

Electric Bus Charging Analyzer – Manual de Usuario

v. 2022-1

Javier Bayter Consuegra, Erick Narváez Villa

27 de mayo de 2022



Resumen

Electric Bus Charging Analyzer es una herramienta informática capaz de analizar los efectos de la recarga de buses eléctricos sobre redes de distribución. El presente manual explica en detalle las características y el manejo de dicha herramienta para hacer estudios del impacto de recarga de oportunidad y en movimiento. Además se presenta un ejemplo de uso del programa.

Índice

1. Acerca de esta guía	1
2. Información	1
2.1. Información general	1
2.2. Información específica	3
3. Descripción de ventanas de la interfaz	3
3.1. Route	3
3.2. Bus Parameters	4
3.2.1. Bus General Data	4
3.2.2. Bus Fleet Data	5
3.2.3. Operation Diagram	5
3.3. Opportunity Charging	6
3.3.1. Parameters	6
3.3.2. Simulation	7
3.4. In Motion Charging	8
3.4.1. Parameters	8
3.4.2. Simulation	9
3.5. Grid Impact	9
3.6. Load Properties	9
3.7. Voltages	10
3.8. Currents	11
3.9. Results	12
4. Ejemplo: Uso de Electric Bus Charging Analyzer para analizar la Ruta U30 del Transmetro de Barranquilla: Sistema IEEE 37 nodos	12
4.1. Búsqueda, selección y simulación de Ruta	13
4.2. Configuración de bus, flota y diagrama de operación	15
4.3. Configuración y simulación (Recarga de Oportunidad)	17
4.4. Configuración y simulación (Recarga en movimiento)	23
4.5. Asignación y simulación en la red	28
5. Apéndice	40
5.1. Prerrequisitos para correr Electric Bus Charging Analyzer	40
5.2. Preguntas frecuentes	40
5.2.1. ¿Es normal que los tiempos de simulación de la herramienta sean muy extensos?	40
5.2.2. Tengo el archivo .csv con las indicaciones del manual, pero la herramienta presenta problemas al leerlo	40
5.2.3. La herramienta funciona correctamente, pero las gráficas son difíciles de visualizar y no se entiende el comportamiento simulado	41
5.2.4. No hay variaciones en la simulación al modificar las horas y número de buses en los periodos pico definidos	41
5.3. ¿Es posible simular tiempos de operaciones mayores a 24 horas?	41
5.3.1. ¿Por qué no me muestra la ubicación de los nodos en el circuito simulado?	41

1. Acerca de esta guía

El presente manual está destinado a ser una referencia para los usuarios de la herramienta informática Electric Bus Charging Analyzer. En esta sección se dará información sobre el contenido y las convenciones de esta documentación.

Se puede acceder a esta guía de manera directa desde su instancia en el programa mediante la ruta **Help>User Manual** que puede ser encontrada en la parte superior izquierda de la interfaz tal y como se muestra en la figura 1.

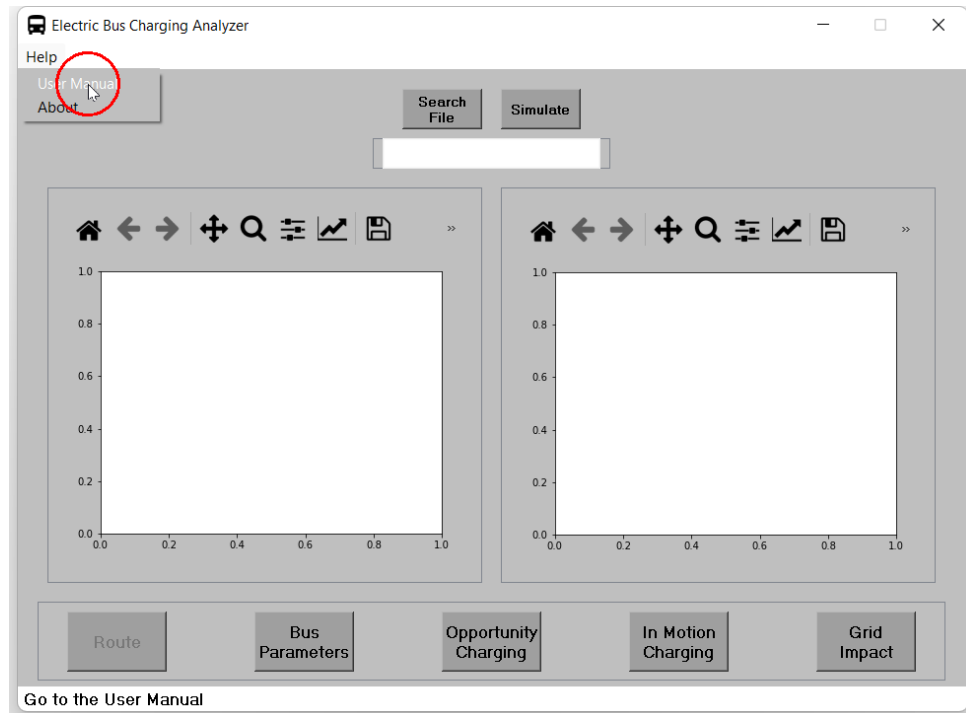


Figura 1: Ruta para ingresar al manual de usuario **User Manual**.

2. Información

En esta sección encontrará información general y específica de Electric Bus Charging Analyzer.

2.1. Información general

Para obtener información general sobre Electric Bus Charging Analyzer puede acceder a la pestaña **Help>About** que puede ser encontrada en la parte superior izquierda de la interfaz en cualquiera de las ventanas del programa tal y como se muestra en la figura 2.

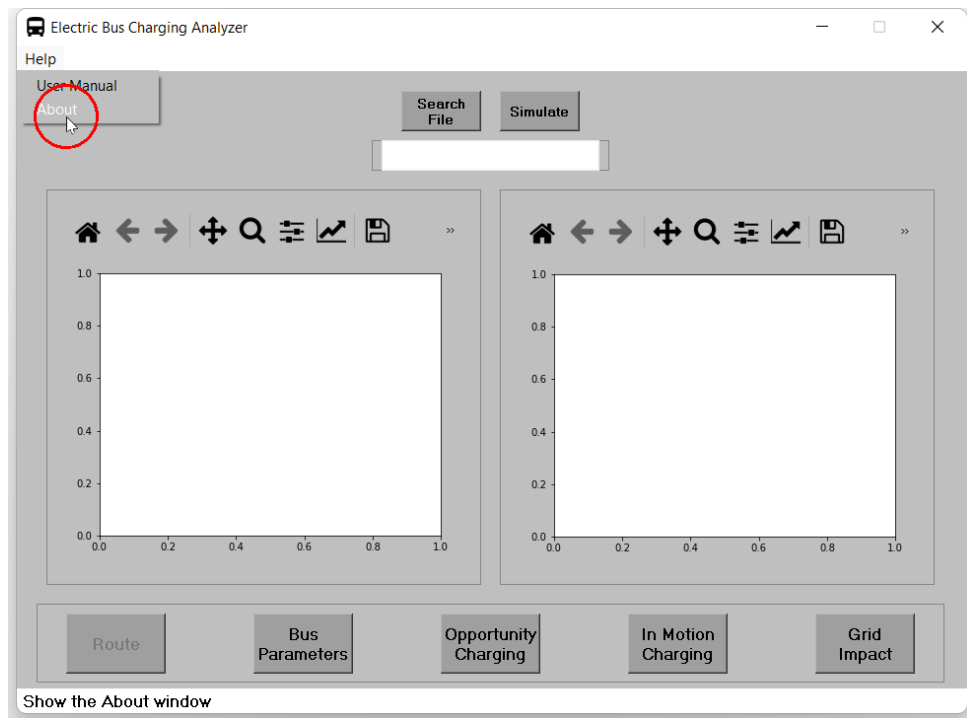


Figura 2: Ruta para ingresar a la ventana **About**.

A continuación se abrirá la subpestaña correspondiente a la opción seleccionada, esta se muestra en la figura 3.

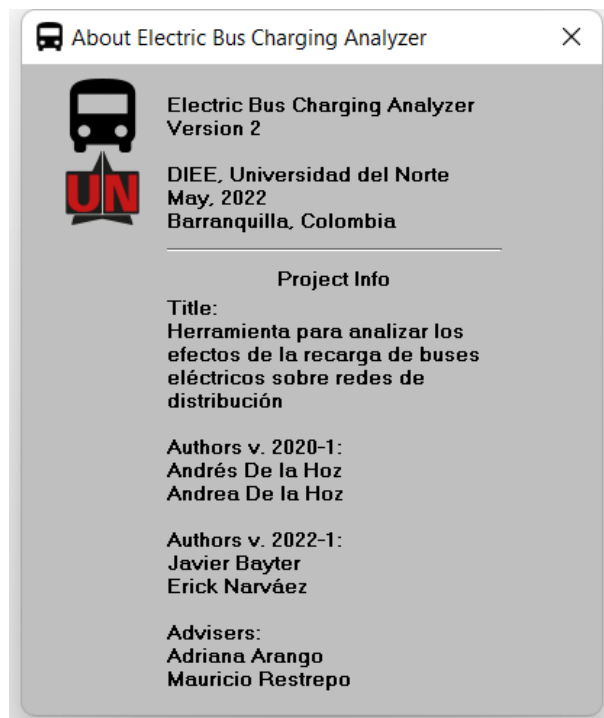


Figura 3: Ventana **About**.

2.2. Información específica

Para obtener información específica sobre Electric Bus Charging Analyzer, por favor póngase en contacto con nosotros a través de:

Contacto 1:

Teléfono: +57 320 3476159

E-mail: jabayter@uninorte.edu.co

Contacto 2:

Teléfono: +57 301 4020029

E-mail: nerick@uninorte.edu.co

3. Descripción de ventanas de la interfaz

En esta sección se describen cada una de las ventanas principales de Electric Bus Charging Analyzer, a las cuales se puede acceder mediante el panel de botones correspondientes que se encuentran en la parte inferior de la interfaz. Cabe destacar que las funciones compartidas entre las ventanas que ya se hayan descrito no se repetirán en las descripciones posteriores. Por esta razón, si no encuentra la descripción de una de las funciones en alguna de las subsecciones se debe remitir a la primera subsección donde se encuentre la opción de interés.

3.1. Route

En la figura 4 se puede visualizar la ventana correspondiente a la configuración de la ruta de la flota de buses.

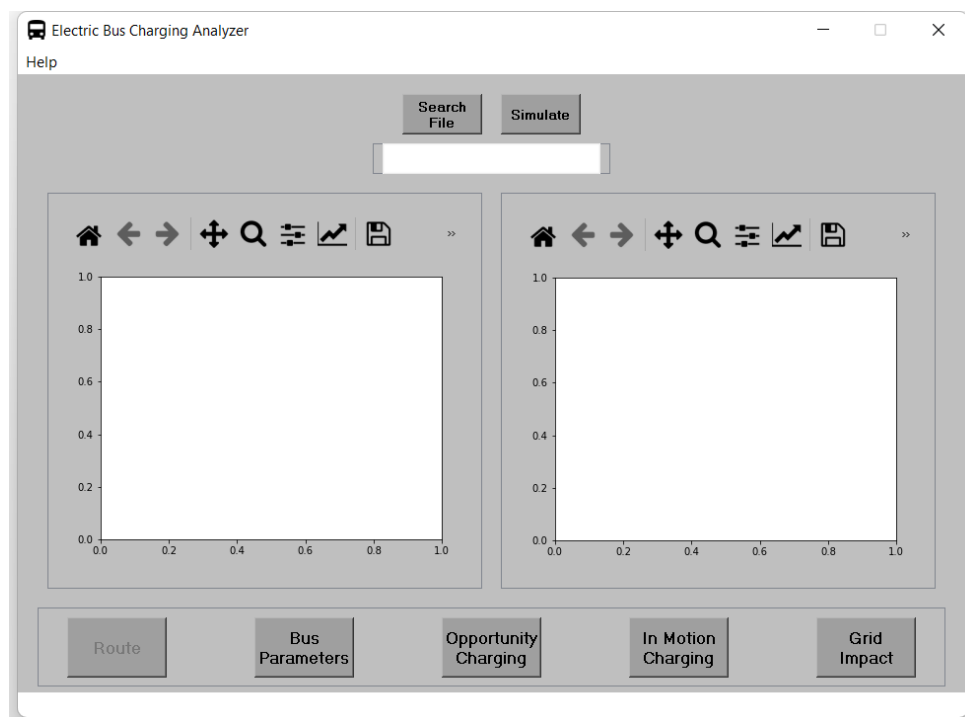


Figura 4: Ventana Route.

Para el funcionamiento de esta ventana se debe presionar el botón Search File, el cuál tiene la función de recibir el archivo con la información de la flota. Dicha información puede ser leída en formato .feather y .csv, entre los cuales es preferible usar el primero debido a

velocidad de lectura y compilación, así como para evitar problemas de codificación de archivos. Los datos de la ruta y su información deben estar delimitados por comas y tener los Tag que se muestran en la figura 5.

	A	B	C	D	E	F
1	LONG	LAT	ALT	DIST	BUS STOP	LABEL
2						
3						
4						
5						
6						

Figura 5: Ventana **Route**.

Luego de que el programa reciba el archivo, se debe presionar el botón **Simulate** que regresará un feedback de la entrada de forma gráfica, donde en el panel gráfico izquierdo se muestra el mapa de la ruta (Latitud vs Longitud) y en el panel gráfico derecho el perfil de la ruta (Altitud [m] vs Distancia [km]).

3.2. Bus Parameters

3.2.1. Bus General Data

En la figura 6 se puede visualizar la primera pestaña de la ventana correspondiente a la configuración de los parámetros físicos del bus eléctrico y a la curva de velocidad del mismo.

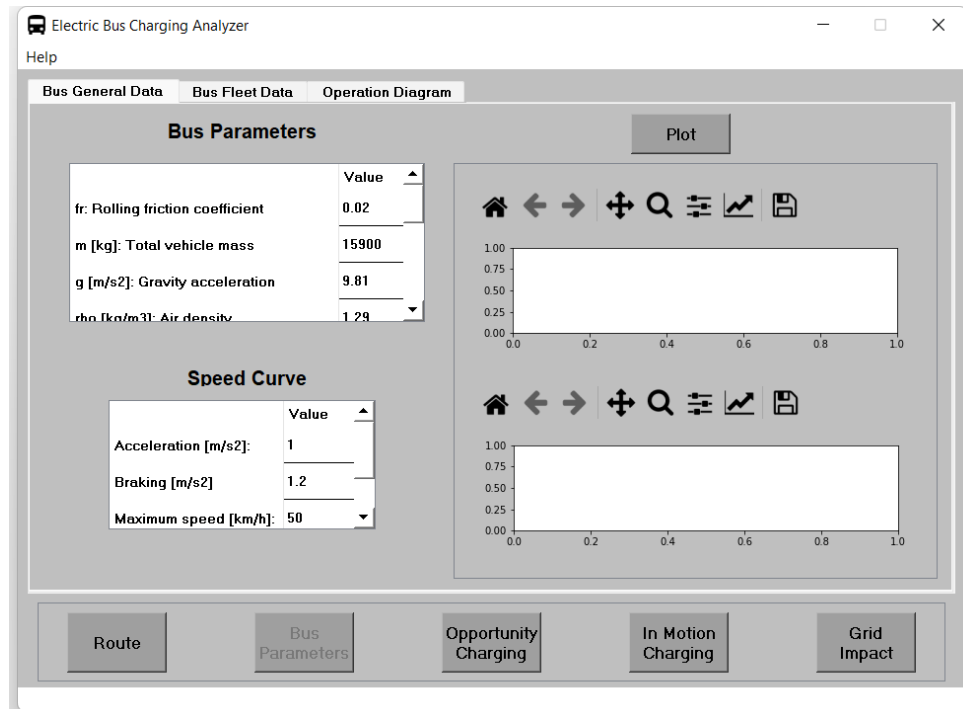


Figura 6: Pestaña **Bus Parameters>Bus General Data**.

En esta pestaña se pueden definir los parámetros físicos del bus en la tabla **Bus Parameters** y los datos para la curva de velocidad mediante la tabla **Speed Curve**. El programa presenta unos

valores por defecto, pero estos pueden ser cambiados. Por otro lado, la pestaña cuenta con el botón **Plot**, el cuál guardará los datos de la tablas y graficará la curva de velocidad en el panel gráfico superior, y la curva de distancia recorrida en el panel gráfico inferior.

3.2.2. Bus Fleet Data

En la figura 7 se puede visualizar la segunda pestaña de la ventana correspondiente a la configuración de los parámetros de la flota de buses eléctricos y sus horas de operación.

Parameter	Value
NBP: Total number of buses during peak period	7
NP: Number of peak periods	2
NMP: Number of average peak periods	1
FPP [s]: Dispatch frequency during peak period	120
ITS [s]: Idle time at each stop	20
ITT [s]: Idle time at terminal stop	240
NBV: Total number of valley buses	6
FPV [s]: Dispatch Frequency during valley period	180

Time parameters

Peak Period 1

6:00 AM STP

8:00 AM ETP

Peak Period 2

Start and End Times

5:00 AM STF

9:30 AM ETF

Buttons: Route, Bus Parameters, Opportunity Charging, In Motion Charging, Grid Impact

Figura 7: Pestaña **Bus Parameters>Bus Fleet Data**.

En esta pestaña se pueden definir los parámetros asociados a la flota de buses en la tabla **Fleet Parameters** y los datos de las horas de operación en el panel **Time parameters**. El programa presenta unos valores por defecto, pero estos pueden ser cambiados según convenga.

3.2.3. Operation Diagram

En la figura 8 se puede visualizar la tercera pestaña de la ventana destinada a la creación y visualización del diagrama de operación de la flota. Además, la pestaña cuenta con una barra de progreso para controlar el avance en la creación de los diagramas.

En esta pestaña se pueden crear los diagramas de operación presionando el botón ubicado en la parte superior de la pestaña **Generate Operation Diagram**. Cuando la barra de progreso llegue a 100 % se podrá visualizar el diagrama de posición (Distancia [km] vs Tiempo [h]) dado que la subpestaña **Position** se encuentra activa por defecto. Si se desea visualizar el diagrama de velocidad (Velocidad [km/h] vs Tiempo [h]) se debe cambiar a la subpestaña **Speed**.

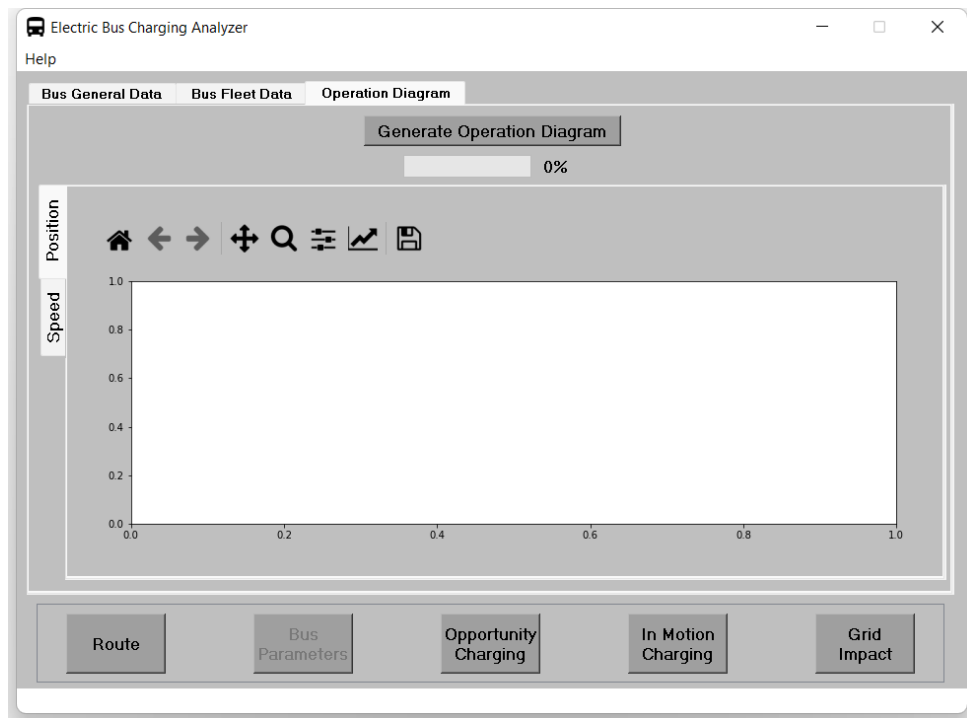


Figura 8: Pestaña `Bus Parameters>Operation Diagram`.

3.3. Opportunity Charging

3.3.1. Parameters

En la figura 9 se puede visualizar la primera pestaña de la ventana correspondiente a la configuración de los parámetros de la recarga de oportunidad de buses eléctricos y la definición de paradas donde se encontrarán los cargadores.

A la derecha se encuentra el panel `CI: Charge Sections` donde se pueden cargar las paradas de la flota presionando el botón `Load Charge Sections` y seleccionarlás de forma interactiva para luego cargarlas a la simulación y a su elemento correspondiente de la tabla `Charging Parameters` mediante la pulsación del botón `Save Charge Sections`.

Por otro lado, en la tabla `Charging Parameters` ubicada en el lado izquierdo de la pestaña se pueden definir los parámetros del tipo de carga, este tiene unos datos por defecto que pueden ser modificados según el caso de estudio.

Se deben seleccionar y cargar los puntos de carga por medio del panel `CI: Charge Sections` para poder definir los Tags de los cargadores y, de esta manera, poder seguir el proceso de simulación sin problemas.

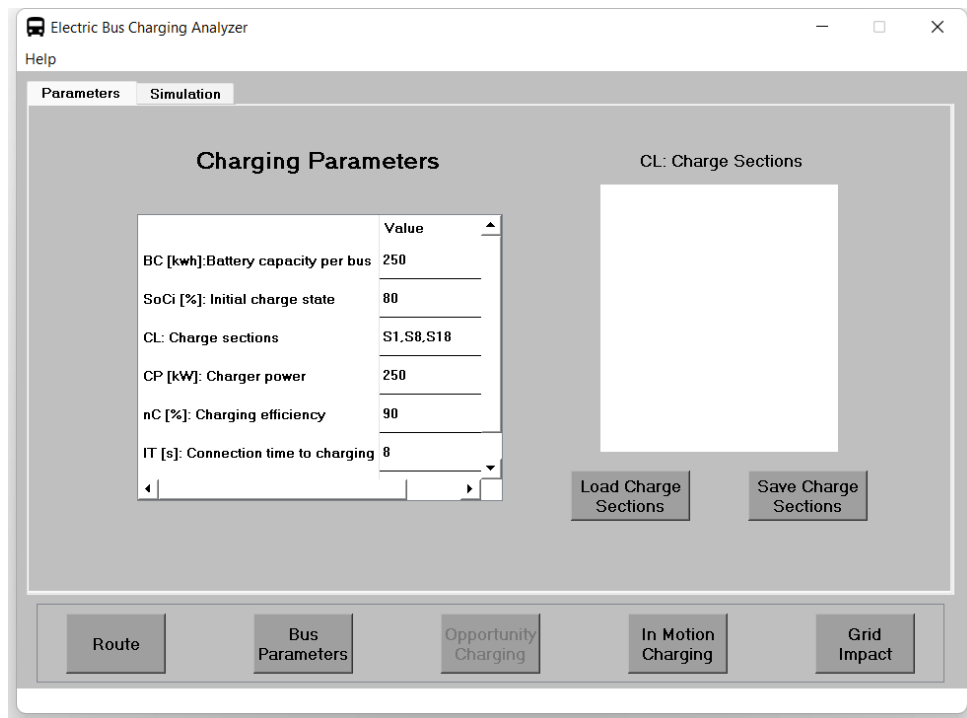


Figura 9: Pestaña **Opportunity Charging>Parameters**.

3.3.2. Simulation

En la figura 10 se puede visualizar la segunda pestaña de la ventana correspondiente a la carga y visualización de la simulación de carga de oportunidad de la flota de buses.

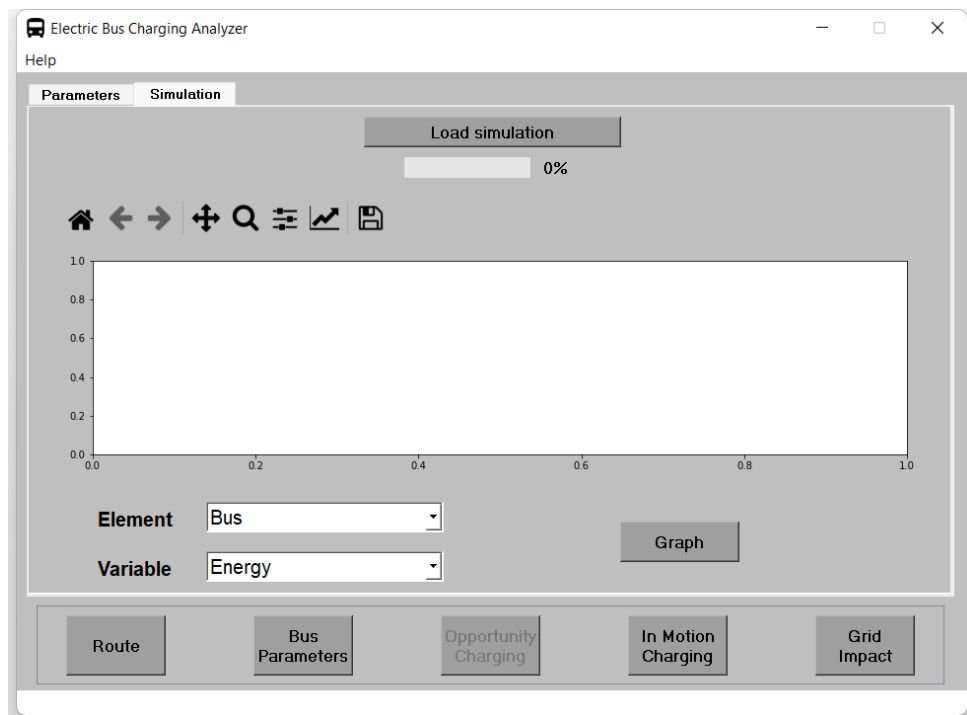


Figura 10: Pestaña **Opportunity Charging>Simulation**.

Para realizar la carga de la simulación se debe presionar el botón **Load simulation** ubicado en la parte superior de la pestaña.

Luego, al momento de que la barra de carga llegue a 100 % se podrá proceder con la visualización de las gráficas. Para esto, debe seleccionar el elemento deseado en la lista desplegable **Element**; así mismo, se debe seleccionar la variable a graficar de la lista desplegable **Variable** y presionar el botón **Graph** para visualizar la gráfica deseada.

Para el caso de la gráfica de la potencia entregada por los cargadores los cargadores se representarán como C1, C2, ..., Cn que hacen referencia a los cargadores instalados desde el primero hasta el último siguiendo la trayectoria de la flota.

3.4. In Motion Charging

3.4.1. Parameters

En la figura 11 se puede visualizar la primera pestaña de la ventana correspondiente a la configuración de los parámetros de la recarga en movimiento de buses eléctricos y la definición de la ubicación las secciones electrificadas.

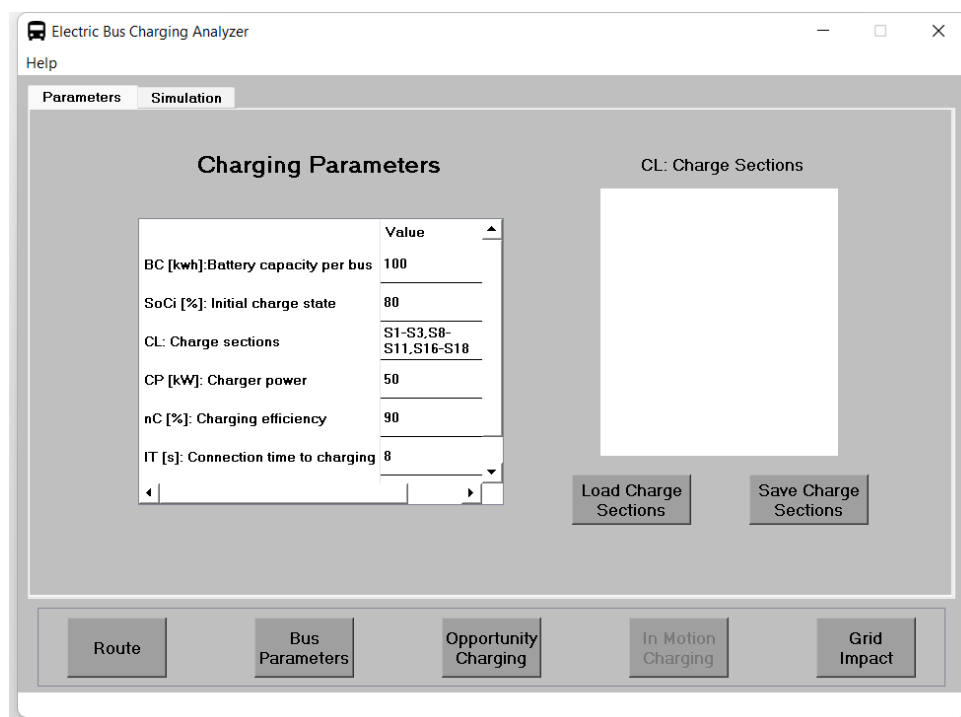


Figura 11: Pestaña **In Motion Charging>Parameters**.

A la derecha, de manera similar a la pestaña **Opportunity Charging>Parameters**, se encuentra el panel **CL: Charge Sections** donde se pueden cargar las secciones entre paradas de la flota presionando el botón **Load Charge Sections** y seleccionarlás de forma interactiva para luego cargarlas a la simulación y a su elemento correspondiente de la tabla **Charging Parameters** mediante la pulsación del botón **Save Charge Sections**.

Al igual que en **Opportunity Charging>Parameters**, se deben seleccionar y cargar los puntos de carga por medio del panel **CL: Charge Sections** para poder definir los Tags de los cargadores y

se pueda seguir con el proceso de simulación.

3.4.2. Simulation

En la figura 12 se puede visualizar la segunda pestaña de la ventana correspondiente a la carga y visualización de la simulación de carga en movimiento de la flota de buses.

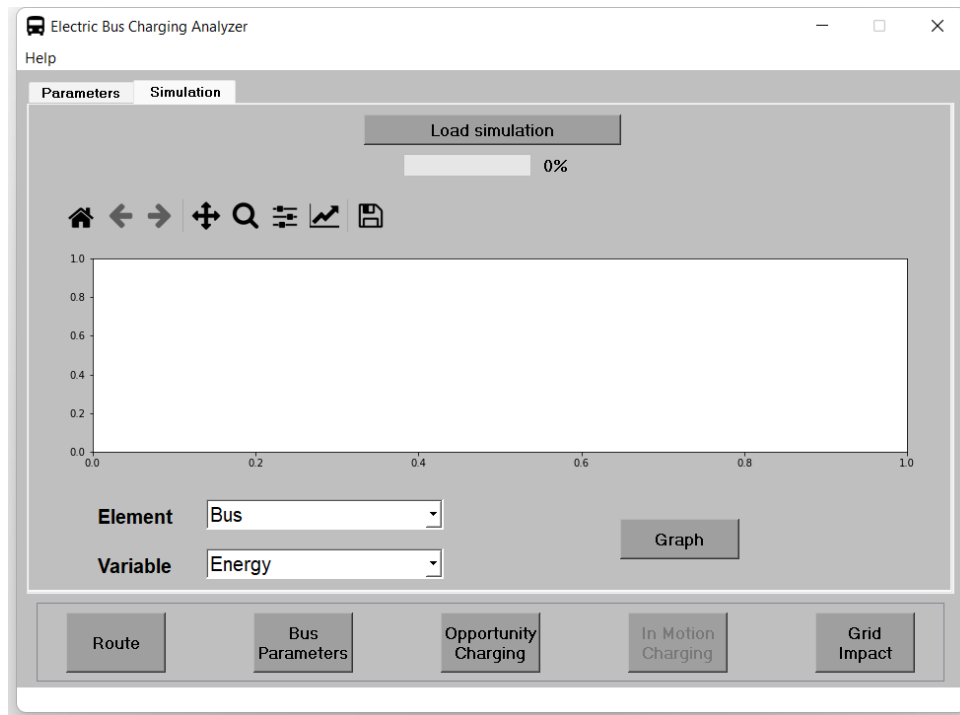


Figura 12: Pestaña In Motion Charging>Simulation.

El procedimiento para la operación de la herramienta en esta pestaña es idéntico a su pestaña análoga referente a la recarga de oportunidad Opportunity Charging>Simulation.

Para el caso de la gráfica de la potencia entregada por las secciones electrificadas es similar a los cargadores de su gráfica análoga para recarga de oportunidad. Se representarán como S1, S2, ..., Sn que hacen referencia a las secciones electrificadas desde la primera hasta la última siguiendo la trayectoria de la flota.

3.5. Grid Impact

3.6. Load Properties

En la figura 13 se puede visualizar la primera pestaña de la ventana correspondiente a la selección de propiedades de carga y parámetros para la simulación de la misma sobre redes de distribución.

Para el funcionamiento de esta sección se debe presionar el botón Search File ubicado en la parte superior izquierda de la pestaña, este permite leer el archivo del sistema de distribución a modelar. El archivo ingresado debe estar en formato **.dss** el cual debe contener la información del sistema modelado en el software Open Distribution System Simulator (OpenDSS).

Una vez cargado el sistema de distribución a la herramienta, se debe presionar el botón **Load Chargers and Nodes** el cual abrirá paso a la selección del nodo asociado a cada cargador, dicha selección se lleva a cabo en la sección **Charger Node Assignment** y se debe guardar presionando el botón **Save**.

Esta pestaña contempla la opción de observar de manera gráfica un nodo del circuito, para ello seleccione un nodo en la barra desplegable **Node** y posteriormente presione el botón **Node Location**, esto desplegará una ventana emergente con el grafico antes mencionado.

En la parte inferior izquierda de la pestaña se encuentra el botón **Power Flow** mediante el cual se da paso a simular un flujo de potencia del circuito, para esto deben haberse guardado las asignaciones de los nodos de los cargadores para realizar el posterior análisis del impacto de el tipo de recarga seleccionada sobre la red de distribución. Nótese que se tiene la opción de seleccionar el tipo de recarga que se quiere simular (una a la vez).

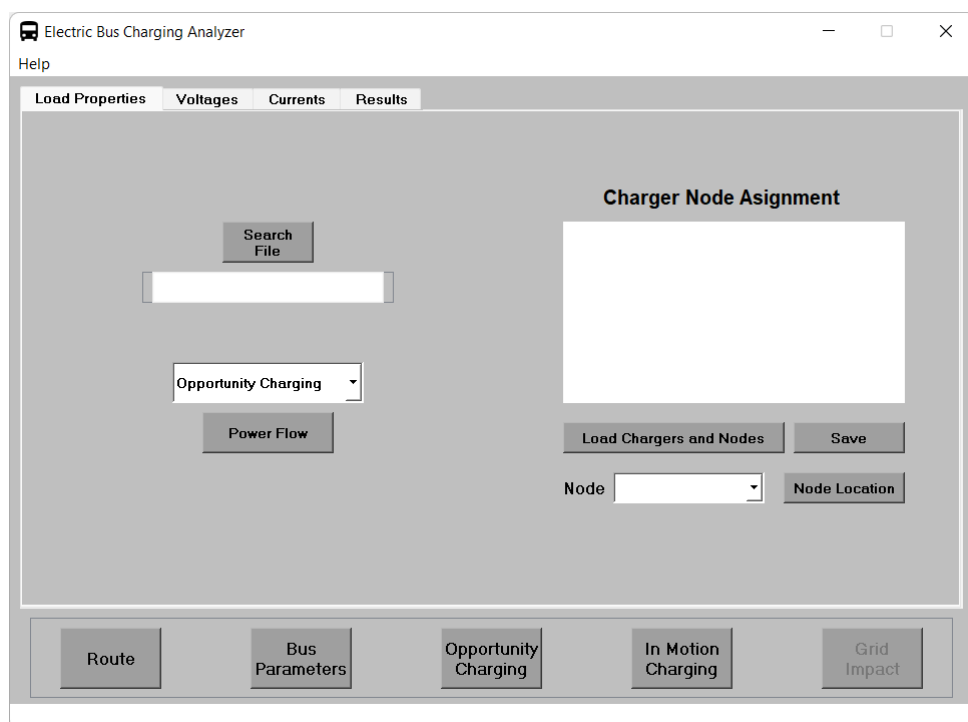


Figura 13: Pestaña **Grid Impact>Load Properties**.

3.7. Voltages

La figura 14 muestra la segunda pestaña correspondiente a las tensiones de los nodos del sistema con respecto al tiempo. En la parte superior de la pestaña se encuentra un menú desplegable que permite seleccionar el nodo cuyo comportamiento se quiere observar. Luego, al presionar el botón **Graph** se generan los gráficos de magnitud de tensión en p.u y ángulo en grados, ambos con respecto al tiempo en minutos.

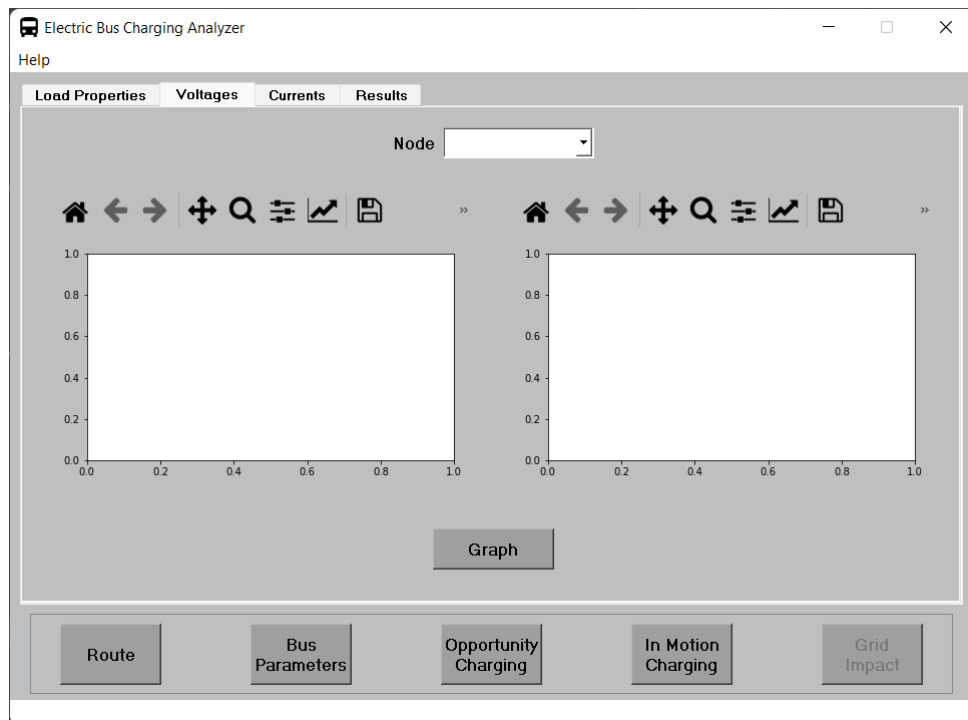


Figura 14: Pestaña `Grid Impact>Voltages`.

3.8. Currents

En la figura 15 se presenta la tercera pestaña de la ventana correspondiente a las corrientes de las líneas del sistema con respecto al tiempo. Al igual que en la pestaña de tensiones, se selecciona la línea a graficar y al presionar el botón `Graph` se generan los gráficos de corriente.

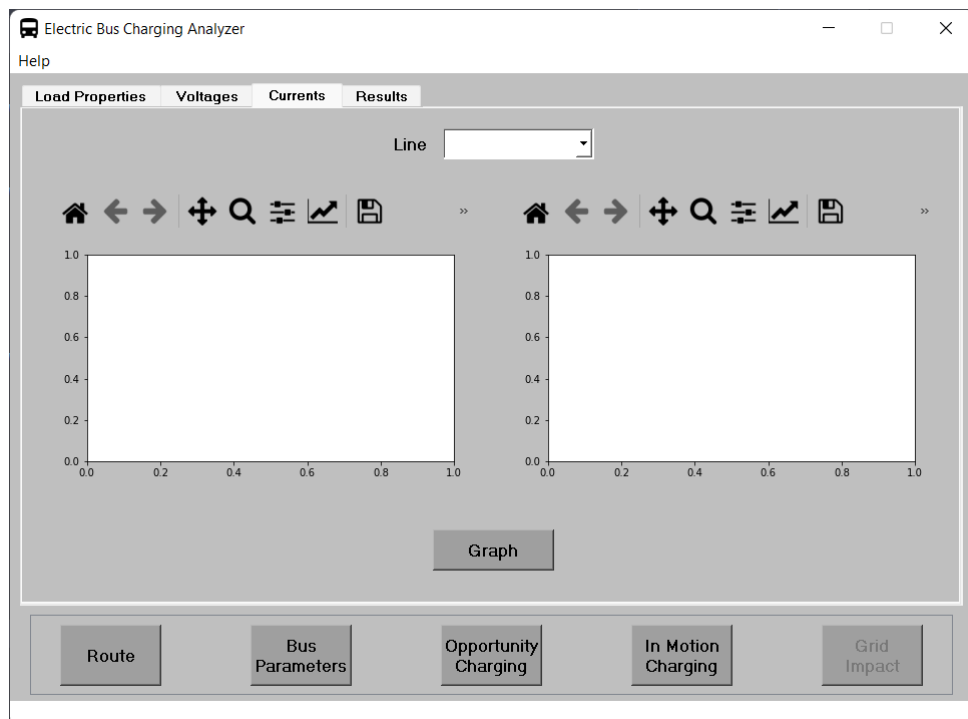


Figura 15: Pestaña `Grid Impact>Currents`.

3.9. Results

La figura 16 muestra la cuarta y última pestaña de la ventana correspondiente a los resultados de la última iteración simulada, esto es, el estado del sistema en el último minuto del día.

Para acceder al resumen de los resultados se debe presionar el botón **Summary** ubicado en la parte inferior izquierda de la herramienta. Este resumen contiene información tal como valores máximos y mínimos de las tensiones del sistema, número de elementos conectados, hora simulada, potencias activas y reactivas en el circuito, entre otras.

Por otro lado, al presionar el botón **Voltage Profile** se da acceso a una ventana emergente con los perfiles de tensión del sistema, dicha ventana es interactiva y permite seleccionar una línea cualquiera del circuito para observar sus niveles de tensión, corriente, entre otras, haciendo click derecho sobre esta. Recuerde que estos valores corresponden a lo obtenido en el último minuto del día.

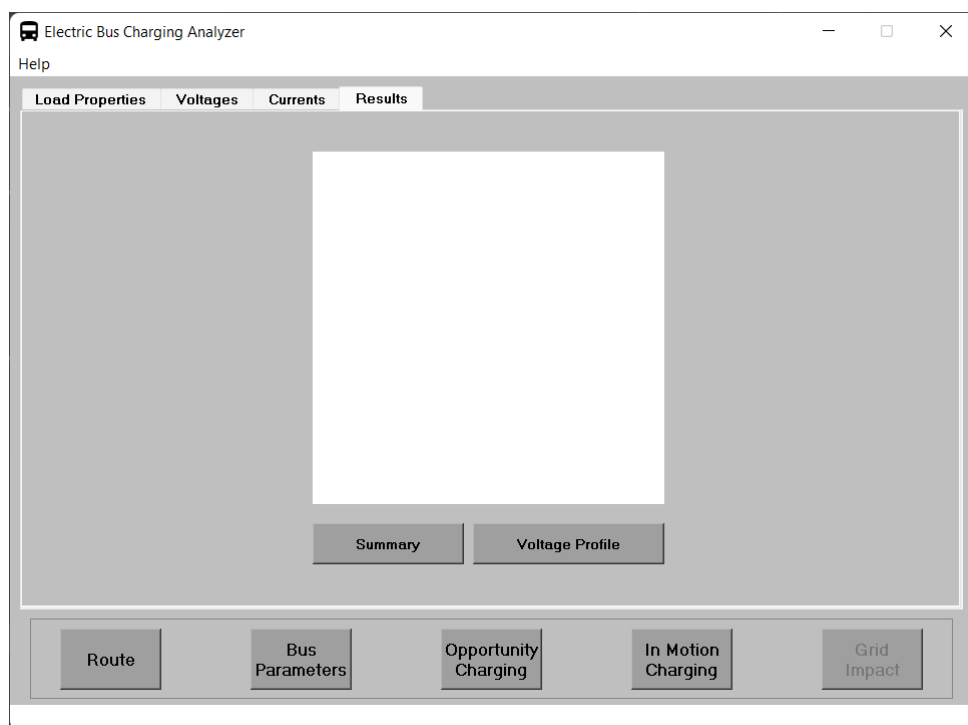


Figura 16: Pestaña **Grid Impact>Results**.

4. Ejemplo: Uso de Electric Bus Charging Analyzer para analizar la Ruta U30 del Transmetro de Barranquilla: Sistema IEEE 37 nodos

En la siguiente sección se mostrará el funcionamiento paso a paso de la herramienta operando con los datos base para los parámetros del bus, curva de velocidad, flota y datos para ambos tipos de carga.

4.1. Búsqueda, selección y simulación de Ruta

1. Primero, se debe presionar el botón **Search File** para buscar el archivo **.feather** o **.csv** como se muestra en la figura 17.

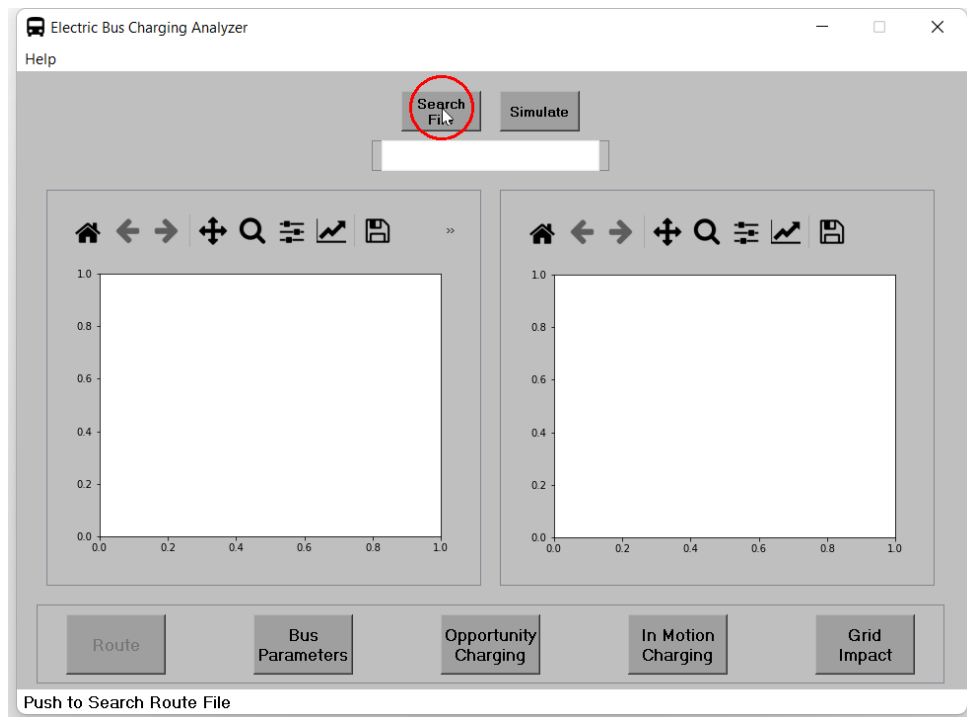


Figura 17: Búsqueda de archivo.

2. En segundo lugar, se debe seleccionar el archivo y presionar **Abrir** como se muestra en la figura 18.

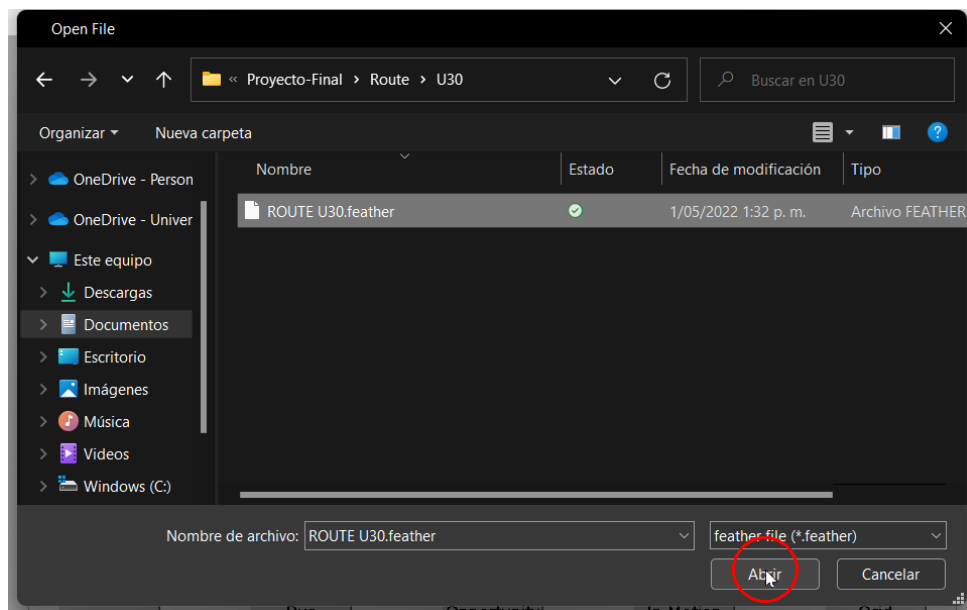


Figura 18: Selección de archivo.

3. Luego se debe simular la ruta presionando el botón **Simulate** como se muestra en la figura 19.

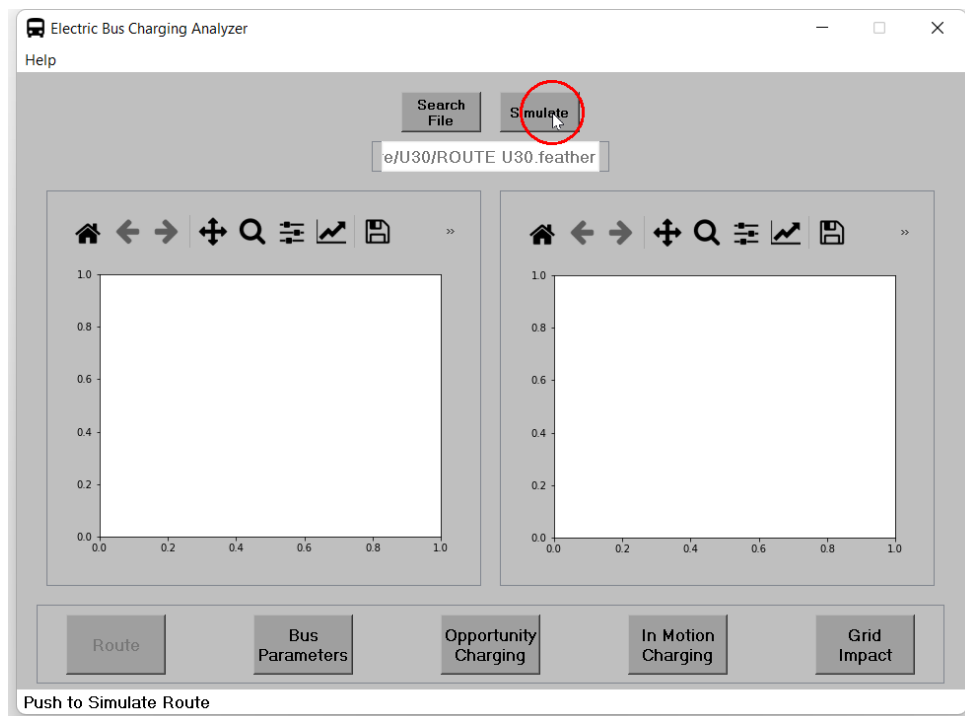


Figura 19: Simulación de la ruta.

4. Finalmente, luego de obtener las gráficas de la simulación, se puede pasar a la siguiente pestaña presionando el botón **Bus Parameters** tal como se muestra en la figura 20.

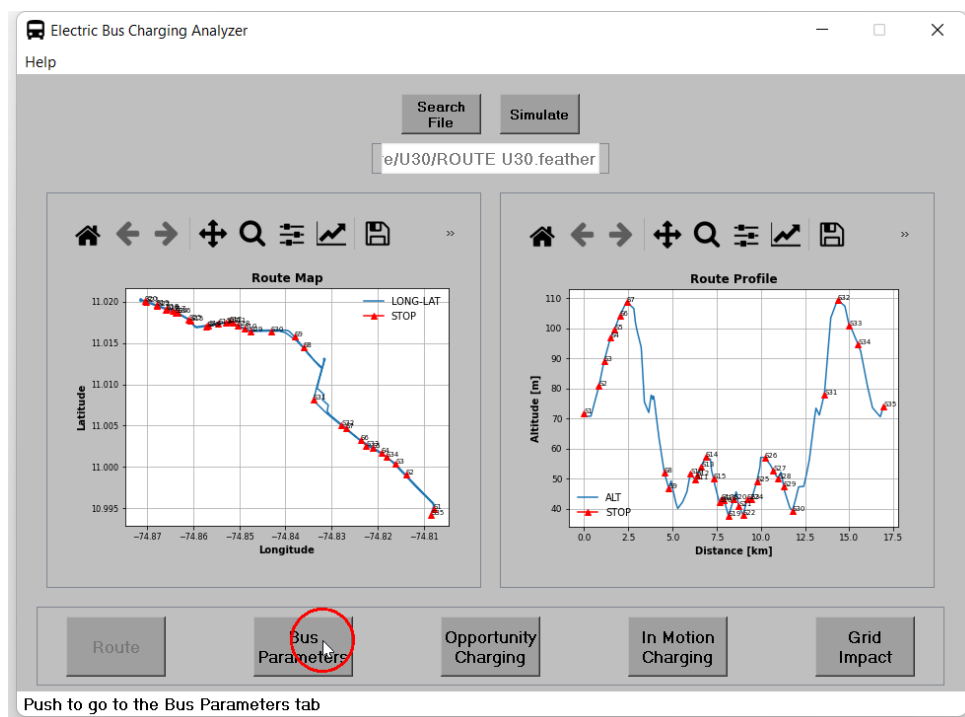


Figura 20: Visualización de resultados y cambio de ventana.

4.2. Configuración de bus, flota y diagrama de operación

1. Primero, se generan gráficas de velocidad y distancia del bus presionando el botón **Plot** tal y como se muestra en la figura 21. Luego se debe pasar a la pestaña **Bus Fleet Data** como se muestra en la figura 22

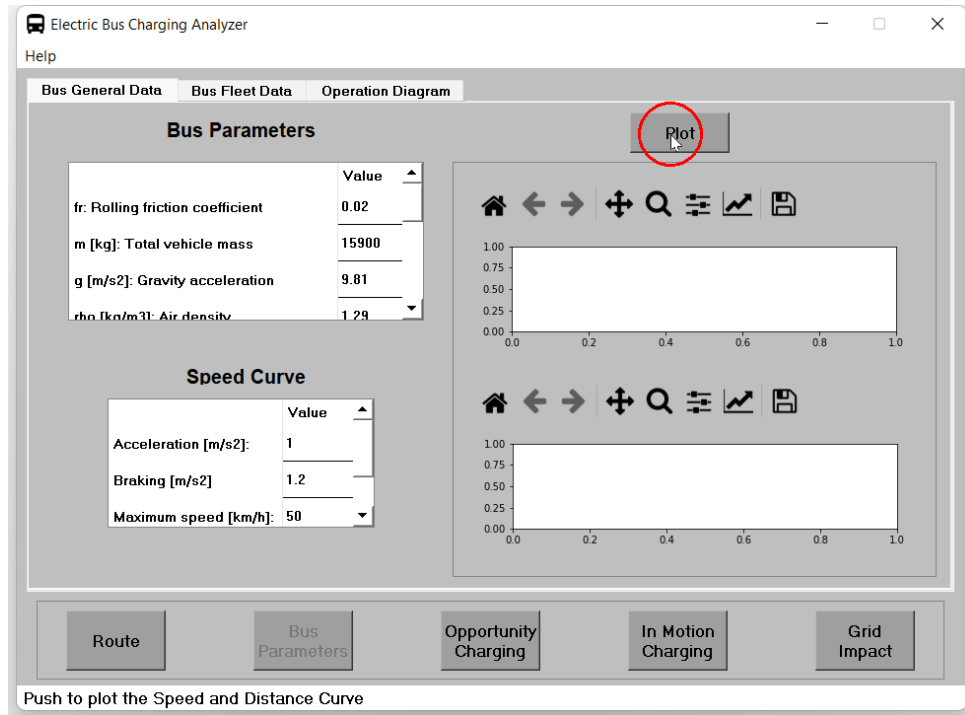


Figura 21: Creación de gráficas de velocidad y distancia.

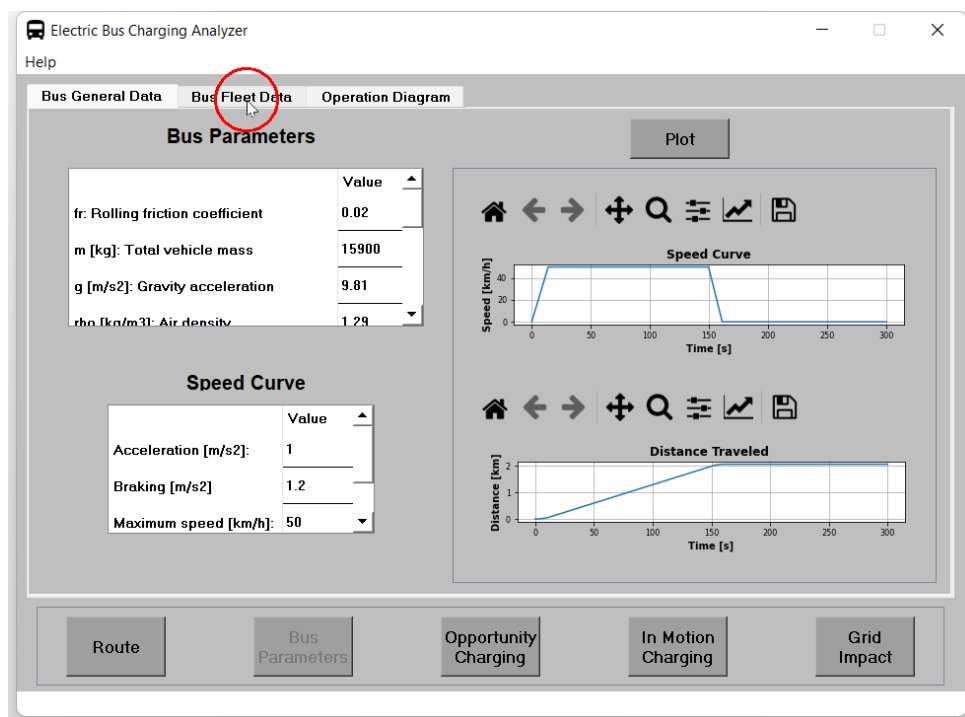


Figura 22: Visualización de resultados y cambio de ventana.

2. En segundo lugar, se definen los parámetros de la flota a analizar y luego se procede a la siguiente pestaña presionando **Operation Diagram** como se muestra en la figura 23.

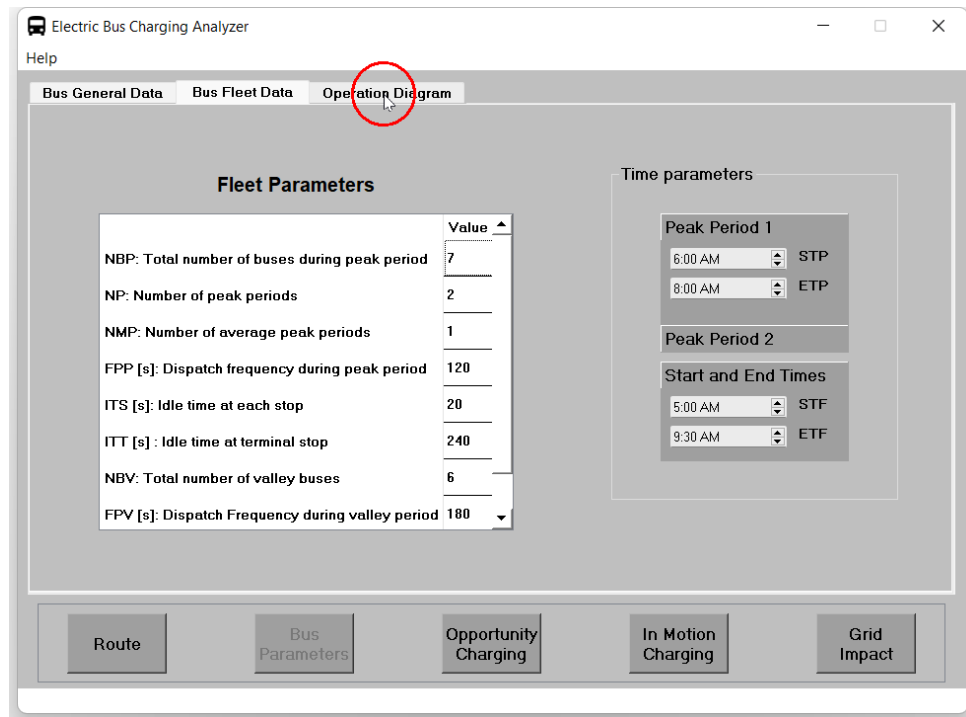


Figura 23: Configuración de los parámetros de la flota.

3. Ahora, se presiona el botón **Generate Operation Diagram** tal como se muestra en la figura 24 para generar el diagrama de operación.

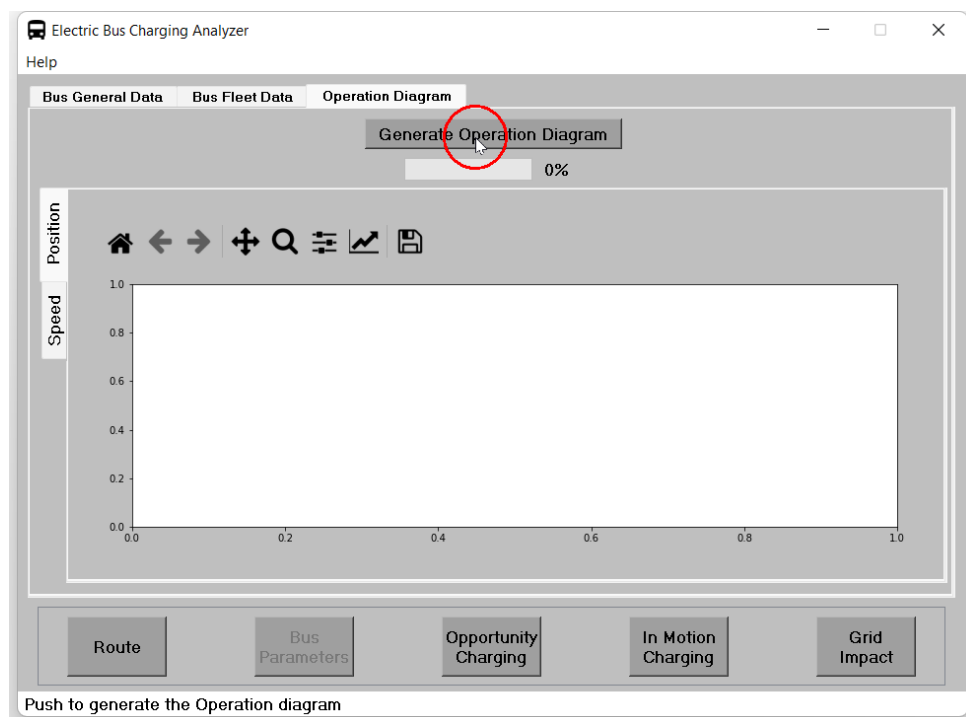


Figura 24: Configuración de los parámetros de la flota.

- Finalmente, luego se que la barra de carga termine y se visualice el diagrama de operación, se procede a pasar a la siguiente ventana presionando el botón **Opportunity Charging** como se muestra en la figura 25.

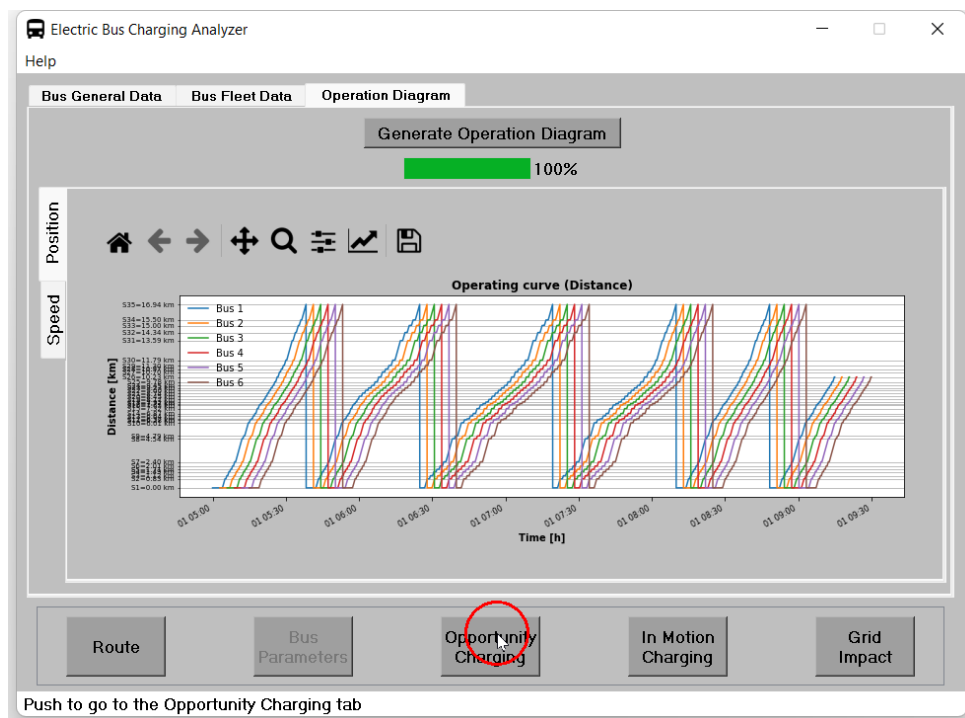


Figura 25: Configuración de los parámetros de la flota.

4.3. Configuración y simulación (Recarga de Oportunidad)

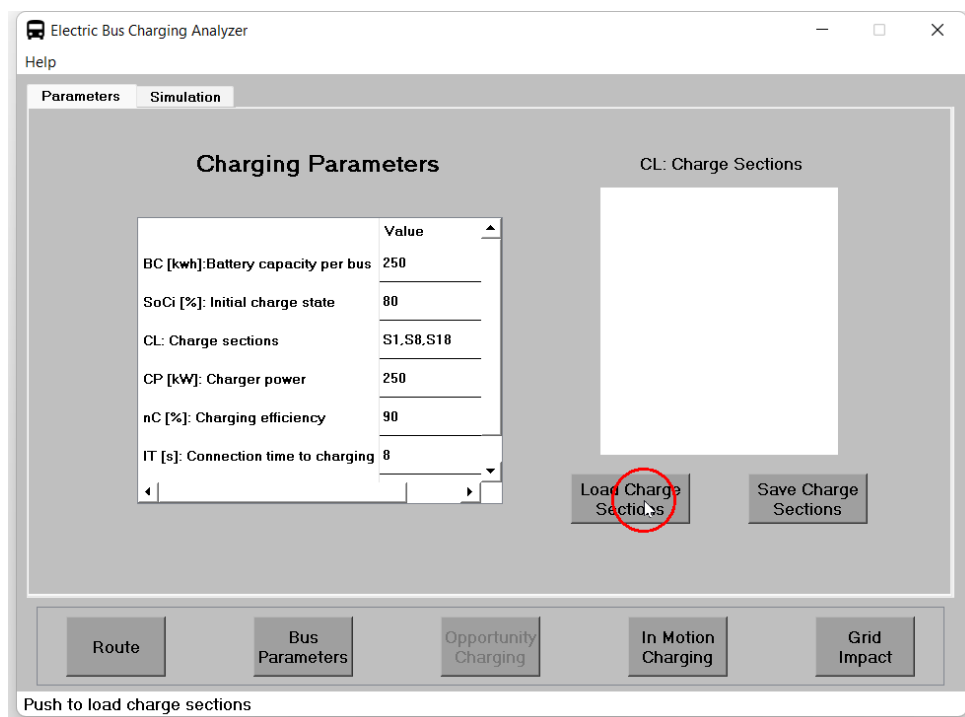


Figura 26: Cargar paradas para selección de posición de cargadores.

1. Se deben cargar las paradas de la ruta, por lo que se presiona el botón **Load Charge Sections** como se muestra en la figura 26 para poder seleccionar las posiciones de los cargadores. Luego, se seleccionan las paradas donde se desean posicionar los cargadores tal como se muestra en la figura 27 y se definen los parámetros de la tabla.

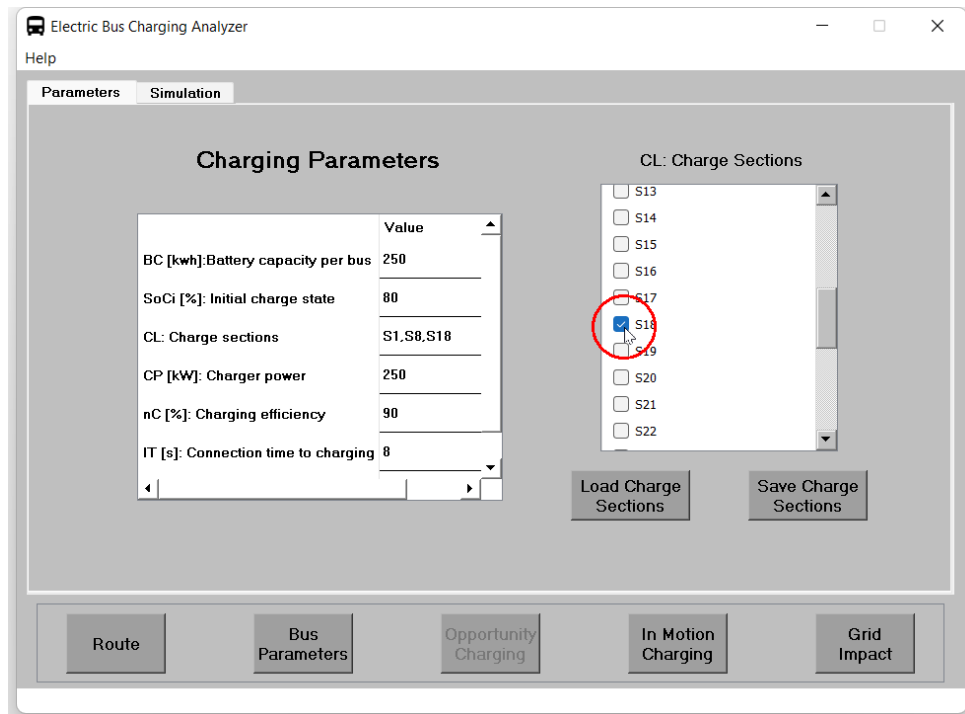


Figura 27: Selección de paradas para posicionamiento de cargadores.

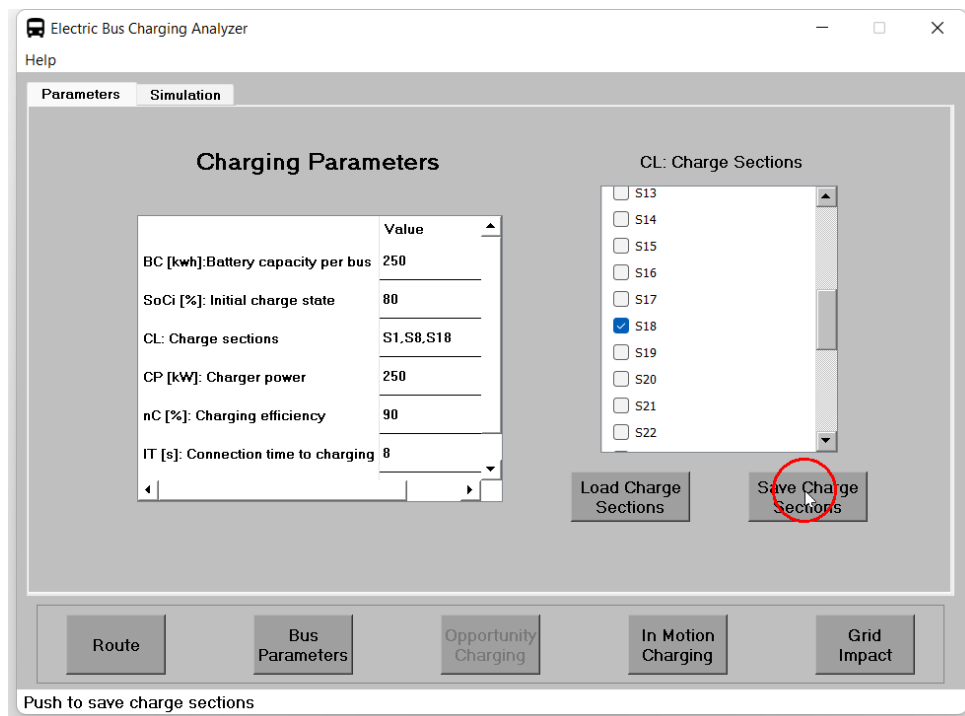


Figura 28: Guardar posiciones de cargadores.

2. Ahora, se procede a guardar las paradas presionando el botón **Save Charge Sections** como se muestra en la figura 28. Luego se puede proceder a la pestaña **Simulation** como se ve en la figura 29.

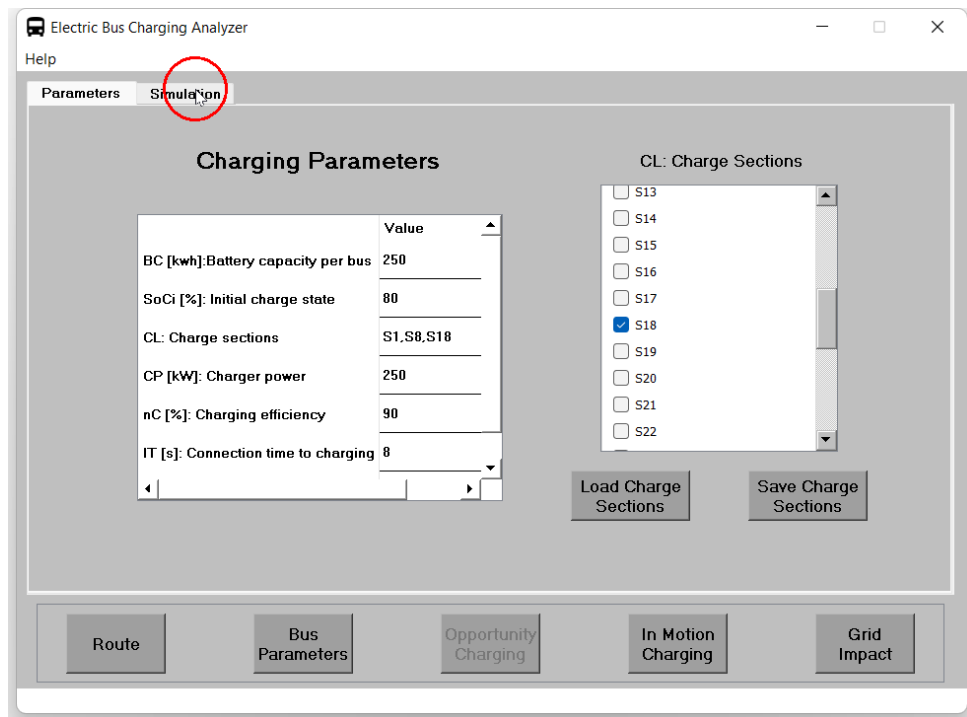


Figura 29: Cambio a pestaña de simulación.

3. Ahora, se presiona el botón **Load simulation** para cargar la simulación (figura 30).

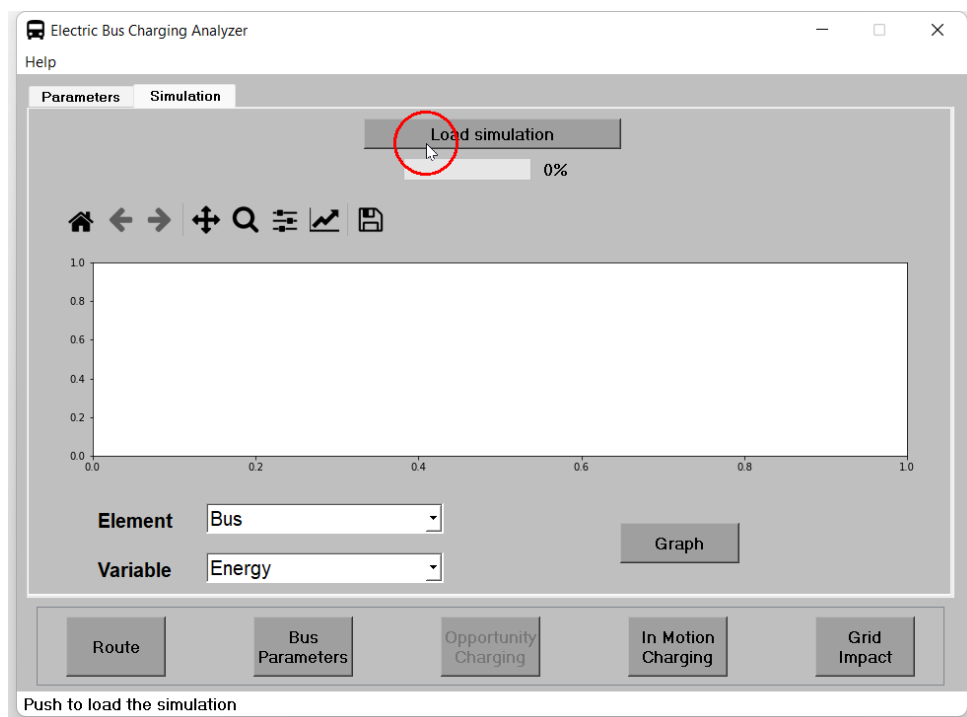


Figura 30: Cargar simulación.

4. Cuando la barra de carga llegue a 100 %, se procede a presionar **graph** (figura 31).

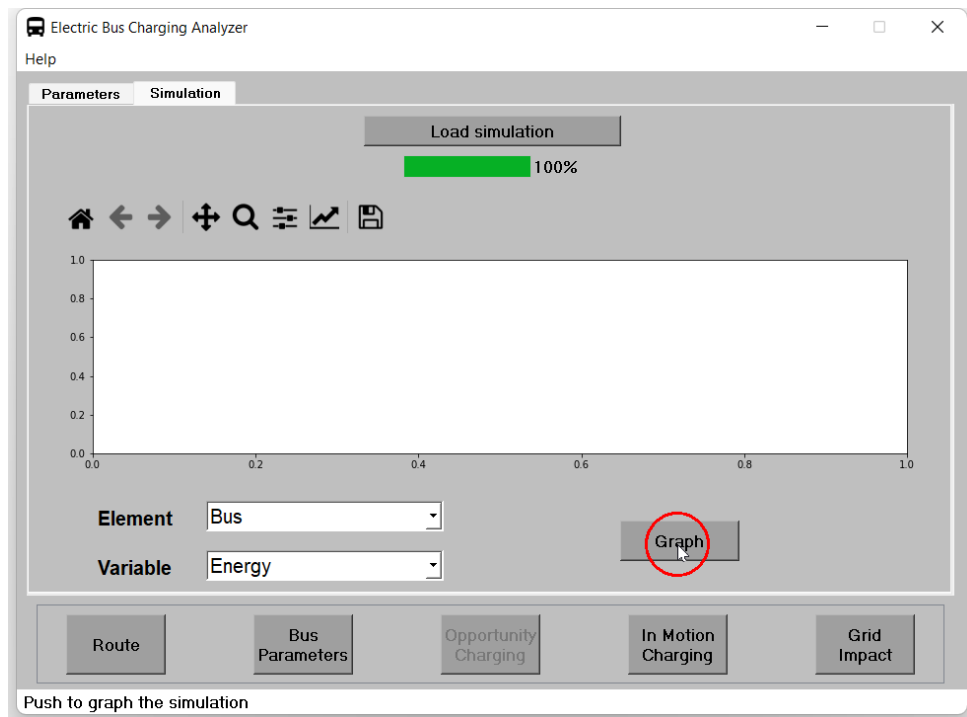


Figura 31: Generar gráfica de simulación.

5. Se puede visualizar otra variable, seleccionándola en la lista desplegable como se muestra en figura 32.

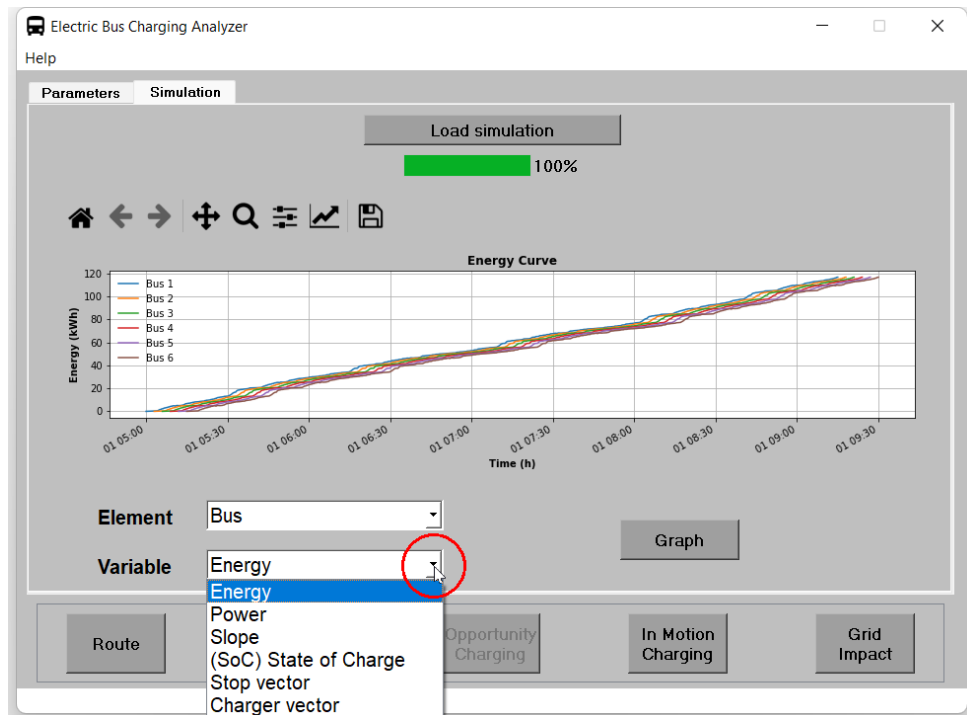


Figura 32: Seleccionar otra variable para gráfica.

En este caso se seleccionó la opción (SoC) State of Charge, para luego generar su gráfica presionando el botón Graph como se muestra en la figura 33.

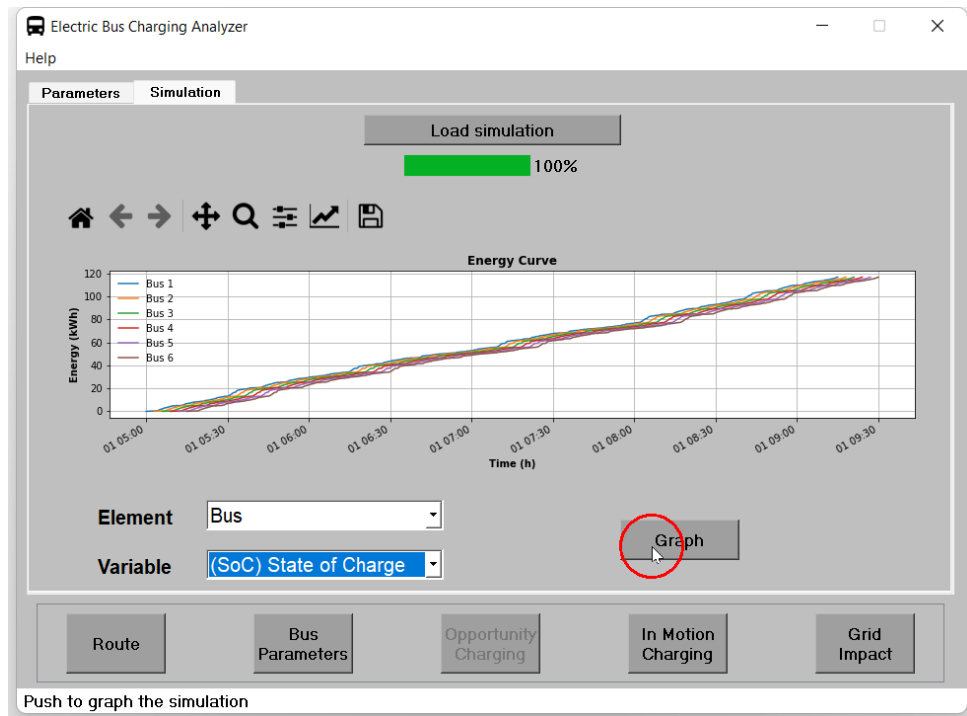


Figura 33: Generar gráfica de simulación.

6. Luego, se selecciona el elemento Charger con en la figura 34.

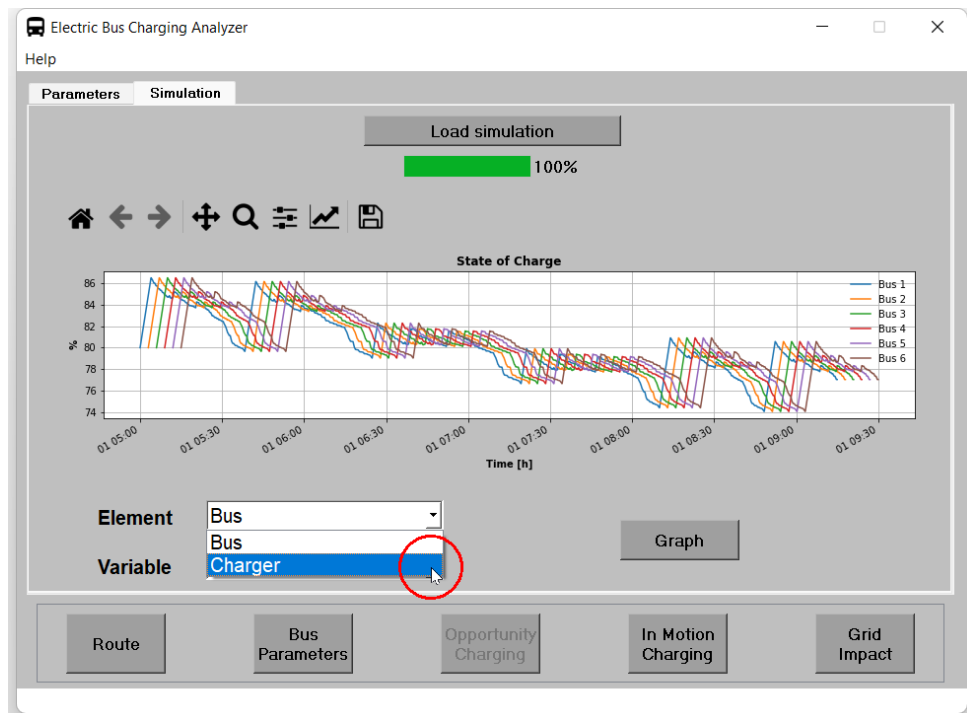


Figura 34: Cambiar elemento de simulación.

Posterior a esto, se presiona el botón **Graph** para generar la gráfica correspondiente al elemento (figura 35).

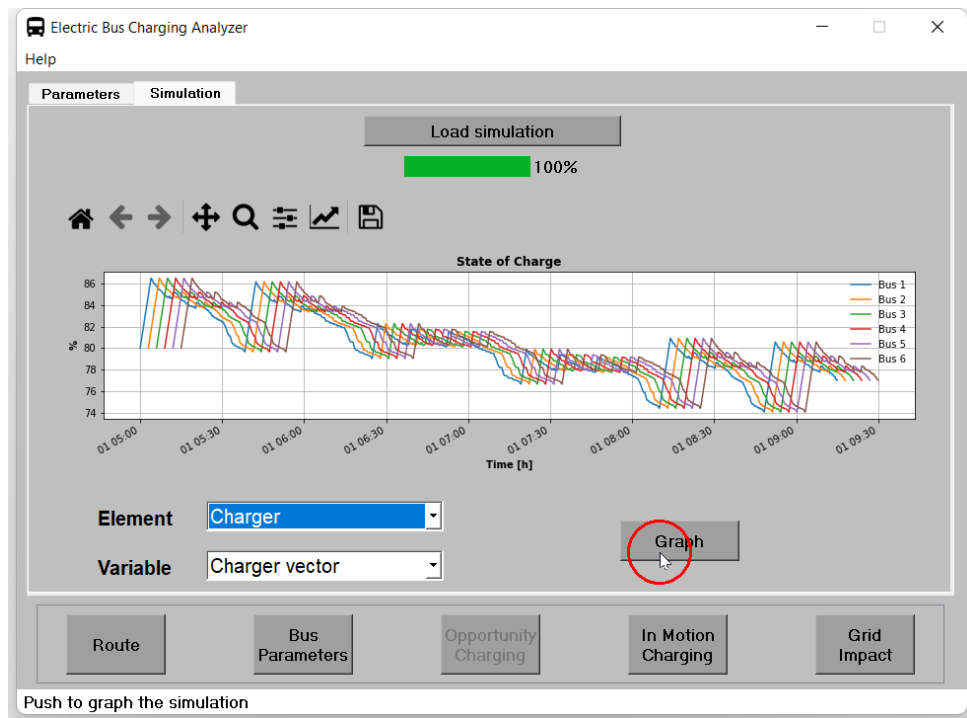


Figura 35: Generar gráfica de simulación.

7. Finalmente, después se puede pasar a ventana de carga en movimiento presionando el botón **In Motion Charging** como se muestra en la figura 36.

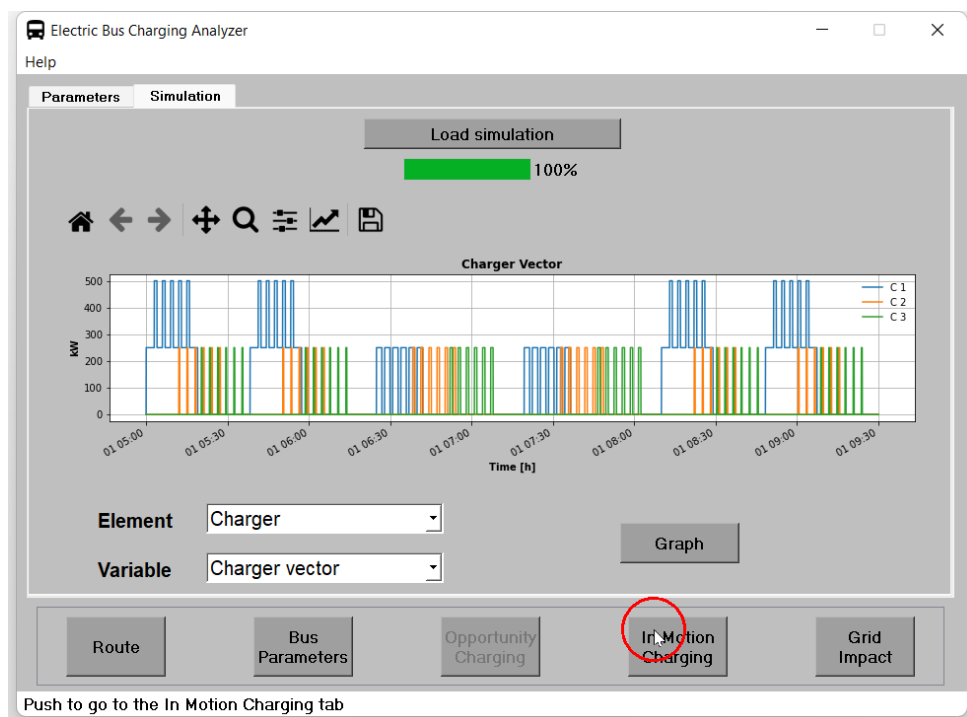


Figura 36: Cambiar de ventana.

4.4. Configuración y simulación (Recarga en movimiento)

1. Se presiona el botón **Load Charge Sections** para cargar las opciones de selección de secciones electrificadas de la ruta (figura 37).

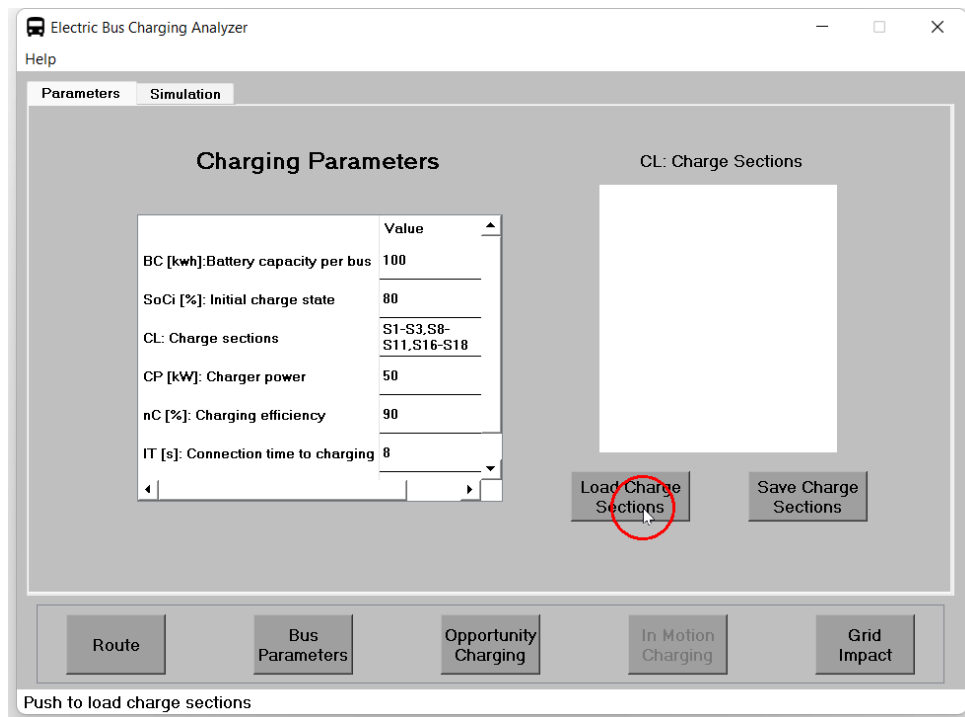


Figura 37: Cargar paradas para selección de posición de cargadores.

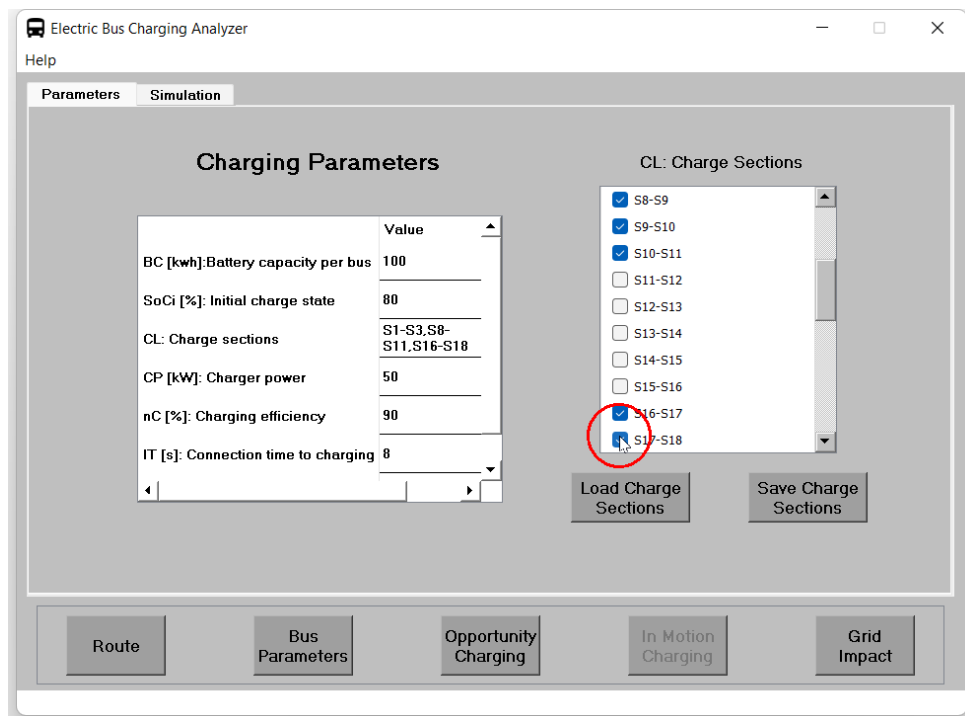


Figura 38: Selección de paradas para posicionamiento de cargadores.

Luego, se seleccionan las secciones electrificadas donde se desean posicionar las secciones electrificadas tal como se muestra en la figura 38 y se definen los parámetros de la tabla.

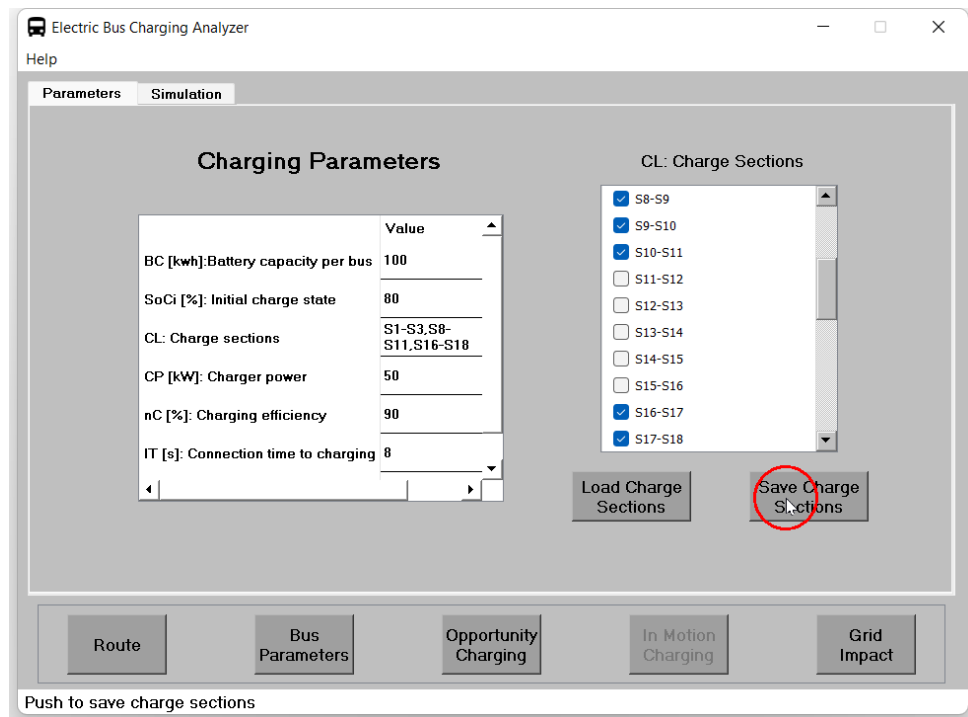


Figura 39: Guardar posiciones de cargadores.

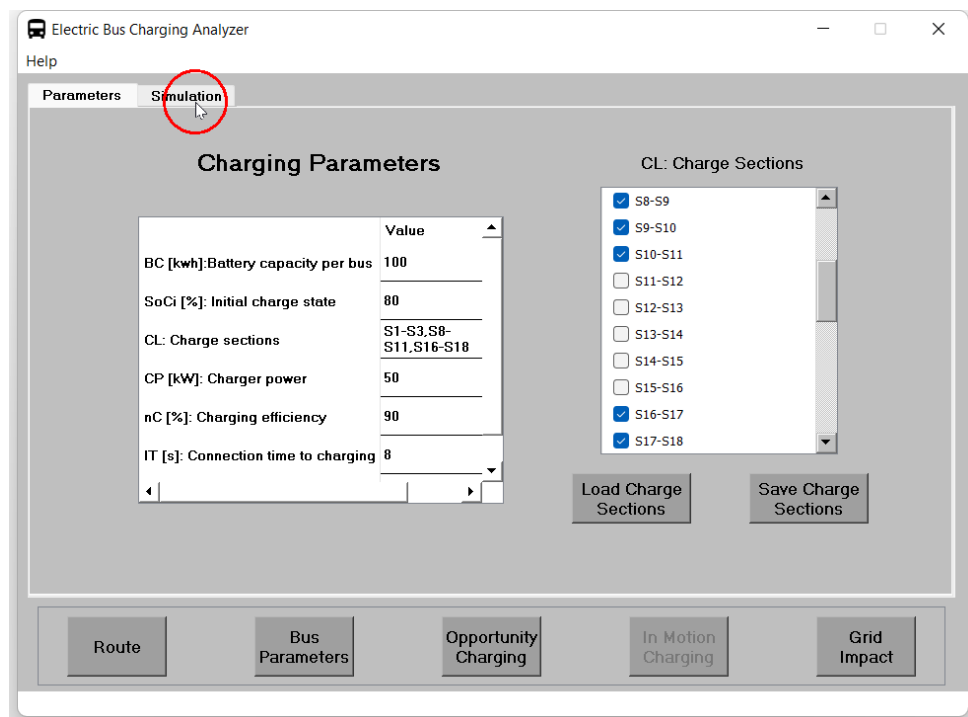


Figura 40: Cambio a pestaña de simulación.

- Ahora, se procede a guardar las secciones electrificadas presionando el botón **Save Charge Sections**

como se muestra en la figura 39. Luego se puede proceder a la pestaña **Simulation** como se ve en la figura 40.

3. Ahora, se presiona el botón **Load simulation** para cargar la simulación (figura 41).

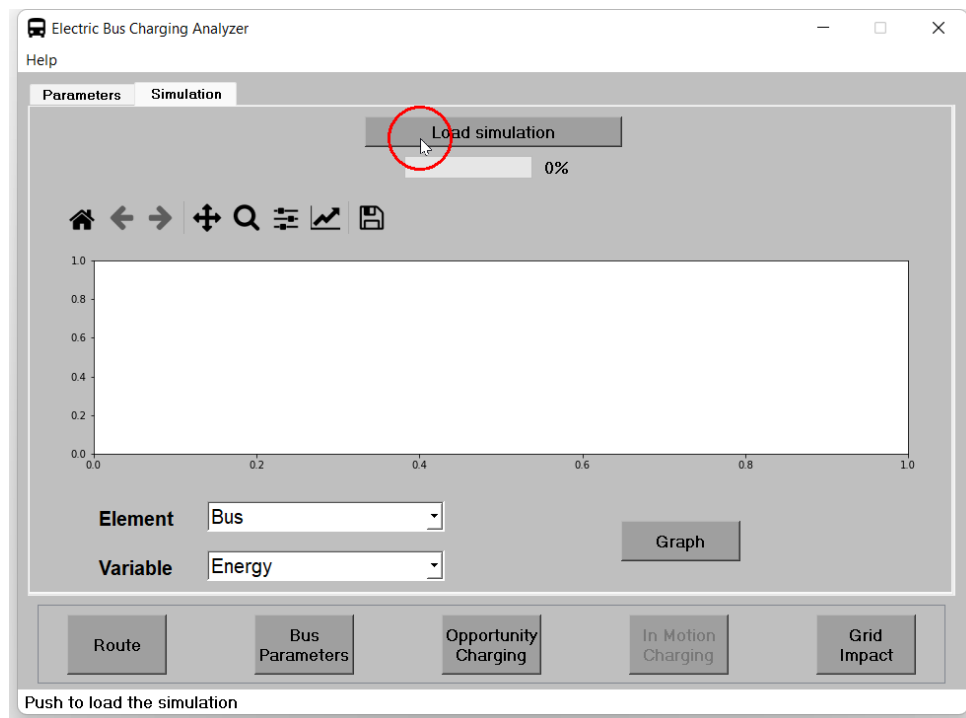


Figura 41: Cargar simulación.

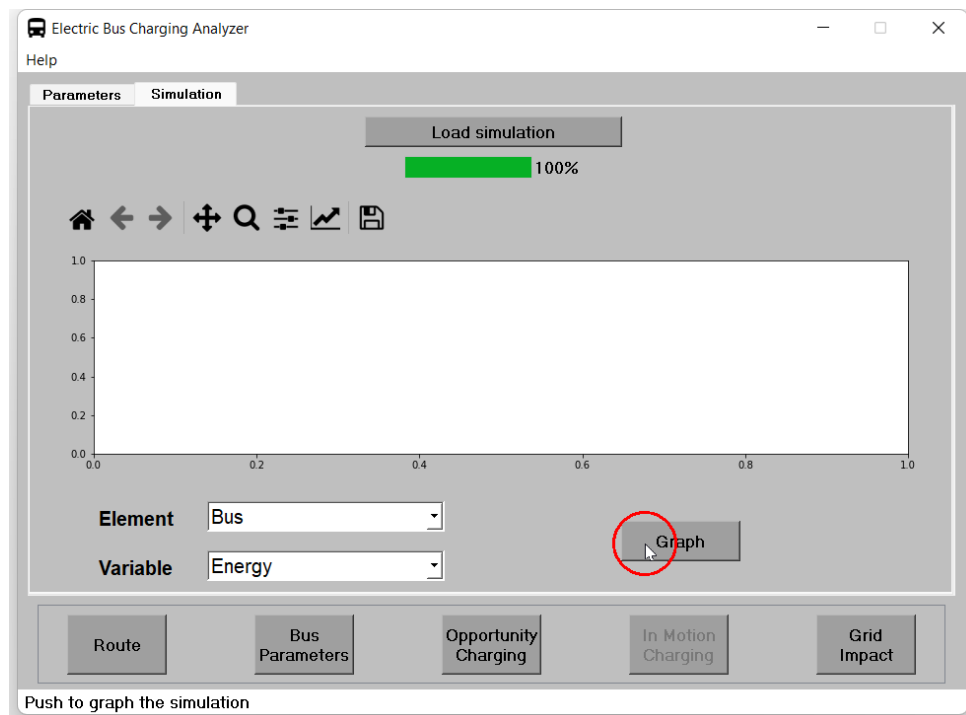


Figura 42: Generar gráfica de simulación.

4. Cuando la barra de carga llegue a 100 %, se procede a presionar **graph** (figura 42).
5. Se puede visualizar otra variable, seleccionándola en la lista desplegable como se muestra en figura 43.

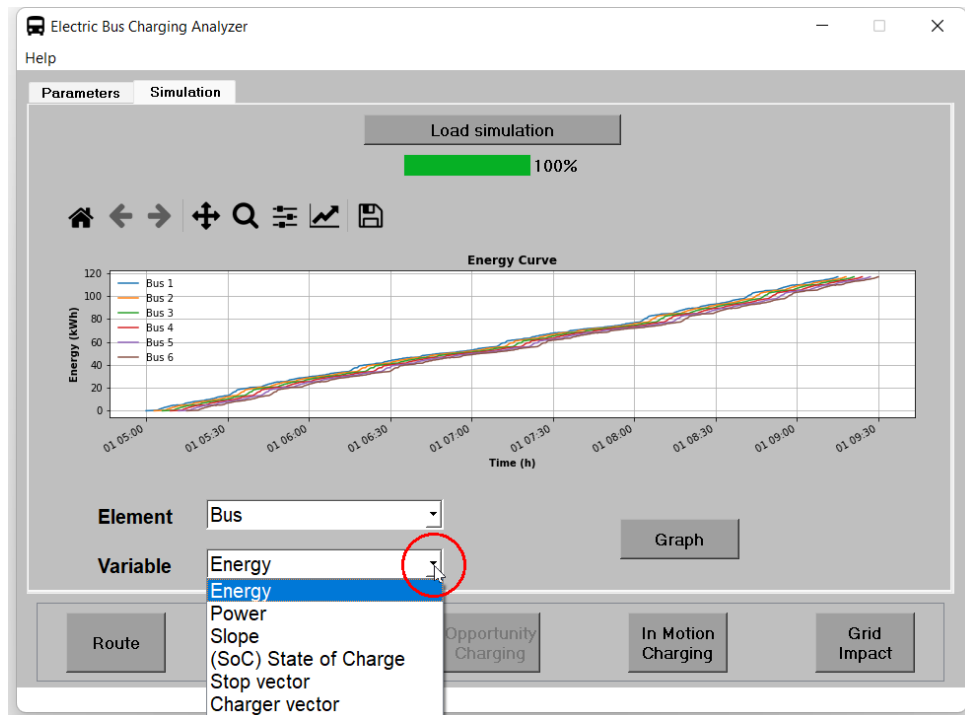


Figura 43: Seleccionar otra variable para gráfica.

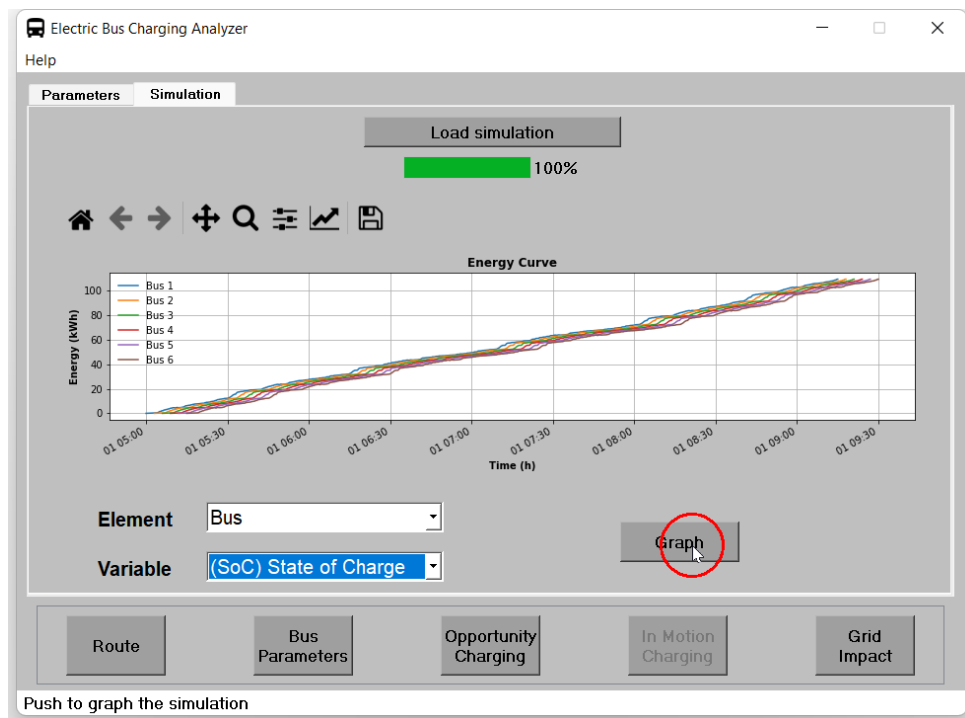


Figura 44: Generar gráfica de simulación.

En este caso se seleccionó la opción (SoC) State of Charge, para luego generar su gráfica presionando el botón Graph como se muestra en la figura 44.

6. Luego, se selecciona el elemento Charger con en la figura 45.

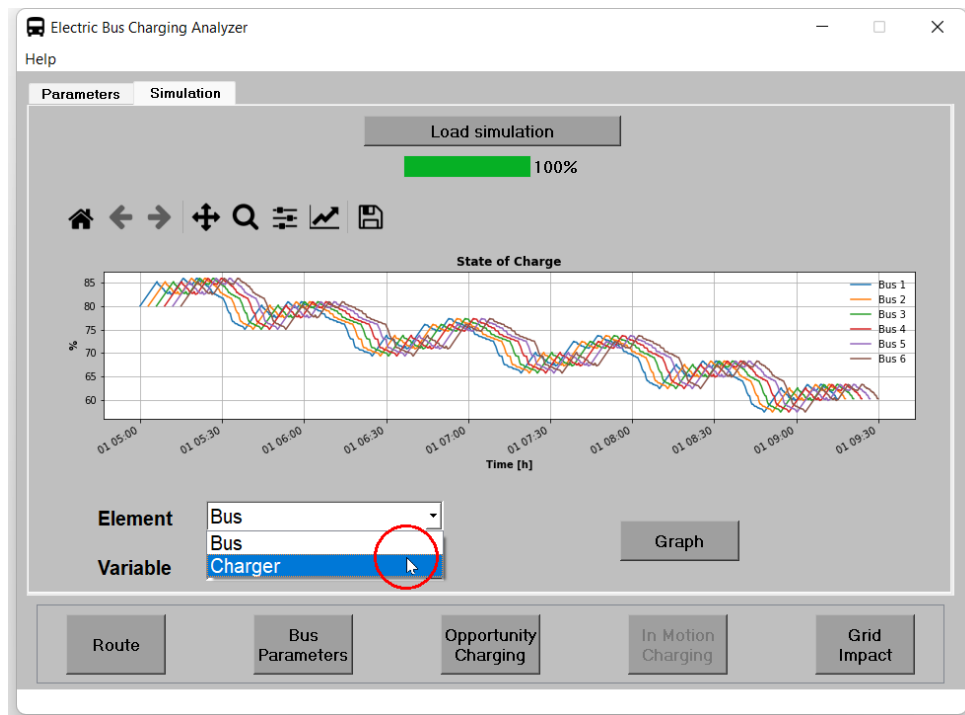


Figura 45: Cambiar elemento de simulación.

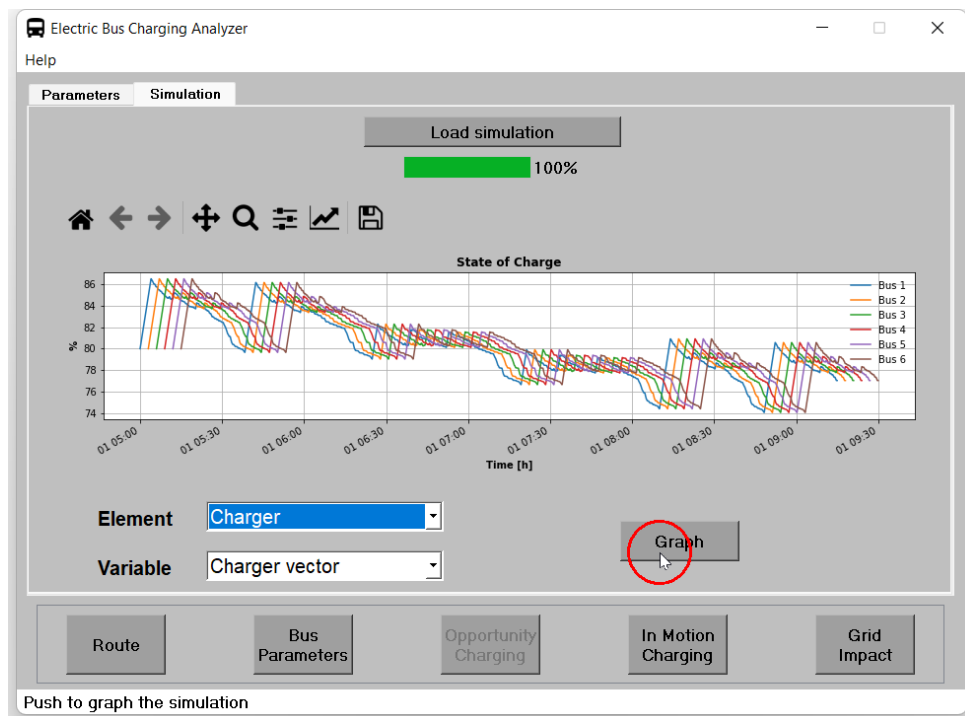


Figura 46: Generar gráfica de simulación.

Posterior a esto, se presiona el botón **Graph** para generar la gráfica correspondiente al elemento (figura 46).

7. Finalmente, después se puede pasar a ventana de carga en movimiento presionando el botón **In Motion Charging** como se muestra en la figura 47.

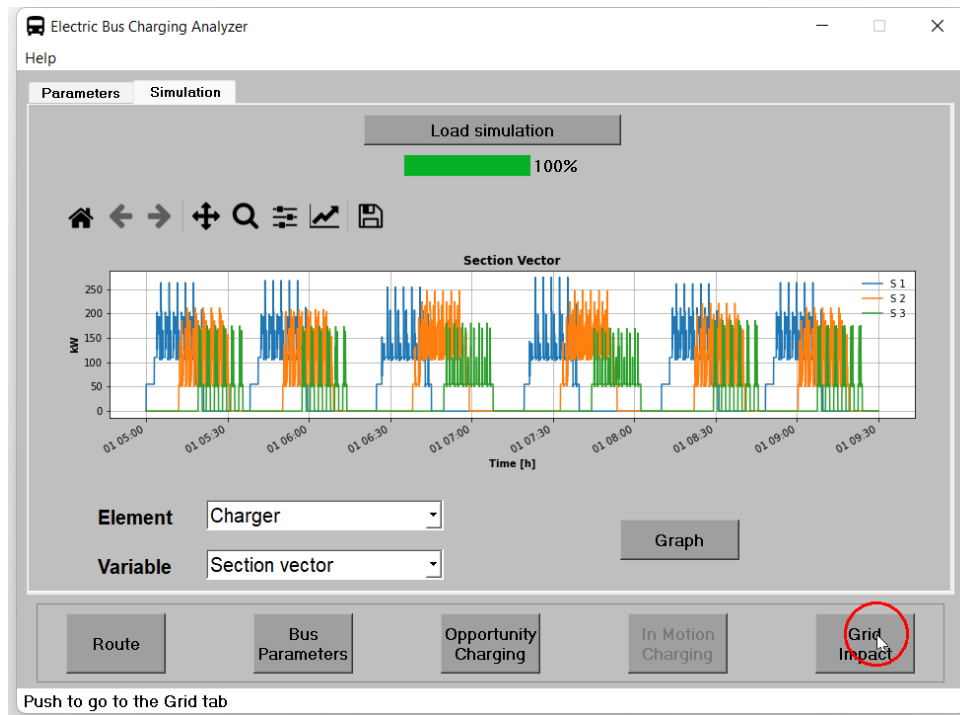


Figura 47: Cambiar de ventana.

4.5. Asignación y simulación en la red

1. Primeramente, se presiona el botón **Search File** como se muestra en la figura 48 para buscar el archivo **.dss**.

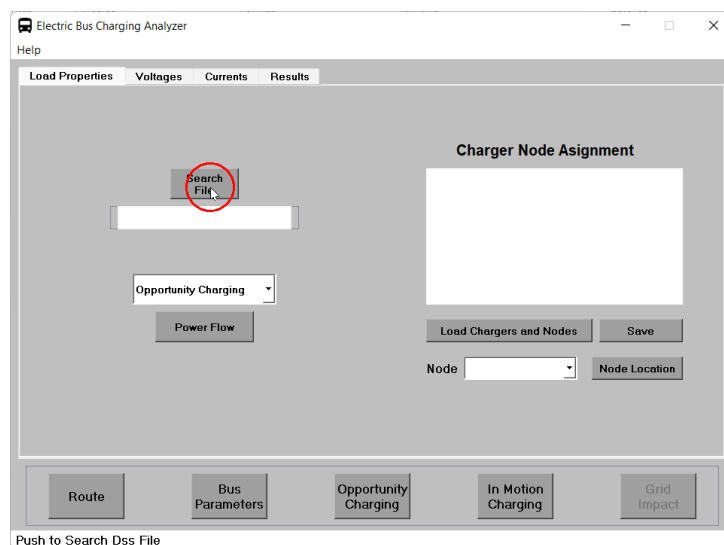


Figura 48: Búsqueda de archivo.

2. Luego, se selecciona el archivo del circuito a modelar y se presiona **Abrir** como se muestra en la figura 49.

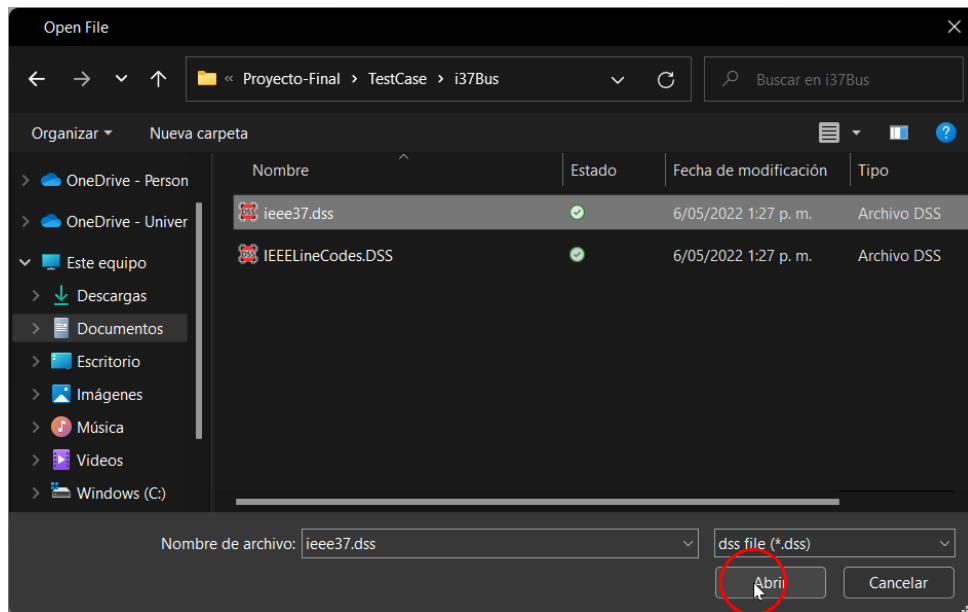


Figura 49: Selección de archivo.

3. Posteriormente, se presiona el botón **Load Chargers and Nodes** como se muestra en la figura 50 para cargar los cargadores y los nodos del sistema.

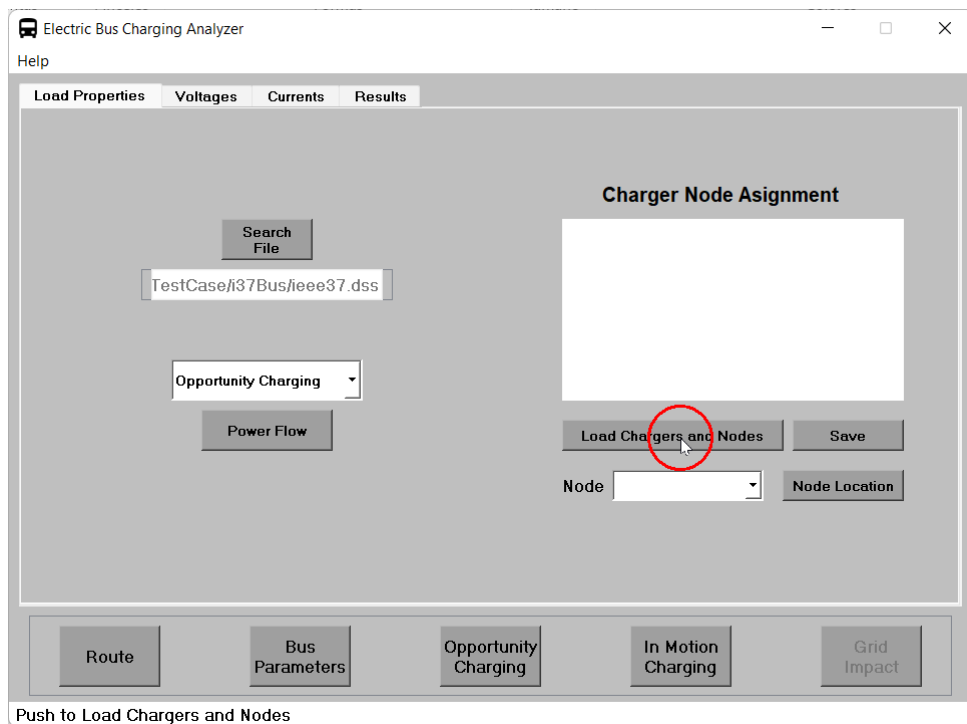


Figura 50: Cargar cargadores y nodos.

4. Seguidamente, se asigna un nodo a cada cargador de la ruta como se muestra en la figura

51.

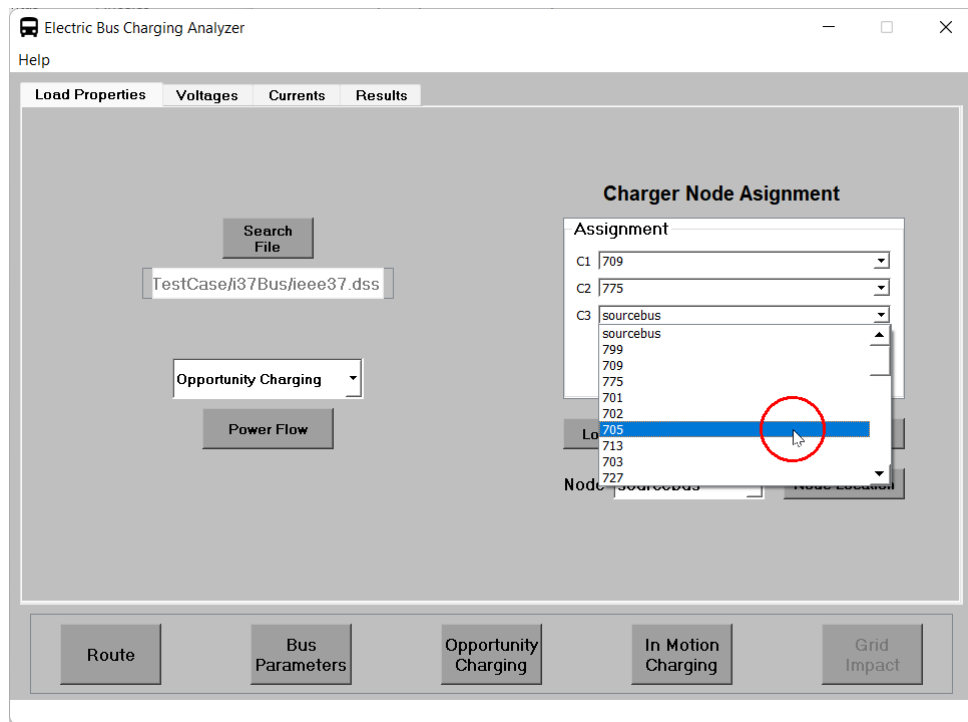


Figura 51: Asignación de nodos.

5. Ahora, se presiona el botón **Save** como se muestra en la figura 52 para guardar la asignación de los nodos de los cargadores.

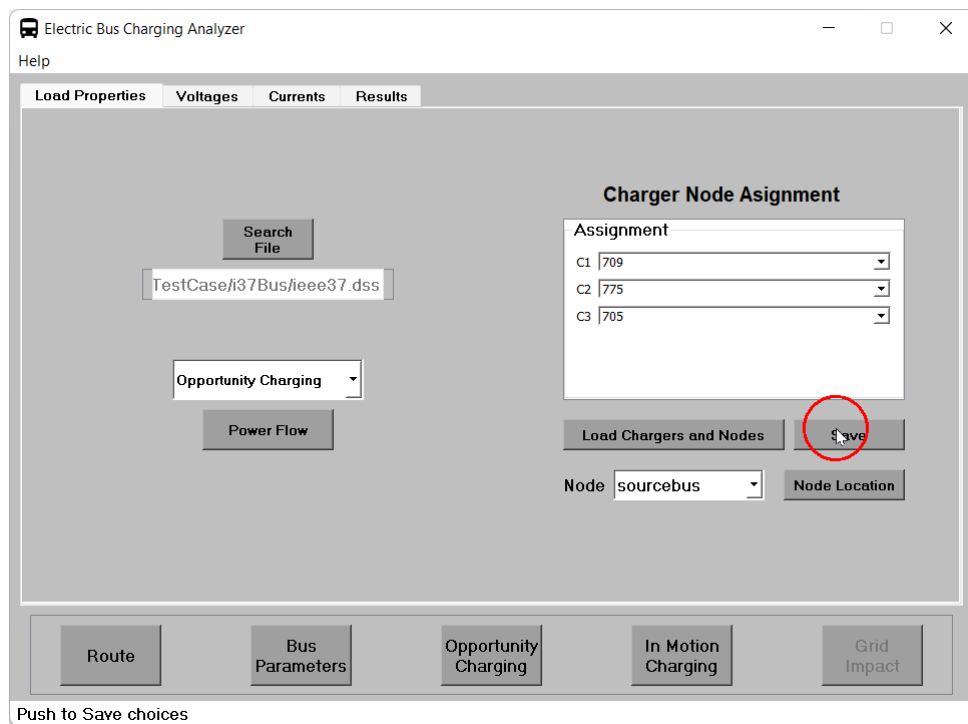


Figura 52: Guardar asignación.

6. Si se desea saber la posición del nodo en el circuito, seleccionar un nodo en la barra desplegable **Node** y presionar el botón **Node Location** tal como se muestra en la figura 53 y se abrirá la ventana emergente mostrada en la figura 54.

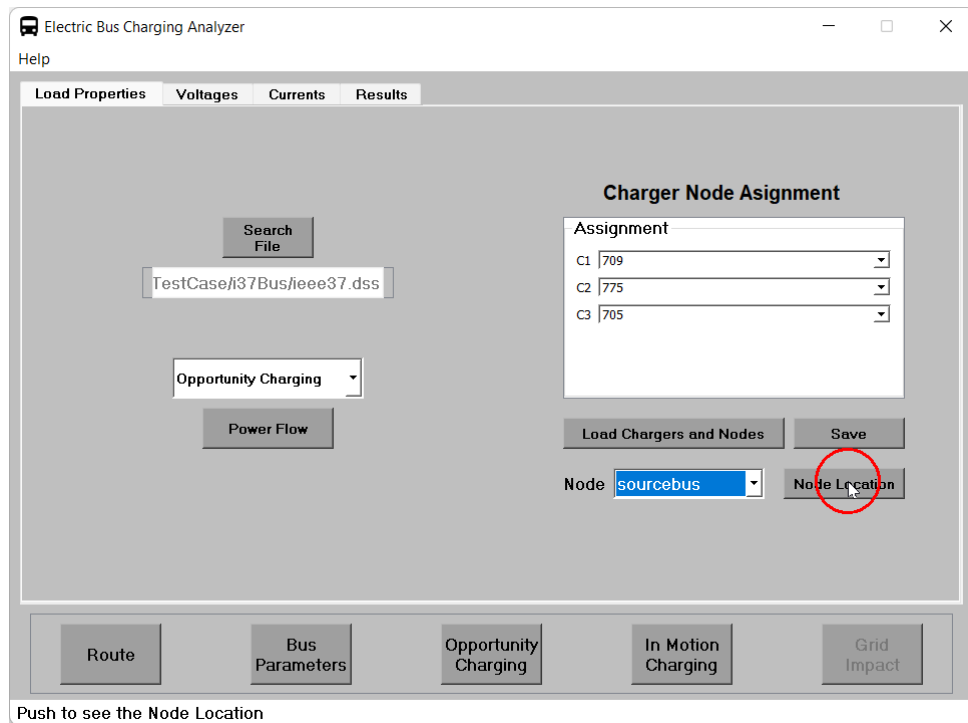


Figura 53: Localizar nodo.

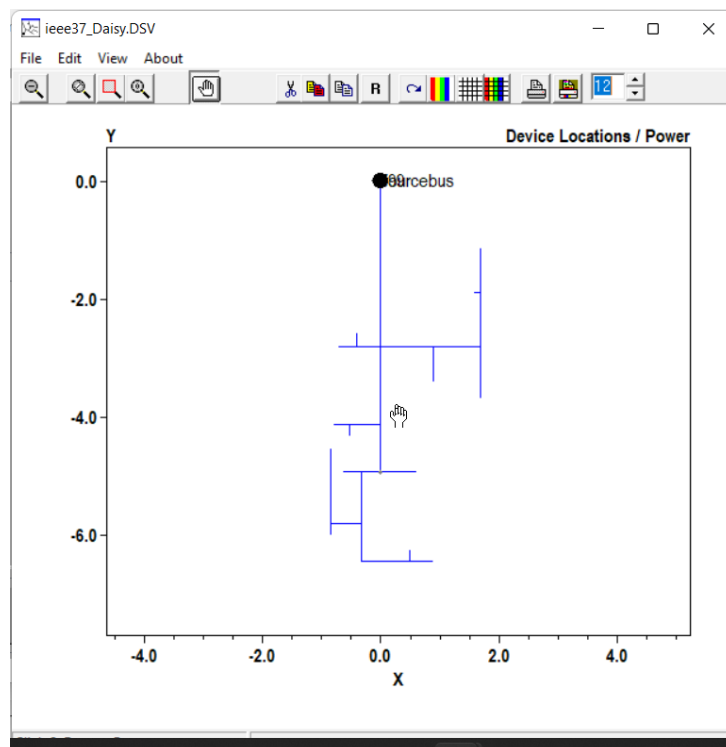


Figura 54: Localización de nodo.

7. Cerrar la ventana emergente como se muestra en la figura 55.

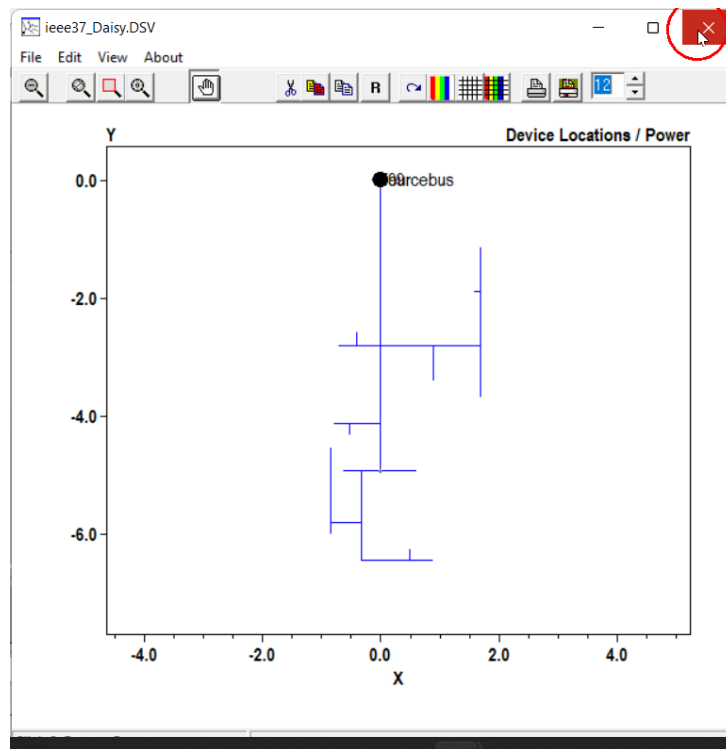


Figura 55: Cerrar ventana.

8. Se presiona el botón **Power Flow** como se muestra en la figura 56 para simular un flujo de potencia del circuito.

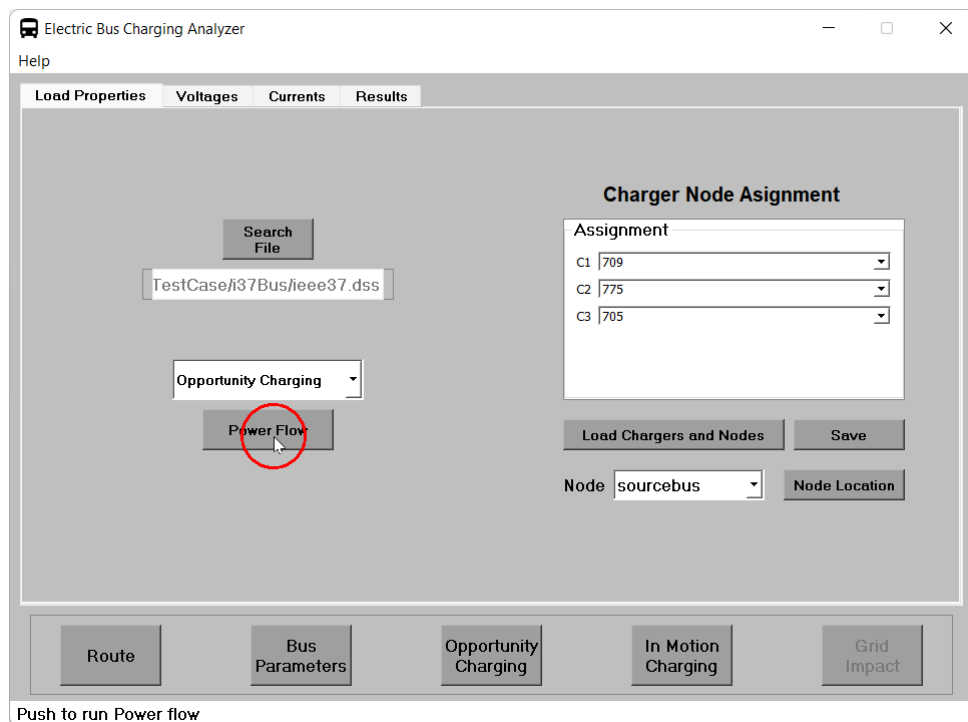


Figura 56: Flujo de potencias.

9. Se selecciona la pestaña **Voltages** tal como se muestra en la figura 57.

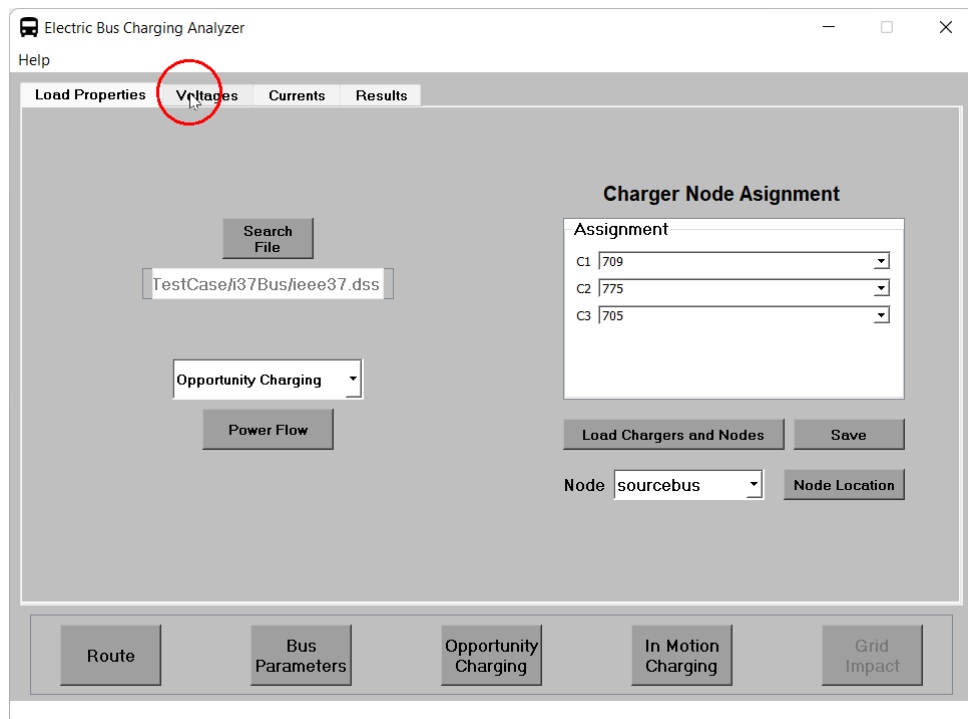


Figura 57: Cambiar de pestaña.

10. Se selecciona el nodo cuya tensión se va a graficar en la barra desplegable como se muestra en la figura 58.

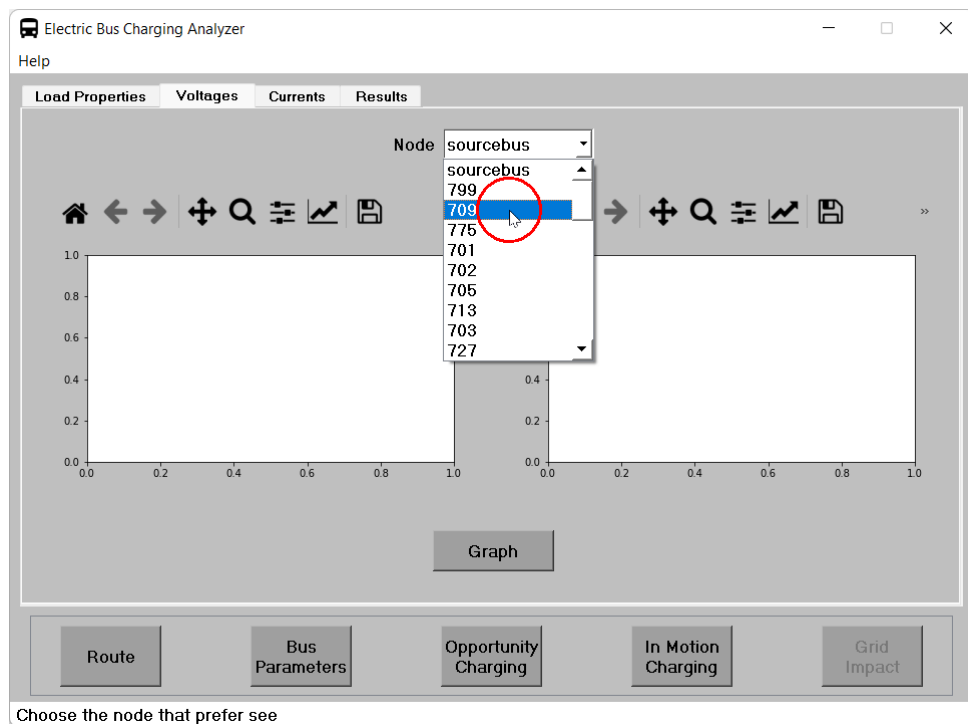


Figura 58: Seleccionar nodo.

11. seguidamente, se presiona el botón **Graph** tal como se muestra en la figura 59 para visualizar los gráficos de magnitud y ángulo de la tensión.

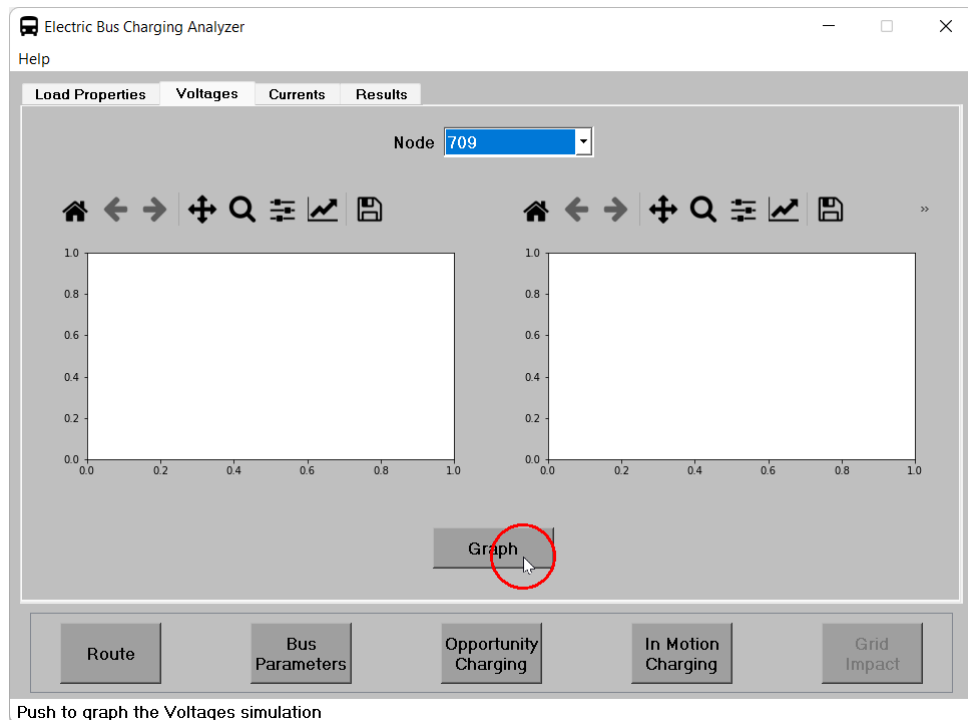


Figura 59: Graficar tensión.

12. Se cambia a la pestaña **Currents** haciendo click sobre esta como se muestra en la figura 60.

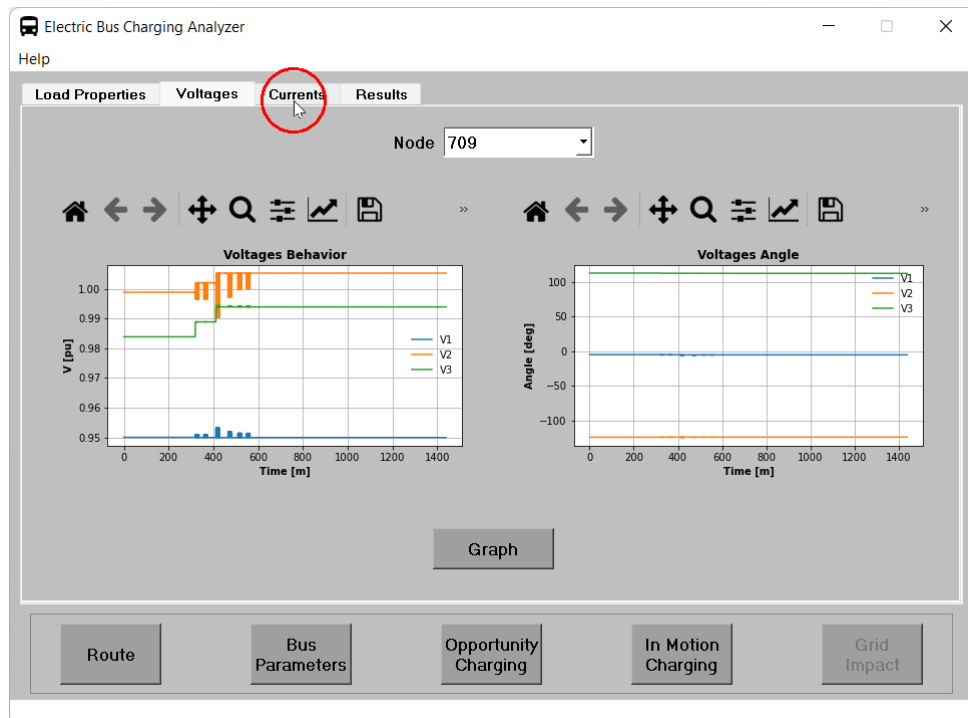


Figura 60: Cambiar de pestaña.

13. Seleccionar la línea cuya corriente se va a graficar en la barra desplegable como se muestra en la figura 61.

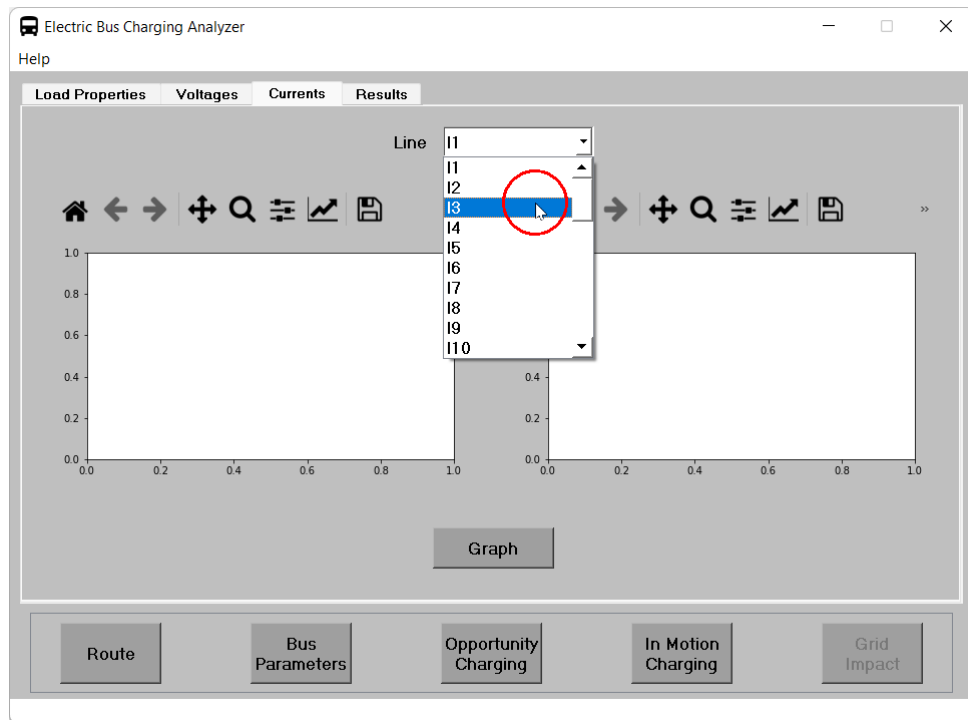


Figura 61: Seleccionar línea.

14. Luego, presionar el botón **Graph** como se muestra en la figura 62 para generar los gráficos de magnitud y ángulo de la corriente.

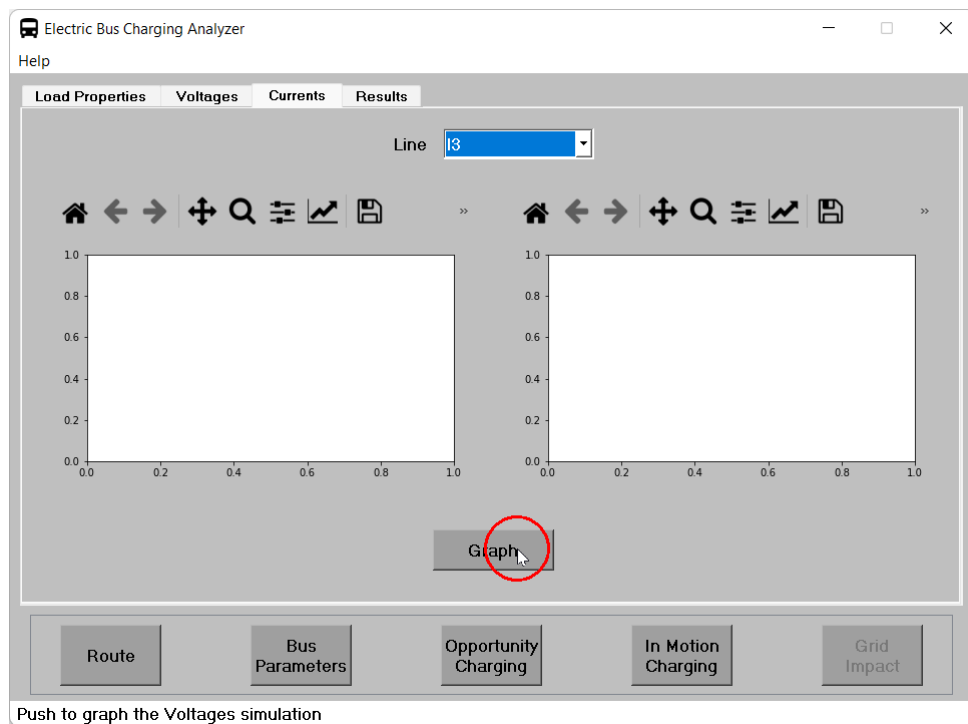


Figura 62: Graficar corriente.

15. Pasar a la pestaña **Results** como se muestra en la figura 63

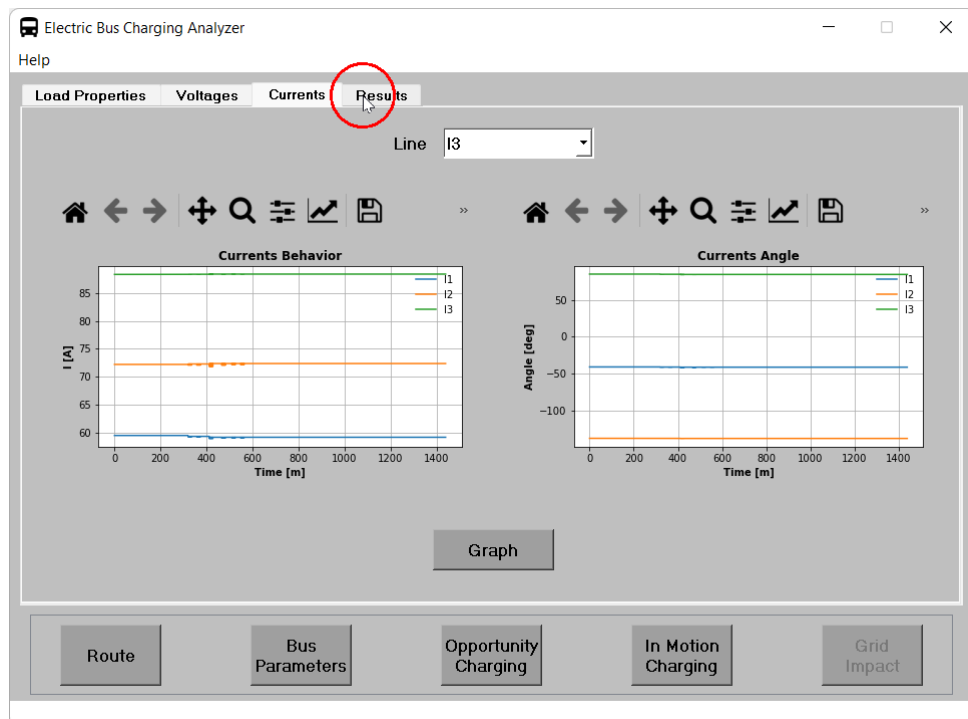


Figura 63: Cambiar de pestaña.

16. Presionar el botón **Summary** como se muestra en la figura 64 para visualizar el resumen del circuito al último minuto del día.

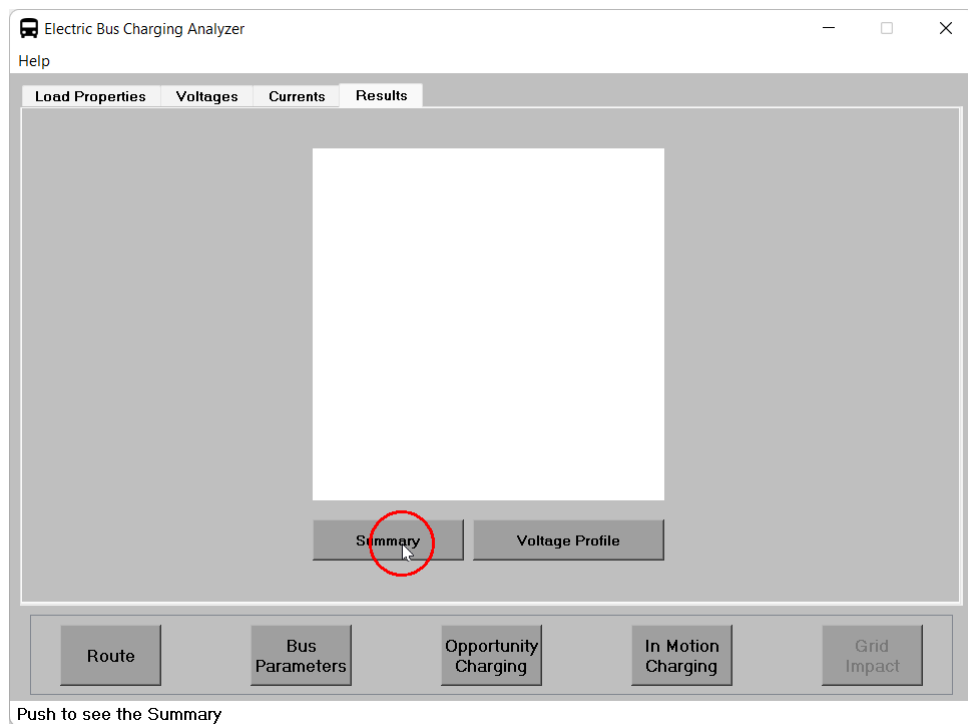


Figura 64: Resumen.

17. Ahora, Presionar el botón **Voltage Profile** como se muestra en la figura 65 el cual generará la ventana emergente mostrada en la figura 66.

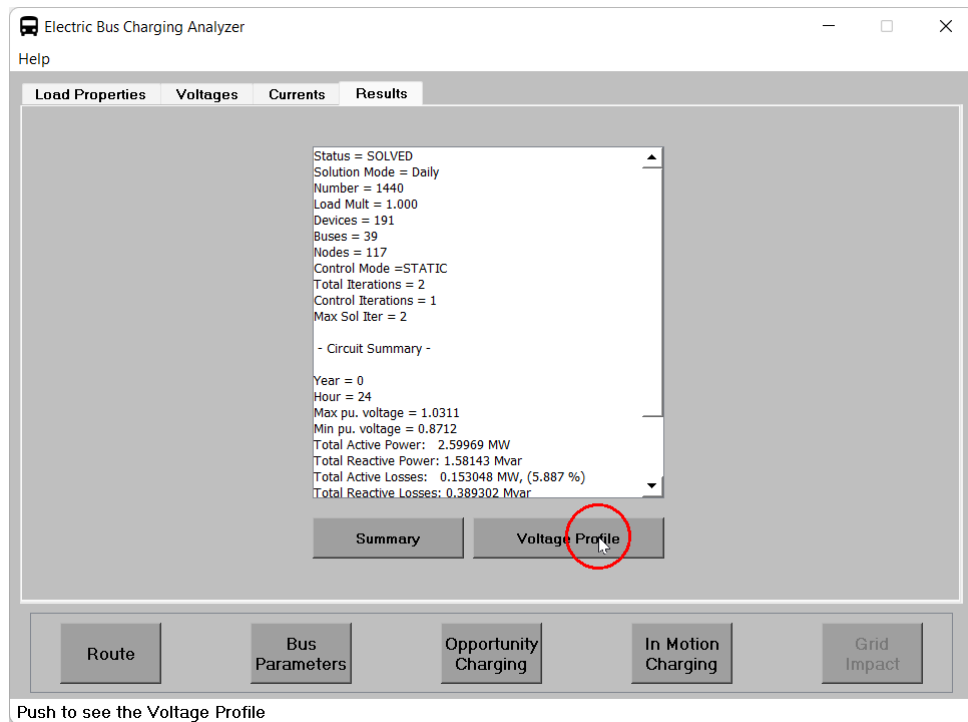


Figura 65: Perfiles de tensión.

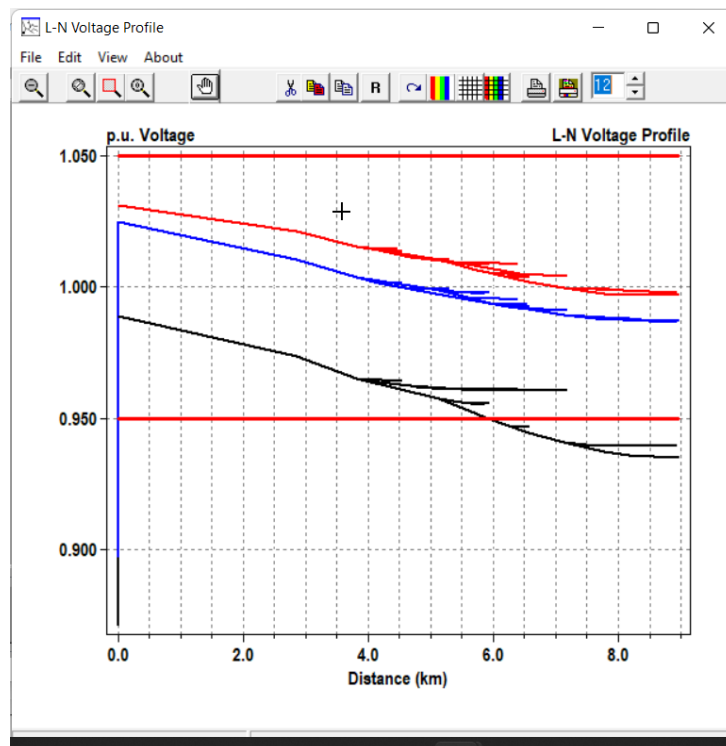


Figura 66: Ventana de perfiles de tensión.

18. Si se desea simular otro tipo de recarga, presionar la pestaña **Load Properties** como se mues-

tra en la figura 67.

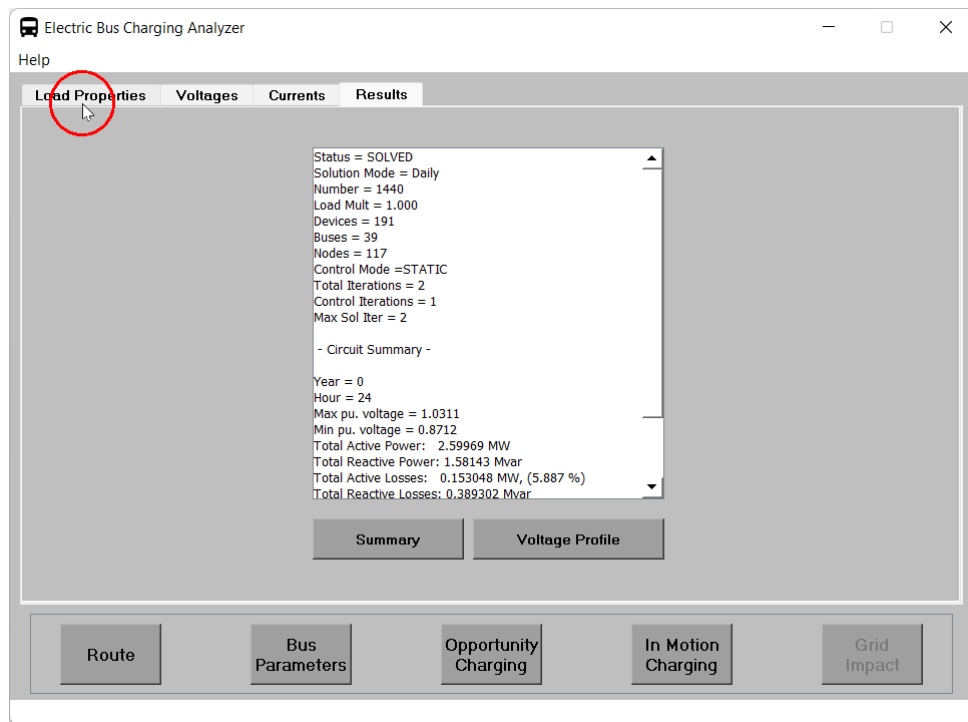


Figura 67: Cambiar de pestaña.

19. Seleccionar **In Motion Charging** en la barra desplegable tal como se muestra en la figura 68.

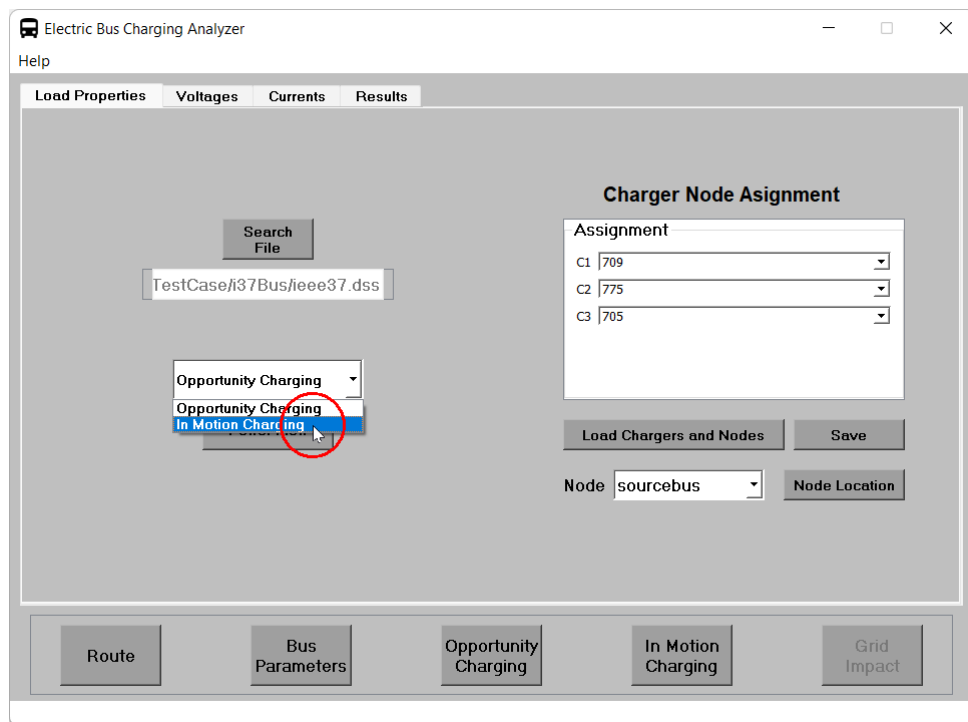


Figura 68: Seleccionar otro tipo de recarga.

20. Finalmente, se presiona el botón **Load Chargers and Nodes** como se observa en la figura 69

para cargar las secciones electrificadas tal como se muestra en la figura 70 y se sigue el mismo procedimiento del análisis de impacto para el caso de recarga de oportunidad mostrado previamente.

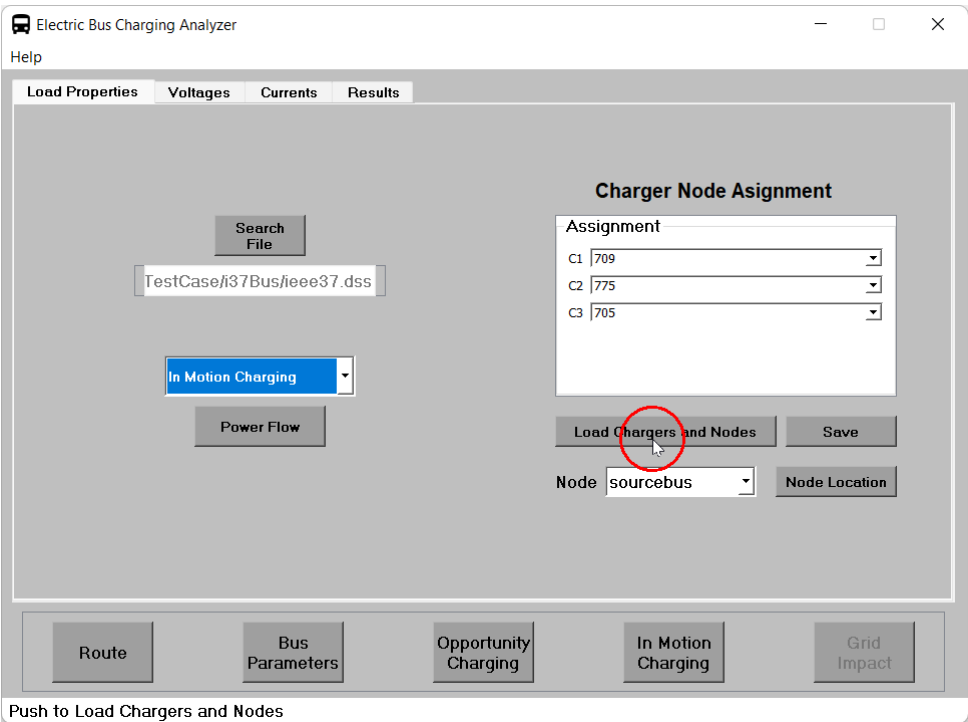


Figura 69: Asignar nodos.

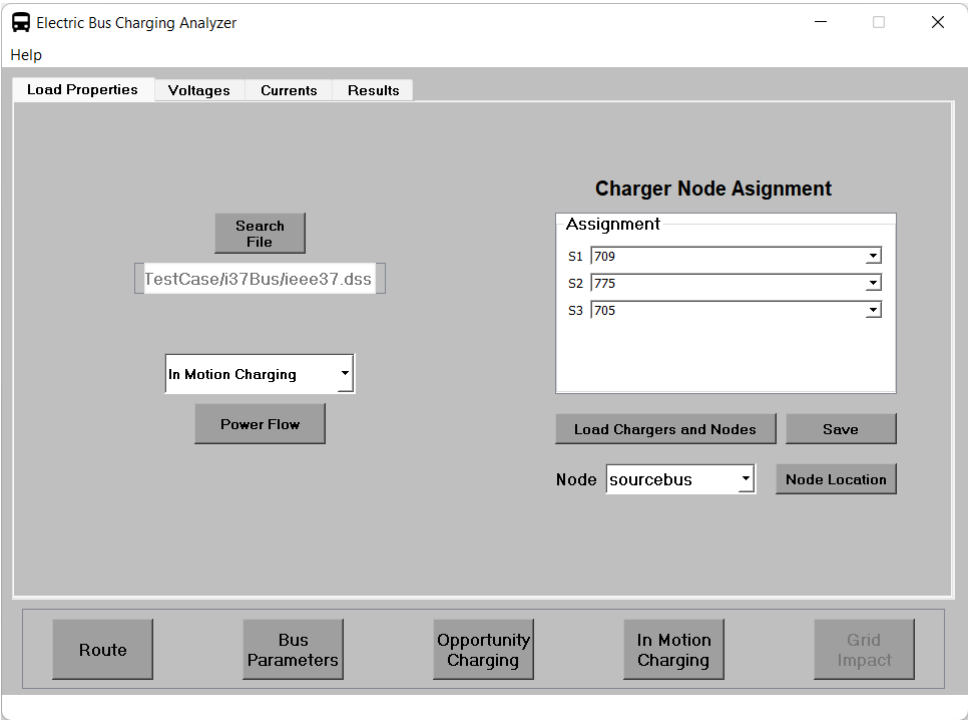


Figura 70: Punto inicial, recarga de dinámica.

5. Apéndice

Si la aplicación no funciona luego de haber seguido este manual, debe verificar esta sección para cerciorarse que se cumplen todos los prerequisites para que el programa funcione correctamente.

5.1. Prerrequisitos para correr Electric Bus Charging Analyzer

Para correr Electric Bus Charging Analyzer, debe tener:

1. Sistema operativo Windows 10, Windows 11 u operar la herramienta en una máquina virtual con alguna de estas dos versiones de Windows.
2. OpenDSS instalado en su computador.
3. Anaconda 3 instalado en su computador.
4. Debe descargar el archivo ,yaml del siguiente vinculo [\[env\]](#), el cual hace referencia a un ambiente de Anaconda 3 con todos los paquetes y dependencias resueltas que debe importar en su sistema mediante el ingreso en la terminal de su sistema el comando que se muestra a continuación:

```
conda env create -f ProyectoFinal.yaml
```

5.2. Preguntas frecuentes

5.2.1. ¿Es normal que los tiempos de simulación de la herramienta sean muy extensos?

Esto dependerá de muchos factores, como la ruta ingresada, las horas de inicio y fin de la simulación, el número de buses y del número de cargadores o secciones electrificadas. Sin embargo, debido a que la idea es que los datos sean lo más acercados a la realidad posible hace que la herramienta tenga que realizar muchos cálculos por lo que es normal que esta demore un tiempo en entregar los resultados.

5.2.2. Tengo el archivo .csv con las indicaciones del manual, pero la herramienta presenta problemas al leerlo

Es probable que el problema se deba a la codificación del archivo por lo que es recomendable crear una versión del mismo archivo pero en formato .feather. A continuación se muestra un ejemplo de como crear un archivo .feather a partir de uno .csv mediante el uso de un código de python que puede ejecutar:

```
import pandas as pd
from pyarrow import feather
# Ruta del archivo .csv de la ruta
csv_file = 'Ruta completa del archivo .csv'
try:
    routeData = pd.read_csv(csv_file)
    routeData.to_feather('ROUTE.feather')
```

```
except Exception as ex:  
    print(ex)
```

5.2.3. La herramienta funciona correctamente, pero las gráficas son dificultosas de visualizar y no se entiende el comportamiento simulado

Las gráficas entregadas en varias pestañas suelen ser bastante complejas de entender y de distinguir su comportamiento, pero a continuación se presentan unas alternativas para poder visualizarlas de una mejor manera:

1. Disminuir el tiempo de simulación.
2. Disminuir el número de buses de la flota.
3. Aumentar la frecuencia de despacho de los buses.
4. Utilizar la barra de herramientas de los paneles gráficos para acercarse, alejarse o moverse al rededor de la gráfica. Además, puede cambiar el diseño de las líneas, la escala, ocultar trazos específicos, entre muchas otras funciones. Dicha barra se muestra en la figura 71.

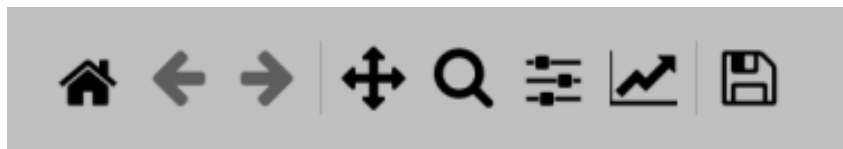


Figura 71: Barra de herramientas de paneles gráficos.

5.2.4. No hay variaciones en la simulación al modificar las horas y número de buses en los periodos pico definidos

Aunque la interfaz recibe estos parámetros y los guarda, aún no está implementada esta característica. Por el momento en esta versión se tomarán un número de buses y frecuencias de despacho constantes en todas las horas simuladas. Sin embargo, se planea que en futuras versiones de la herramienta que añada esta característica.

5.3. ¿Es posible simular tiempos de operaciones mayores a 24 horas?

No, la herramienta sólo permite analizar el comportamiento de la flota en un periodo establecido del día actual en el que se realiza la simulación. Este periodo puede ser definido entre las 00:00 AM hasta las 11:59 PM.

5.3.1. ¿Por qué no me muestra la ubicación de los nodos en el circuito simulado?

La correcta operación de esta funcionalidad de la herramienta depende directamente del archivo **.dss** ingresado, debe corroborar que este tenga asociadas las coordenadas de cada nodo del sistema. Recuerde que puede asignar estas coordenadas en OpenDSS usando el comando **BusCoords MisCoordenadas.csv** donde *MisCoordenadas.csv* es el archivo con la información de las coordenadas de los nodos.