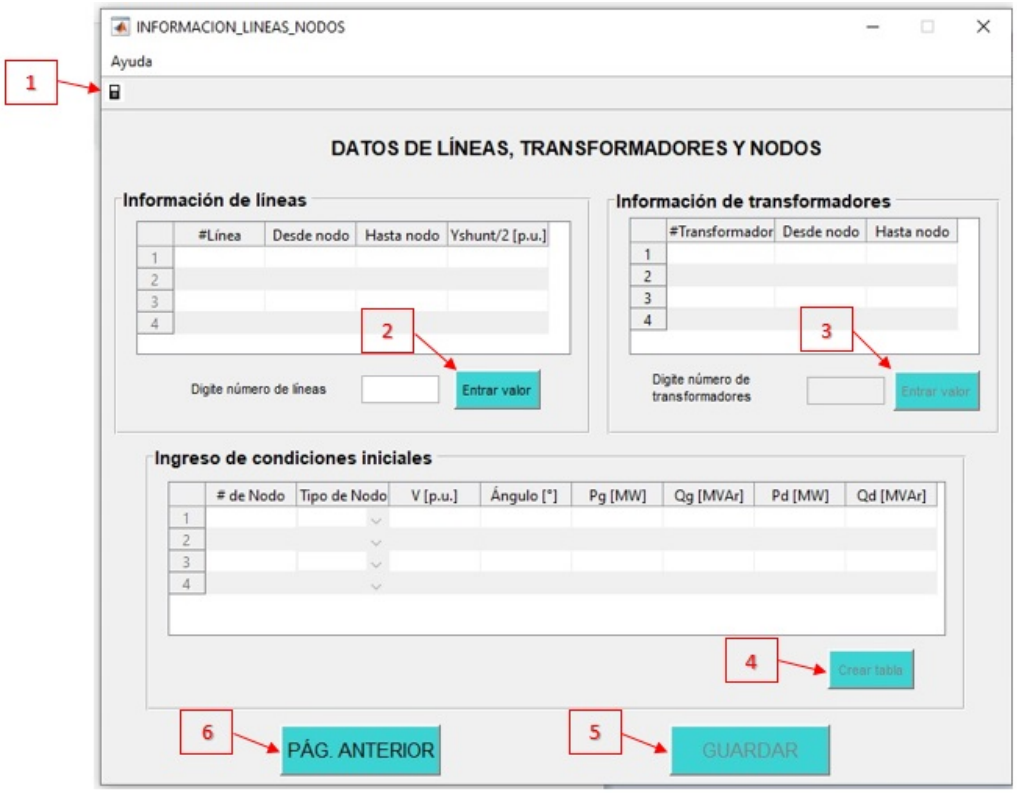



Figura 10: Botones en la interfaz de información de líneas y nodos.

#### 3.3.1. *Calculadora Fluxtool*

**[1].**Este botón abre la interfaz **CALCULADORA_FLUXTOOL**, la cual sirve como herramienta de apoyo y permite al usuario hacer operaciones para obtener valores en por unidad o valores con unidades del sistema internacional del ejercicio que se esté realizando.

#### 3.3.2. *Entrar valor*

**[2]-[3].**Este botón tiene como función habilitar la tabla del panel donde se escuentre asignado. En esta interfaz se encuentra en los paneles ***Información de líneas*** *y en* ***Información de transformadores.***

#### 3.3.3. *Crear tabla*

**[3].**Una vez este botón esté activado, al pulsarlo permitirá crear la tabla para el ingreso de condiciones iniciales.

#### 3.3.4. *Guardar*

**[4].**Este botón permite guardar los datos registrados en las tablas de líneas, transformadores y condiciones iniciales del caso estudio y da paso a la ventana final de **RESULTADOS**.

#### 3.3.5. *Pág. anterior*

**[5].**Permite al usuario regresar en cualquier momento a la ventana de **INFORMACIÓN_PRINCIPAL**.

### 3.4. Casillas

En la Figura 11 se observa todas las casillas que contiene esta interfaz. A continuación se hará una explicación de su funcionamiento.

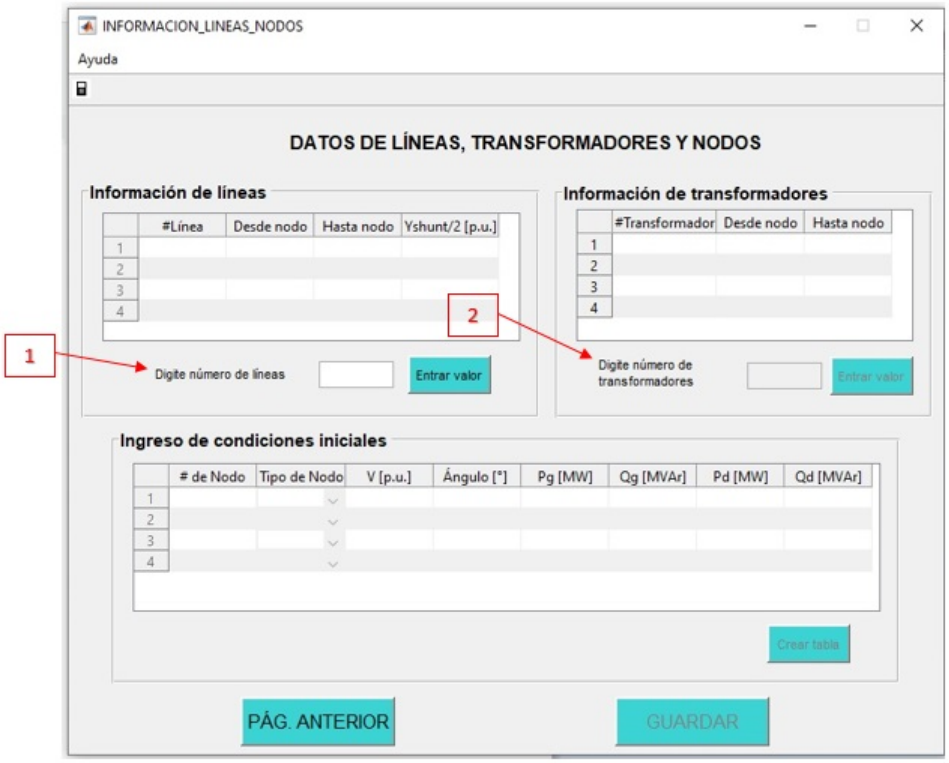



Figura 11: Casillas en la interfaz de información de líneas y nodos.

#### 3.4.1. *Introducir el número de líneas*

**[1].**El usuario ingresará el número de líneas del sistema en la casilla llamada **Introduzca número de líneas**, una vez realizado esto, se procede a pulsar el botón **Entrar Valor,** el cual modificará las dimensiones de la tabla.

#### 3.4.2. *Introducir el número de transformadores*

**[2].**El usuario ingresará el número de transformadores del sistema en la casilla llamada **Introduzca número de transformadores**, una vez realizado esto, se procede a pulsar el boton **Entrar Valor,** el cual modificará las dimensiones de la tabla.

### 3.5. Mensajes de error en la interfaz de información de líneas y nodos

Las Tablas 3, 4, 5 y 6 recopilan todos los avisos de error que se pueden generar por el ingreso incorrecto de datos en las líneas, transformadores y condiciones inciales

| **TÍPO DE ERROR** | **COLUMNA DE TABLA** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Número de línea | Nodo inicial | Nodo final | Yshunt/2 |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | Aplica | Aplica | No Aplica |

Tabla 3: Errores en la tabla Información de líneas.

| **TÍPO DE ERROR** | **COLUMNA DE TABLA** | | |
|---|---|---|---|
| | Número de transformador | Nodo inicial | Nodo final |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | Aplica | Aplica |

Tabla 4: Errores en la tabla Información de transformadores.

| **TÍPO DE ERROR** | **COLUMNA DE TABLA** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. nodo | Típo de nodo | \|V\| | Ángulo | Pg | Qg | Pd | Qd |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | Aplica | Aplica | No Aplica | No Aplica | No Aplica | No Aplica | No Aplica |

Tabla 5: Errores en la tabla de condiciones iniciales.

| **TÍPO DE ERROR** | **CASILLA** | |
|---|---|---|
| | Introducir el número de líneas | Introducir el número de transformadores |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | Aplica | Aplica |

Tabla 6: Errores en las casillas de la interfaz.

# 4. MANUAL DE INTERFAZ DE RESULTADOS

## 4.1. Resultados en Fluxtool

En la presente interfaz, el usuario podrá visualizar los resultados de su ejercicio mediante una tabla que ordena los datos de tensión, ángulo y potencias obtenidos en la última iteración realizada por el software. Además, contará con opciones que le ayudarán a ampliar la información que puede extraer del problema a resolver, siendo esta la principal característica de Fluxtool.

El usuario encontrará un menú desplegable que le permitirá escoger el método de solución al problema de flujo de carga, también, podrá exportar todos los datos correspondientes a los cálculos según el método que desee, desde los flujos de carga y pérdidas, hasta datos más específicos por cada iteración como la matriz Jacobiana en los diferentes casos del método Newton Raphson.

Existe un botón dedicado a gráficar los resultados, comparando datos como las tensiones de cada nodo vs las iteraciones y el número de interaciones realizadas por cada método de flujo de carga.

A continuación se muestra una guía al usuario para el correcto manejo de esta interfaz, donde se explicará la función de cada panel, botones y casillas.

## 4.2. Paneles

En la Figura 12 se puede observar los 3 principales paneles que contiene esta interfaz.

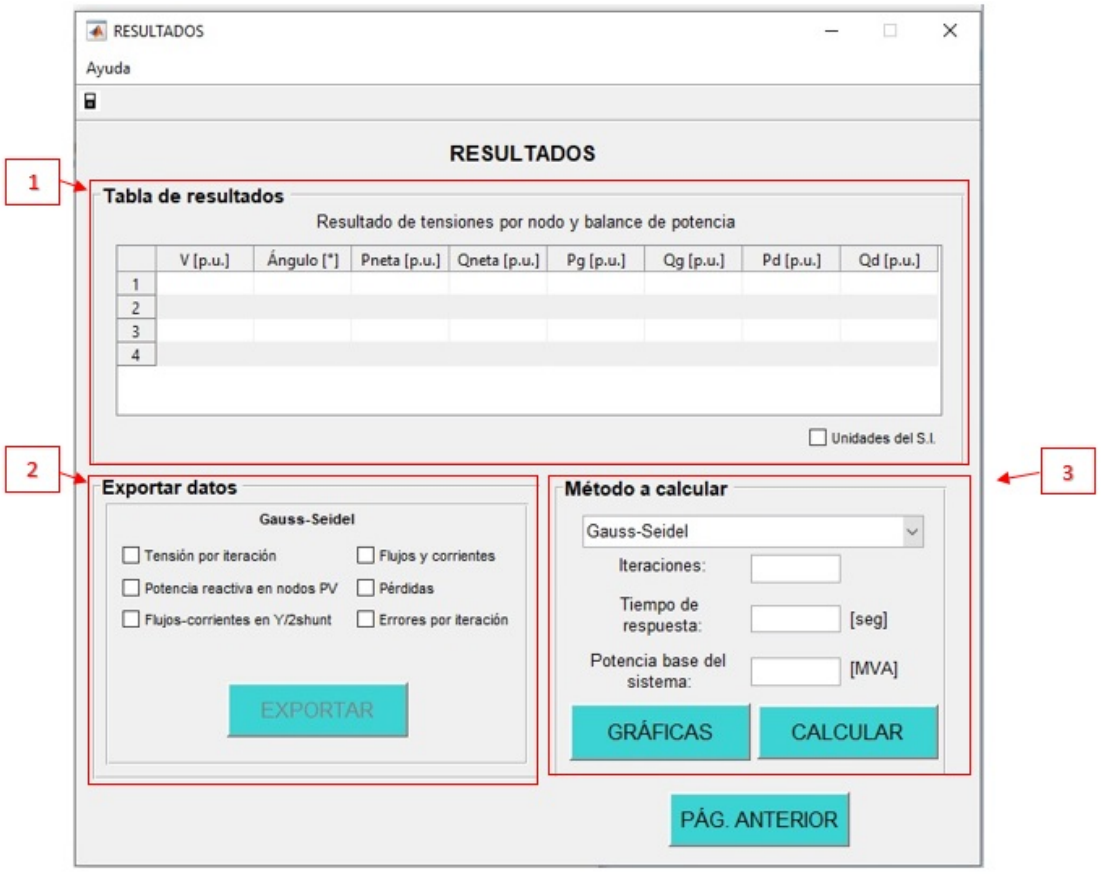



Figura 12: Paneles en la interfaz de Resultados

### 4.2.1. *Tabla de resultados*

**[1].**Es una tabla de salida de la información, donde el usuario podrá visualizar los resultados finales de su ejercicio basados en toda la información que se introdujo en los anteriores modulos o interfaces; los datos referentes a cada nodo del sistema que se visualizan en la tabla de este panel son:

- La tensión de cada nodo.
- El ángulo en grados correspondiente a cada tensión de nodo.
- La potencia activa neta del nodo.
- La potencia reactiva neta del nodo.
- La potencia activa generada del nodo.
- La potencia reactiva generada del nodo.
- La potencia activa de la carga del nodo.
- La potencia reactiva de la carga del nodo.

Por defecto, los resultados del balance de potencia se muestran en por unidad [p.u.]; para ver los valores con unidades del sistema internacional de la potencia se debe seleccionar la opción de **Unidades del S.I.** y posterior a esto se debe pulsar de nuevo el botón **CALCULAR**.

#### 4.2.2. *Exportar datos*

**[2].**Esta sección de la interfaz, permite al usuario seleccionar uno a uno resultados de cálculos que pueden ser de su interés, y que están relacionados con el algoritmo de solución aplicado para cada método. A continuación, se listan los datos disponibles para exportar por cada método:

**Gauss-Seidel**

- Tensión por iteración
- Potencia reactiva en nodos PV
- Errores por iteración
- Flujos y corrientes
- Pérdidas
- Flujos y corrientes en Y/2shunt

**Newton Raphson**

- Tensión por iteración
- Jacobiano
- Jacobiano inverso
- Vector error de potencia
- Flujos y corrientes
- Pérdidas
- Flujos y corrientes en Y/2shunt

**Newton Raphson desacoplado**

- Tensión por iteración
- Jacobiano desacoplado
- Jacobiano inverso
- Vector error de potencia

- Flujos y corrientes
- Pérdidas
- Flujos y corrientes en Y/2shunt

**Newton Raphson desacoplado rápido**

- Tensión por iteración
- Matriz de susceptancias B
- Matriz de susceptancias inversa
- Vector error de potencia
- Flujos y corrientes
- Pérdidas
- Flujos y corrientes en Y/2shunt

**Flujo de carga en DC**

- Ángulos y flujos de potencia
- Matriz de susceptancias B
- Matriz diagonal b
- Matriz de incidencia A

#### 4.2.3. *Método a calcular*

**[3].**Este panel contiene las siguientes herramientas:

- Un menú desplegable que permite elegir y cambiar el método de solución para el flujo de carga, el cual, por defecto, establece el método de Gauss-Seidel para solucionar el caso estudio. Cuando el usario depliegua el listado, podrá encontrar los siguientes métodos:
  - Gauss-Seidel.
  - Newton Raphson acoplado.
  - Newton Raphson desacoplado.
  - Newton Raphson desacoplado rápido.
  - Flujo de carga en DC.
- Casilla de **Iteraciones,** muestra el número de iteraciones necesarias para dar solución al flujo de carga según el método que se haya elegido.
- La casilla **Tiempo de respuesta,** muestra al usuario el tiempo en segundos que demora su ordenador en calcular cada método. Este dato está ligado a las caracteristicas del equipo dónde se esté ejecutando el software.
- La casilla **Potencia base del sistema**, como su nombre lo indica, muestra la potencia base que se estableció como parámetro inicial en la ventana de **INFORMACIÓN PRINCIPAL**.

## 4.3. Botones

En la Figura 13 se observa todos los botones que componen esta interfaz. A continuación se hará una explicación de su funcionamiento.

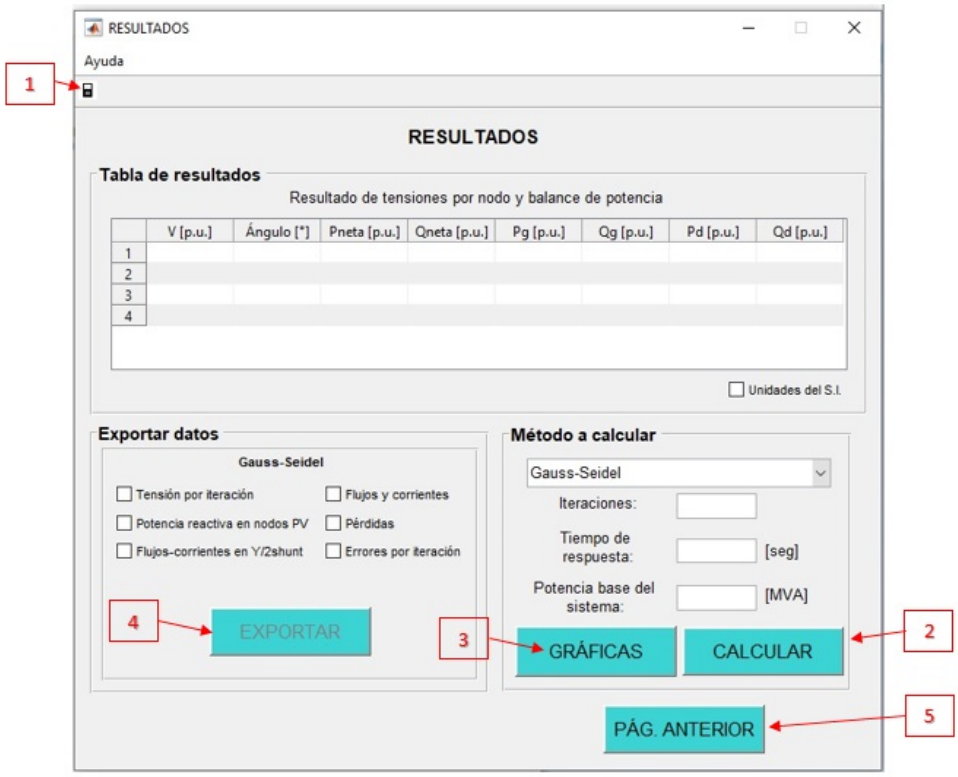



Figura 13: Botones en la interfaz de Resultados

### 4.3.1. Calculadora Fluxtool

**[1].**Este botón abre la interfaz **CALCULADORA_FLUXTOOL**, la cual sirve como herramienta de apoyo y permite al usuario hacer operaciones para obtener valores en por unidad o valores con unidades del sistema internacional del ejercicio que se esté realizando.

### 4.3.2. *Calcular*

**[2].**Una vez el usuario haya elegido el método de flujo de carga en el menú desplegable, procederá a pulsar el botón **CALCULAR** cuando se realice esta acción, los resultados de las tensiones y balance de potencia aparecerán en la **Tabla de resultados,** y a su vez quedará habilitada la opción para exportar los datos del ejercicio en el panel de **Exportar datos**.

### 4.3.3. *Exportar*

**[3].**Para exportar datos más específicos del calculo en cada método de flujo de carga y de cada iteración, deberá seguir los siguientes pasos:

- Se debe seleccionar las casillas de los datos que se desee exportar.
- Se procede a pulsar el botón **EXPORTAR**.
- El usuario deberá seleccionar la ruta donde desee guardar el archivo Excel y designarle un nombre a su archivo.

**NOTA**: Es importante que si el usuario desea sobreescribir, es decir, guardar en un archivo ya existente, el archivo no deberá estar abierto.

#### 4.3.4. *Gráficas*

**[4].**Cuando se pulse este botón aparecerán dos ventanas; la primera mostrará una gráfica de la tensión en los nodos por cada iteración y la segunda ventana permitirá visualizar el número de iteraciones que se calcularon por cada método.

#### 4.3.5. *Pág. anterior*

**[5].**Permite al usuario regresar en cualquier momento a la ventana de **INFORMACIÓN_LÍNEAS_NODOS.**

# 5. MANUAL CALCULADORA FLUXTOOL

## 5.1. Calculadora Fluxtool

Esta interfaz fue creada con la idea de brindar una ayuda al usuario para que pueda ingresar correctamente sus datos al software y poder obtener los resultados deseados, por tanto, esta calculadora le permite convertir datos de valores con unidades del sistema internacional a valor en por unidad y viceversa.

A continuación, se muestra una guía para el correcto manejo de esta interfaz, donde se explicará la función de cada panel y sus respectivos botones.

## 5.2. Paneles

En la Figura 14 se observan los 2 paneles que contiene esta interfaz.

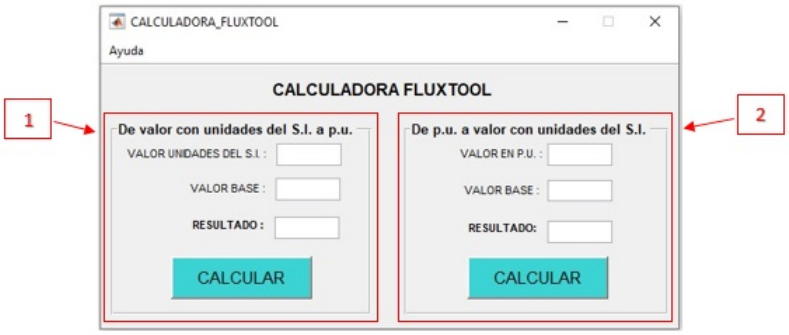



Figura 14: Paneles en la interfaz calculadora Fluxtool.

#### 5.2.1. De valores con unidades del sistema internacional a p.u.

**[1].**Este panel contiene tres casillas, dos para solicitar datos y la tercera para mostrar el resultado del cálculo al usuario. Este panel deberá ser usado cuando se tenga un dato con unidades del sistema internacional (MW, MVAr,V, etc.) y sea necesario ingresarlo en el software Fluxtool en por unidad [p.u.]. También, es de gran utilidad si se tiene un valor de resultado entregado por el software con valores con unidades del sistema internacional y se desea conocer su equivalente en por unidad.

#### 5.2.2. De valor p.u. a valores con unidades del sistema internacional

**[2].**Este panel tiene el mismo objetivo que el panel **De valores con unidades del sistema internacional a p.u.,** donde se podrá obtener un valor equivalente, en este caso convertir un dato que está en por unidad a valores con unidades del sistema internacional. La información necesaria para calcular correctamente es el valor base y el valor que se desea convertir.

## 5.3. Botones

En la Figura 15 se señalan los botones implícitos en esta interfaz.




Figura 15: Botones en la interfaz calculadora Fluxtool.

### 5.3.1. *Calcular*

**[1].**Este botón se encuentra en los dos paneles de la interfaz, y de no incurrir en los errores que se mencionan en el capítulo 2 del presente manual, permitirá visualizar en la casilla **Resultado** el dato del valor convertido.

## 5.4. Casillas

En la Figura 16 se señalan las casillas con las que se cuenta en esta interfaz.




Figura 16: Casillas en la interfaz calculadora Fluxtool

### 5.4.1. Valor unidades del sistema internacional

**[1].**En esta casilla se debe digitar el dato que se desea convertir a valor en por unidad.

### 5.4.2. *Valor base*

**[2]**-**[5].**Esta casilla se encuentra en los dos paneles, y está destinada para que el usuario ingrese el valor base para hacer la conversión de los datos de valores con unidades del sistema internacional a por unidad.

### 5.4.3. *Valor en p.u.*

**[5].**En esta casilla el usuario debe ingresar el dato que está en por unidad y desea pasar a valores con unidades del sistema internacional.

#### 5.4.4. *Resultados*

**[3]-[6].**Esta casilla no es editable y en ella se visualiza los resultados en los dos paneles respectivamente.

### 5.5. Mensajes de error en la interfaz de la calculadora Fluxtool

La Tabla 7 recopila todos los avisos de error que se pueden generar por el ingreso incorrecto de datos en la interfaz **CALCULADORA FLUXTOOL.**

| | **CASILLA** | | |
|---|---|---|---|
| **Típo de error** | Valor unidades del S.I. | *Valor base* | *Valor en p.u.* |
| Dejar en blanco | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números negativos | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar letras | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar comas | Aplica | Aplica | Aplica |
| Digitar números decimales | No Aplica | No Aplica | No Aplica |

Tabla 7: Errores en la interfaz calculadora Fluxtool.

## 6. INSTALACIÓN DE FLUXTOOL

Fluxtool tiene la propiedad de poder ser ejecutado en cualquier ordenador, es decir, no se requiere que el programa MATLAB esté instalado para que el software funcione. A continuación se dará la explicación siguiendo una serie de pasos muy sencillos para que el usuario pueda realizar esta instalación en su computador.

- El único requerimiento para que Fluxtool funcione de manera optima, es un paquete de librerias que brinda MATLAB gratuitamente. El paquete que se debe instalar es el correspondiente a la versión de MATLAB en la que fue elaborado el software, en este caso se deberá descargar el paquete de la versión R2018b como se muestra en la Figura 17.

  Link para descarga: https://la.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html

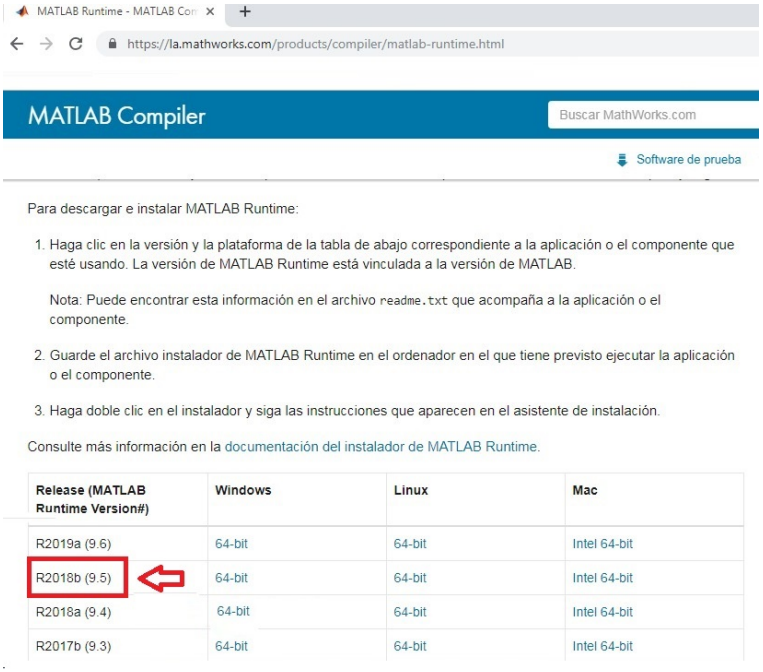



Figura 17: Acceso a página de Matlab - Descarga de paquete complementario.

- Luego de instalado el paquete complemento, se deberá ir a la carpeta **FLUXTOOL**, entrar a la subcarpeta llamada el archivo **FLUXTOOL INSTALLER,** que previamente debió guardar el usuario en su ordenador, y ejecutar el archivo **MyAppInstaller_mcr** para dar inicio a la instalación.

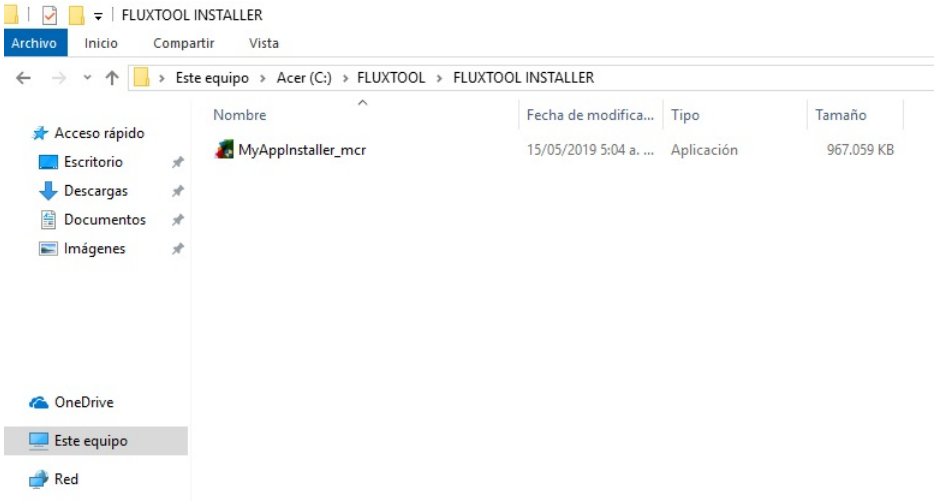



Figura 18: Instalador de Fluxtool.

- Aparecerá una ventana solicitando la confirmación de la instalación del software, por tanto, deberá dar clic en **Next**.
- Luego deberá indicar la ruta en la que desea instalar el programa y pulsar **Next.**
- Por último, se mostrarán los archivos que se instalarán y que deben ser instalados para el funcionamiento optimo de Fluxtool, así que deberá pulsar en **Install.**

Terminado esto, ya tendrá instalado Fluxtool en su computador para que pueda emplearlo cuantas veces desee. Disfrutelo.