

Certamen II

Primera parte

Vanessa Millán

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Técnica Federico Santa María
Valparaíso, Chile
vanessa.millan@usm.cl

Yuyuniz Araya

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Técnica Federico Santa María
Valparaíso, Chile
yuyuniz.araya@sansano.usm.cl

I. INTRODUCCIÓN

Considerando la Fig. 1, se analizará la estabilidad y variación de la tensión en la red del tren, evaluando el impacto de la conversión de potencia y la compensación reactiva en escenarios específicos.

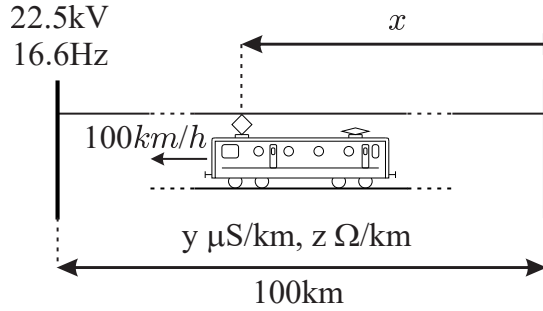


Fig. 1. Línea

II. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA

Suponemos línea media, con los datos dados se obtuvo $P_t=5$ [MW]. Utilizamos la fórmula de la caída de tensión en una línea de transmisión, que depende de la corriente de carga y la impedancia de la línea. Como:

$$V_s = A * V_r + B * I_r \quad (1)$$

III. VARIACIÓN DE LA MAGNITUD DE TENSIÓN

Una vez obtenidos los parámetros de línea para el modelo y la resistencia del tren (según la potencia calculada previamente), se logra calcular la tensión del receptor para posteriormente ver la variación de la magnitud de tensión, conociendo que $V_s=22,5$ [kV] con ángulo 0° .

$$I_r = \frac{V_r}{R} \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1)

$$V_r = \frac{V_s}{A + \frac{B}{R}} \quad (3)$$

De esta manera se obtiene:

$$V_r = 19613,11 \angle -17,49 \quad (4)$$

Variación de tensión:

$$\Delta|V| = 2886,84[V] \quad (5)$$

IV. ESTABILIDAD TEÓRICA

Con un gráfico V_r vs P_r se observa el límite de estabilidad, donde se obtiene una "curva hiperbólica", donde el límite estable mínimo se obtiene cuando $V_s = V_r$ y el máximo:

$$Pr_m = \frac{|V_s|^2}{2X} \quad (6)$$

Con $X = 34,75$ [Ω]

$$Pr_m = 7,28[MW] \quad (7)$$

V. COMPENSACIÓN SHUNT

A. Método alternativo

Inconveniente de realizarlo internamente es el costo de mantención. Opción, conectar inductores y capacitores en paralelo, así se entrega o consume potencia reactiva respectivamente, según lo que se necesite.

B. Compensación dinámica

Para la compensación shunt, se obtiene $z_c = -146.33j$ y se expresa en función de la distancia l :

$$z_c = -1.4633j \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right] \cdot l, \quad \text{donde } l \in [0, 100 \text{ km}] \quad (8)$$

Del mismo modelo se obtiene $Y_c = 0.6834j \left[\frac{S}{\text{km}} \right]$. La potencia reactiva necesaria es:

$$Q = \frac{V_s^2}{Z_c} + \frac{V_r^2}{Z_c} = -3.46j [\text{MVAR}] \quad \text{para } l = 100 \text{ km} \quad (9)$$