

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMÁN

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología



SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2

SISTEMAS EN POR UNIDAD (PU)

ALUMNO:

AÑO 2022

INTRODUCCIÓN

En el campo de análisis de los Sistemas de Potencia, un Sistema en Por Unidad (PU) es la expresión de las cantidades de un sistema como fracciones de una cantidad unitaria base definida. Este concepto proporciona una simplificación al análisis, ya que las cantidades expresadas en PU no cambian cuando son referidas de un lado del transformador al otro.

De esta manera se obtiene una ventaja en el análisis de un Sistema de Potencia donde se pueden encontrar un gran número de transformadores en sus diferentes zonas. Por otra parte, equipos del mismo tipo aunque con valores nominales muy diferentes tendrán impedancias expresadas en valores por unidad que se encuentran dentro de un rango numérico estrecho aún cuando sus valores óhmicos difieran ampliamente.

La idea principal de un Sistema en PU es la de absorber la gran diferencia entre los valores absolutos en las relaciones de base, logrando así que la representación de elementos en el sistema sea más uniforme.

PROPÓSITO

Hay varias razones para el uso de un sistema en PU:

- Equipos similares (generadores, transformadores, líneas) tendrán similares impedancias y pérdidas expresadas en sus propios rangos en PU, independientemente de su tamaño absoluto. Gracias a esto, es posible detectar rápidamente errores mayores. Un valor unitario fuera del rango normal indica donde se deben buscar los posibles errores.
- Las cantidades en PU son las mismas a cada lado de un transformador, independiente del nivel de tensión.
- Gracias a la normalización de las cantidades a una base común, tanto los cálculos a mano como los automáticos se simplifican.
- Se mejora la estabilidad numérica de los métodos de cálculo automático.

El sistema en PU fue desarrollado para hacer el análisis manual de los sistemas de potencia más sencillo. Aunque el análisis del sistema de potencia se realiza ahora por medio de computadoras, los resultados a menudo se expresan como valores unitarios de una base general para el sistema elegida convenientemente.

RELACIÓN ENTRE UNIDADES

Se asume que los valores base independientes son:

Potencia de base: S_{base} (P_{base} , Q_{base})

Tensión de base: V_{base}

El resto de las unidades puede ser derivado de las anteriores:

SISTEMA MONOFÁSICO

$$I_{base} = S_{base} / V_{base}$$

$$Z_{base} = V_{base}^2 / S_{base}$$

$$Y_{base} = 1 / Z_{base}$$

SISTEMA TRIFÁSICO

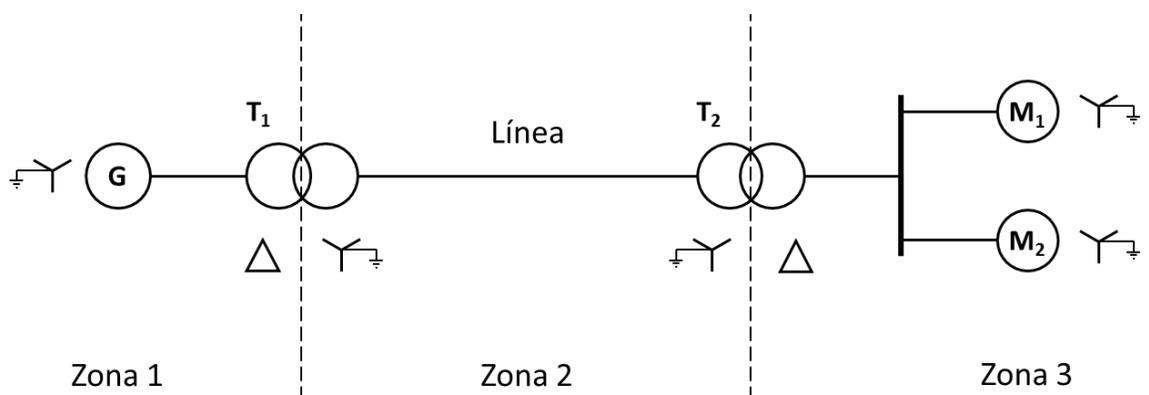
$$I_{base} = S_{base} / \sqrt{3} \cdot V_{base}$$

$$Z_{base} = V_{base}^2 / S_{base}$$

$$Y_{base} = 1 / Z_{base}$$

PROBLEMA 1

Para el siguiente sistema de transmisión de 3 zonas, dibuje el diagrama de reactancias en P.U. Seleccione los valores del generador de la zona 1 como los valores base del sistema.



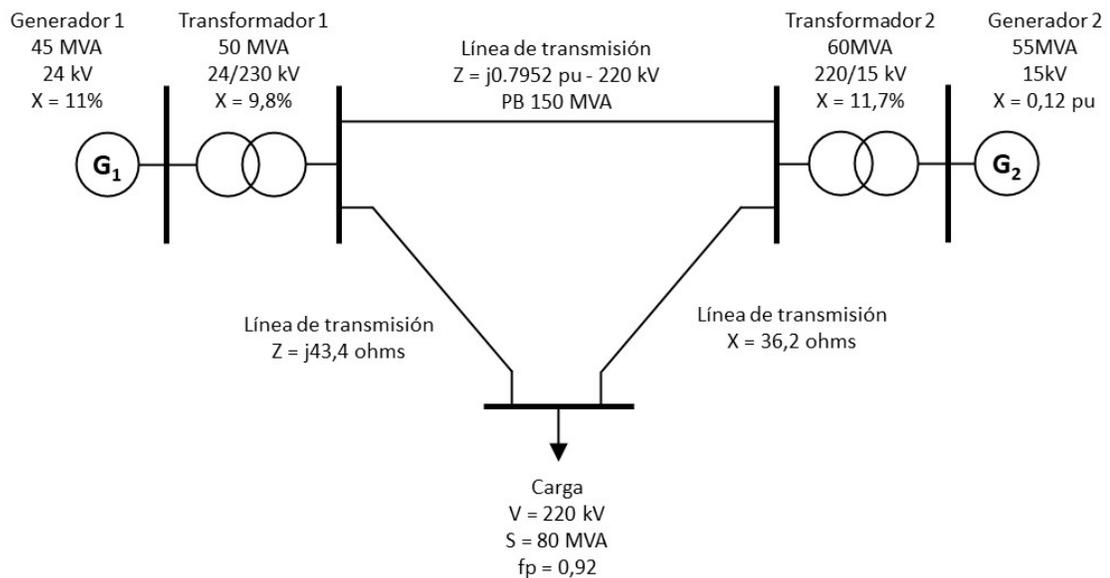
Los datos son los siguientes:

- Generador: 35 MVA, 13,8 kV, $X'' = 11 \%$
- Motor M1: 10 MVA, 15 kV, $X'' = 16 \%$
- Motor M2: 15 MVA, 15 kV, $X'' = 17 \%$
- Transformador T1: 30 MVA, 13,2 Δ / 115 Y kV, $X = 11 \%$
- Transformador T2: 40 MVA, 12,8 Δ / 110 Y kV, $X = 12 \%$
- Línea de Transmisión: 35 Ω / fase

Considerando que la fem interna del generador es 10% mayor a la tensión nominal y que la corriente que toman los motores es igual a 1/3 de la nominal con un $\cos \phi$ de 0,7 determinar las corrientes y tensiones del circuito en valores absolutos.

PROBLEMA 2

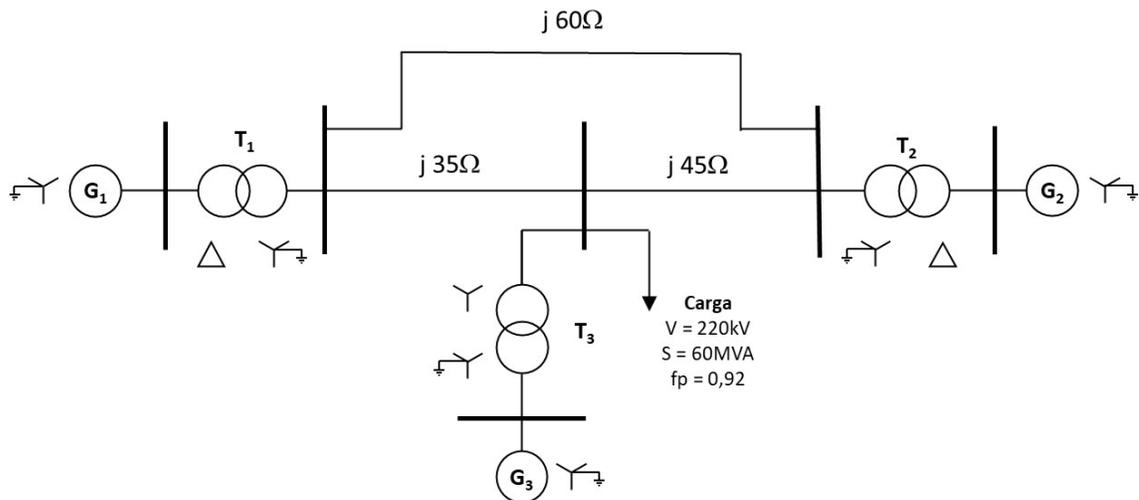
Para el siguiente sistema de transmisión de 3 barras, tomando en consideración una potencia base de 100 MVA y una tensión base de 220 kV, transforme el sistema en un diagrama unifilar de impedancias (reactancias) en por unidad.



Considere que la fem interna de los generadores es 10% mayor a la tensión nominal y que se encuentran en fase, determinar las corrientes y tensiones del circuito en valores absolutos.

PROBLEMA 3

Para el siguiente sistema de transmisión de 3 barras, las reactancias de las dos secciones de líneas de transmisión se muestran en el siguiente diagrama.



Los transformadores y generadores tienen los siguientes valores nominales:

- Generador 1: 30 MVA, 13,2 kV, $X_{d''} = 0,15$ pu
- Generador 2: 20 MVA, 18 kV, $X_{d''} = 0,12$ pu
- Generador 3: 25 MVA, 20 kV, $X_{d''} = 0,18$ pu
- Transformador T1: 35 MVA, 220 Y / 13.2 Δ kV, $X = 9,8$ %
- Transformador T2: 25 MVA, 220 Y / 18 Δ kV, $X = 10,2$ %
- Transformador T3: 30 MVA, 220 Y / 22 Y kV, $X = 11,0$ %

Considerando valores de base de 50 MVA y 13,8 kV en el circuito del generador 1, se solicita:

- Dibujar el diagrama de impedancias con todas las reactancias equivalentes en valores por unidad, identificando los distintos puntos para indicar la correspondencia con las barras del diagrama unifilar.
- Considerando que la fem interna de los generadores es 5% mayor a la tensión nominal con una referencia angular igual a 0° determinar las corrientes y tensiones del circuito en valores absolutos.
- Repita el punto anterior pero esta vez con la demanda desconectada y determine las corrientes y tensiones del sistema en vacío.