

Tarea 1

I. INTRODUCCIÓN

Usted junto a su equipo de trabajo están analizando dos sistemas eléctricos, uno simplificado y otro con mayor cantidad de elementos, como se muestra en la Figura 1. De ellos está analizando en estado estacionario su comportamiento, ya que se le encomendó la tarea de analizar, a través de teoría de circuitos sencilla, el comportamiento de las distintas barras del sistema. En particular, se encuentra haciendo el apartado de simulación de escenarios para estudios de cortocircuito y compensación de reactivos en líneas de transmisión.

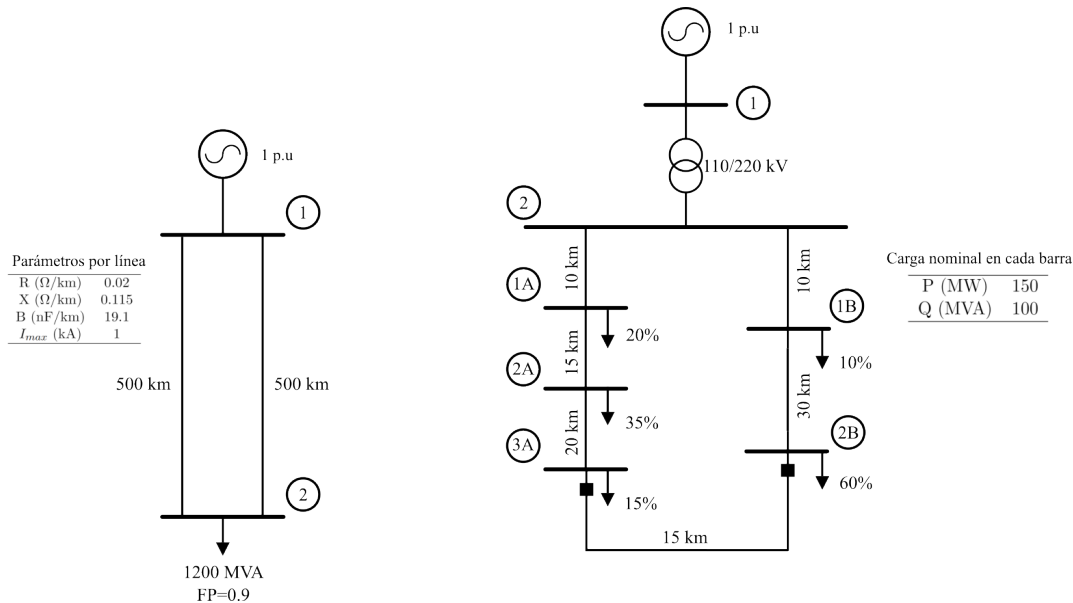


Fig. 1. (a) Sistema 1; (b) Sistema 2.

Como insumo tiene que:

- Software de programación:** La empresa no tiene licencias de software comercial por el momento, por lo que se le encomendó la tarea de buscar la manera de simular a través de algún software gratuito. Junto a su equipo de trabajo se dio cuenta de que existen un gran número de librerías que se utilizan a través del lenguaje Python, por lo que decide utilizar la librería PandaPower ¹, la cual contiene ejemplos suficientes para efectuar el análisis en estado estacionario que se le solicita.
- Editor de código:** Dado que usará lenguaje Python ², se decide utilizar el editor de código fuente desarrollado por Microsoft, llamado Visual Studio Code ³, uno de los editores más utilizados para tareas de programación, dada su flexibilidad y extensiones que permiten al usuario trabajar de manera eficiente. Su entorno de programación debe ser Jupyter Notebook, por lo que una vez tenga instalado Visual Studio Code deberá instalar esa extensión.
- Plataforma de desarrollo:** La empresa incentiva el trabajo en equipo y busca que sus integrantes tengan herramientas que acomoden el trabajo entre pares. Por lo anterior, y dado que usted está trabajando con códigos que edita un grupo de personas, necesitará utilizar una herramienta que contenga: control de versiones, extensiones de colaboración, documentación de tareas, ramas de proyectos, entre otros. La solución sencilla y gratuita que encontró es GitHub ⁴, herramienta que le permitirá mantenerse conectado con su equipo de trabajo, y que a su vez permitirá ver a sus jefes el estado de las tareas, bugs, reportes, entre otros, sin la necesidad de hablar de trabajo con sus pares a través de redes

¹<https://www.pandapower.org/>

²<https://www.python.org/downloads/>

³<https://code.visualstudio.com/download>

⁴<https://github.com/>

sociales. Lo anterior es valorable, ya que las redes sociales no tienen historial del trabajo realizado y evita mezclar la vida profesional con la personal.

Hint: Por temas internos de su empresa y lo avanzado de la sociedad, se determinó que cualquier conversación de trabajo a través de medios informales es acoso laboral, por lo que todo lo relacionado con este proyecto se comunica a través de esta plataforma.

- d) **Interfaz gráfica de usuario (GUI):** Por comodidad, a usted le gustaría trabajar conectado a través de aplicaciones de escritorio, por lo que decide utilizar GitHub Desktop ⁵ para interactuar con su repositorio Git.
- e) **Extensiones GitHub:** Se encuentra trabajando y a la vez terminando sus estudios, por lo que sigue siendo estudiante. GitHub tiene una serie de Packs gratuitos para estudiantes desarrolladores ⁶, por lo que ingresando sus certificados de estudios podrá acceder a ellos. Decide utilizar GitHub Copilot ⁷, extensión que le permite interactuar con una inteligencia artificial a través de Visual Studio Code mientras realiza su proyecto.

II. DESARROLLO

Los siguientes apartados consisten al trabajo de desarrollo de informe, por lo que cada apartado corresponde a la evaluación.

Se le encomienda las siguientes actividades de programación:

- 1.a) Compartir su repositorio al profesor y ayudantes a través de correo electrónico.
- 1.b) Crear arquitectura de proyecto a través de un esquema en la aplicación Drawio ⁸.
- 1.c) Su proyecto debe estar resumido en su archivo README. En este archivo debe indicar los autores del proyecto, es decir, los dos integrantes del equipo de trabajo.

Respecto a las tareas relacionadas con el estudio de ingeniería y el contexto del problema:

- 2.a) Basándonos en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio ⁹, definir los límites admisibles de operación para este estudio.
- 2.b) Defina el modelamiento con parámetros concentrado de una línea de transmisión e indique las diferencias que tiene con un modelo de parámetros distribuidos. Además, identifique con cuál de los dos tipos de modelamiento trabaja la librería escogida.

Respecto al modelo de la Figura 1(a):

- 3.a) Simule y grafique en solo una Figura el comportamiento de la tensión para una carga que cambie en el rango $\pm 50\%$ de la potencia indicada en la Figura. Justifique teóricamente el resultado.
- 3.b) Para el mismo rango de operación, calcule la compensación shunt necesaria para que la tensión esté dentro de los valores indicados por la normativa. Muestre los resultados a través de solo una Figura que contenga gráficos de tensión en por unidad versus potencia demandada en por unidad.

Hint: Recuerde que está trabajando con rango de tensión, por lo que tiene el desafío de mostrar en solo una Figura el comportamiento de todo el rango de operación. En caso de tener una Figura extra se descontará puntaje.

- 3.c) Grafique en solo una Figura las pérdidas en la línea para todo el rango de potencia demandada y todo el rango de compensación que escogió. En la misma Figura deberá indicar una curva de las pérdidas sin compensación. Justifique teóricamente los resultados y comente.

Respecto al modelo de la Figura 1(b):

- 4.a) Identifique las líneas que se encuentran saturadas o fuera de norma en las condiciones iniciales del problema. Haga un gráfico que indique el estado de cada línea y proponga un método para resolver este problema.
- 4.b) Indique si las tensiones en las barras se encuentran fuera de norma considerando dos escenarios:
 - Escenario 1: Estado normal ¹⁰.
 - Escenario 2: Estado de alerta ¹¹.
- 4.c) Proponga medidas para llevar a su sistema a puntos de operación dentro de norma en ambos escenarios. Haga su justificación acompañada de una Figura que muestre resultados relevantes.

⁵<https://desktop.github.com/>

⁶<https://education.github.com/pack>

⁷<https://github.com/features/copilot>

⁸<https://app.diagrams.net/>

⁹<https://www.cne.cl/normativas/electrica/normas-tecnicas/>

¹⁰definido por norma

¹¹definido por norma

- 4.d) Investigue al menos tres métodos que se utilicen para llevar a un estado normal el sistema.
- 4.e) Implemente una medida en un escenario de estado normal de operación y desconecte la línea 3A-2B (a través de los switches indicados) indicada en la Figura. Comente con respecto al comportamiento de las variables en el sistema ante el cambio en la topología.
- 4.f) Vuelva a conectar la línea e inyecte un 20% más de reactivos desde el generador y analice el comportamiento de las variables del sistema. Comente y muestre resultados en una Figura.
- 4.g) Cree tantos escenarios como cargas tenga y evalúe en cada uno de los escenarios la variación de las variables del sistema al cambiar un $\pm 15\%$ la potencia consumida en una de las cargas.

III. CONSIDERACIONES PARA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS EN PYTHON

- Al estar trabajando en python es importante tener en cuenta que al inicio del código se deben definir las librerías que utilizará, en este caso pandaPower, por lo que al inicio del código debe colocar *import pandapower as pp* y las demás librerías que estime conveniente para la resolución del problema.
- En el sistema 2, debe utilizar un modelo de líneas de la librería de PandaPower en esta caso el 'N2XS(FL)2Y 1x185 RM/35 64/110 kV'. Por otro lado, el modelo del transformador que debe utilizar es el '100 MVA 220/110 kV', el cual también se encuentra dentro de la librería de PandaPower.
- En ambos sistemas la barra 1, es la barra slack por lo que deberá configurar bajo sus criterios y las opciones del software la implementación de los generadores.
- Los porcentajes de las cargas en el sistema 2, corresponde al porcentaje tanto de P como de Q.