

# 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.

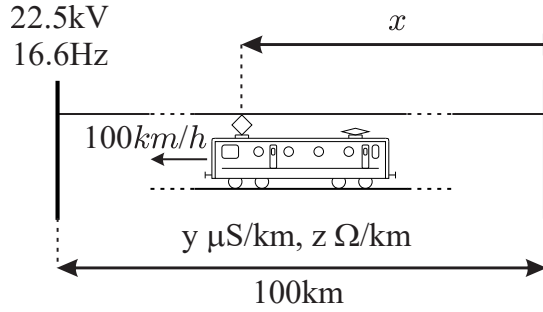


Fig. 1. Línea

## 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  $0^\circ$ .

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

Reemplazando (2) en (1)

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

De esta manera separando en real e imaginario para obtener la magnitud y el ángulo de  $V_r$  se obtiene:

$$V_r = 16888,56 \angle -27,08 \quad (4)$$

Variación de tensión:

$$\Delta|V| = 5611,4428[V] \quad (5)$$

## 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  $X = 34,75$  [ $\Omega$ ]

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

## 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:

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