



**Universidad Albert Einstein**  
**Depto. Ingeniería Eléctrica y mecánica**  
**Diseño de sistemas de distribución eléctrica**

## **Guías de laboratorio para la materia de Diseño de Sistemas de Distribución Eléctrica.**

### **Práctica No.1**

#### **Tema: Salida de líneas de transmisión y transformadores LTC**

##### **Objetivos:**

- Familiarizar con el manejo del programa ETAP POWERSTATION
- Controlar la tensión en barras de carga por medio de transformadores LTC.
- Analizar el efecto de la salida de líneas de transmisión en la solución del flujo de carga.

##### **Introducción teórica**

A continuación se presenta la primera guía de laboratorio para el tema salida de líneas de transmisión y transformadores LTC sistemas de distribución mediante el uso del simulador ETAP. El sistema que se va analizar consiste de un generador alimentando una carga a través de una línea de transmisión. La línea es trifásica con una longitud de 4,5 km y tiene una impedancia  $Z$ .

Los parámetros de una Línea de Transmisión son: la resistencia, inductancia, capacitancia y conductancia (en la mayoría de casos no es tomada en cuenta para el análisis). Las cuales son magnitudes típicas en una línea de transmisión. Los parámetros de las líneas sirven para definirlos eléctricamente, estableciendo así su comportamiento dentro de los sistemas eléctricos de potencia. Por ejemplo, para el cálculo de la caída de tensión se usan dichos parámetros.

Los transformadores también llamados transformadores con cambiador de tomas bajo carga, o cambiador de derivaciones bajo carga. Su función es realizar cambios de tap bajo condiciones de carga. Cabe recordar que un tap es un punto de conexión en el devanado del transformador (primario o secundario) y estos puntos sirven para variar el número e espiras de la bobina, de esta forma, se logra obtener una relación de transformación "variable".

##### **Procedimiento**

1. Inicie el programa ETAP y abra el caso respectivo para esta práctica.
2. El sistema a simular se muestra a continuación con todos los parámetros necesarios para su creación:

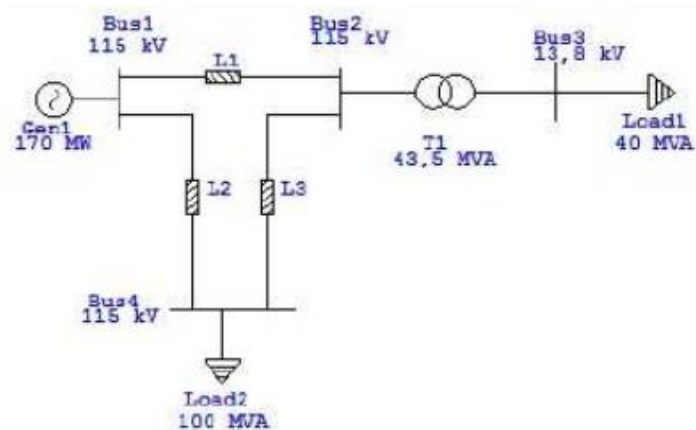


Fig. 1. Diagrama unifilar del caso base.

Barra (ID)	kV nominales	%V	Angulo
Barra 1	115	100	0
Barra 2	115	100	0
Barra 3	13,8	100	0
Barra 4	115	100	0

Tabla A1. Datos de las barras.

Impedancia		ID	R+ (%)	Ro (%)	X+ (%)	Xo (%)	Y+ (%)	Yo (%)	kV base	MVA base
De barra	A barra									
1	2	L1	1,6775	7,5575	8,7265	26,5990	1,0478	0,7540	115	100
1	4	L2	5,4120	15,552	17,7514	55,7007	2,1515	1,4717	115	100
2	4	L3	1,0786	4,8884	5,5519	16,0851	0,7064	0,4259	115	100

Tabla A2. Datos de las líneas.

Transformador		ID	Z (%)	X/R	Tolerancia de Z	kV nominales	MVA
De barra	A barra						
2	3	T1	8,5	29,5	0	115 / 13,8	43,5

Tabla A3. Datos del transformador.

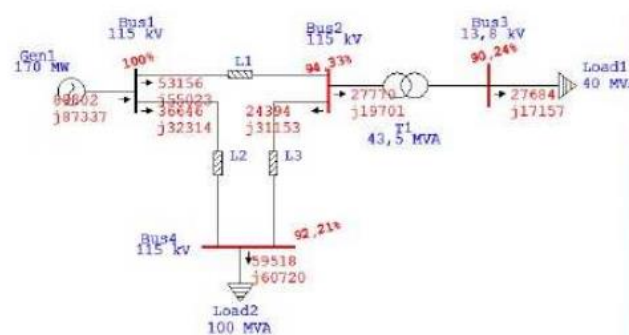
Generador	ID	kV nominales	MW nominales	Factor de potencia (%)	Modo	Modo Swing %V	Modo Swing Angulo
Barra 1	Gen1	115	170	85	Swing	100	0

Tabla A3. Datos del generador

Carga	ID	kV nominales	MVA	Factor de potencia (%)
Barra 3	Carga 1	13,8	40	85
Barra 4	Carga 2	115	100	70

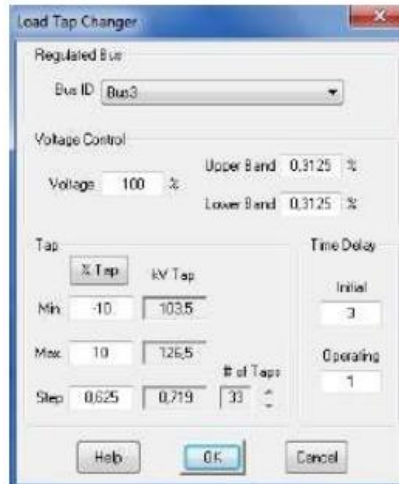
Tabla A3. Datos de las cargas

3. Inicie un nuevo proyecto con nombre flujos 3. Coloque los elementos utilizados como se muestra en la Figura 1. Ingrese los datos de los elementos mostrados en las tablas anteriores.
4. En el visor del proyecto, expanda la carpeta **Load Flow** y cree un nuevo caso de estudio de flujo de carga, llámelo **LF1**.
5. Seleccione **LF1** en la barra de herramienta de caso de estudio (**Study Case Toolbar**) y corra el flujo de carga. Este resultado corresponde al caso base. Revise y guarde los resultados obtenidos.



**Fig. 2. Análisis de flujo de carga.**

6. Efecto de los transformadores con cambios de derivaciones bajo carga en el control de la magnitud del voltaje (**LTC Transformer**) Edite las propiedades del transformador y seleccione **Prim** en la sección **LTC / Voltage Regulator** de la pestaña **Tap**, con lo que se activa el botón **LTC**.
7. Haga clic sobre el botón **LTC**, con esto aparece la ventana **Load Tap Changer**, seleccione del menú desplegable de esta ventana la barra a regular en este caso la barra 3 y las otras opciones déjelas tal como están. Corra el flujo de carga. Revise y guarde los resultados obtenidos. ¿Qué sucede con el voltaje en la barra 3 y el flujo de la barra 2 a la 3 con respecto al caso base? ¿Qué sucede con los voltajes y flujo de carga en el resto del sistema con respecto a los del caso base? ¿Cuál es la posición final del **LTC** del transformador?



**Fig. 2. Cálculos de carga del tap.**

8. En la página Info del editor de propiedades de la carga1 seleccione la opción **Out of Service**. Corra el flujo de carga. Guarde los resultados obtenidos. ¿Qué sucede con el voltaje en la barra 3 y el flujo de la barra 2 a la 3 con respecto al punto anterior? ¿Qué sucede con los voltajes y flujos del resto del sistema con respecto del punto anterior? ¿La posición final del **LTC** del transformador es igual a la del punto anterior?
9. Coloque nuevamente en servicio la carga 1. En el editor de propiedades del transformador desactive la opción **Prim** que fue activada en paso 6 y vuelva a cero la posición del tap. Active la opción **Sec**.
10. Repita los pasos (7), (8) y (9). Salida de líneas de transmisión
11. Modifique las propiedades la línea **L1** y en la página **Info** seleccione **Out of Service**, con lo que se pone fuera de servicio esta línea para simular una contingencia por salida de una línea. Corra el flujo de carga. Guarde los resultados obtenidos. ¿Qué sucede con los voltajes y flujos de carga del sistema? ¿Por qué? ¿El transformador es capaz de mantener el voltaje en la barra 3? Repita el paso anterior con las líneas **L2** y **L3**

#### **Indicaciones para entrega del reporte.**

- Los reportes pertenecientes a cada práctica se entregan de manera electrónica en formato PDF, al correo institucional **xxx@uae.edu.sv**.
- Los archivos deben ser nombrados de la siguiente manera “Grupo No- Día de Práctica-Número de Práctica”. (Ejemplo: Grupo 1-Martes-1). El incumplimiento de este requisito se penalizará en la calificación.
- Los estudiantes cuentan con **una semana desde el día de realización de la práctica para entregar el reporte a la dirección especificada**. El incumplimiento de este requisito se penalizará en la calificación.

## **Bibliografía**

- ❖ Stevenson, Jr. Williams. “Análisis de Sistemas de Potencia”. McGraw Hill Inc. USA, 1985.
- ❖ Arthur R. Bergen, “Power Systems Analysis”, Prentice Hall, 2nd Ed.
- ❖ José Miguel Valencia & Otto Tévez “Elaboración de una herramienta asistida por computadora para el diseño eléctrico y el calculo de tensiones”.  
Tesis de Ingeniería Eléctrica