

# [G6B] Certamen II Pregunta 1

Rodrigo Burgos F.  
 Depto. Electrica USM  
 Universidad Técnica Federico Santa María  
 Valparaíso, Chile  
 rodrigo.burgosf@usm.cl

Luis Fuentes M.  
 Depto. Electrica USM  
 Universidad Técnica Federico Santa María  
 Valparaíso, Chile  
 luis.fuentesm@usm.cl

## I. INTRODUCCIÓN

Tenemos el siguiente SEP donde la carga es el tren que se mueve a  $100[\frac{km}{h}]$  en una distancia de 100 [km] y tenemos una impedancia de línea que es  $z = 0,1005 + 0,3475j[\frac{\Omega}{km}]$

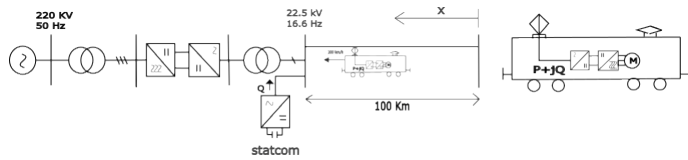


Fig. 1. SEP del tren

## II. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA

Utilizaremos los parámetros de línea corta donde  $A=D=1$ ,  $B = Z \cdot (L_{linea} - x)$  y  $C=0$ , Además se indica que el tren consume  $0,25[\frac{kWh}{km}]$  por persona y son 200 personas entonces con esto tenemos que el tren consume:

$$0,25[\frac{kWh}{km \cdot persona}] \cdot 200[persona] \cdot 100[\frac{km}{h}] = 5[MW]$$

## III. VARIACIÓN DE LA MAGNITUD DE TENSIÓN

Al modelar con línea corta tenemos

$$V_e = A \cdot V_r + Z(100 - x) \cdot I_r$$

$$I_r = \frac{P}{V_r} = \frac{5 \cdot 10^6}{V_r(x)}$$

despejando  $V_r$  tenemos la siguiente ecuación cuadrática:

$$(V_r)^2 - (V_r \cdot V_e) + Z \cdot (100 - x) \cdot 5 \cdot 10^6 = 0$$

Finalmente  $V_r$  es igual a :

$$V_r = \frac{V_e \pm \sqrt{(V_e)^2 - 4 \cdot Z \cdot (100 - x) \cdot 5 \cdot 10^6}}{2}$$

## IV. ESTABILIDAD TEÓRICA

Como supuesto razonable, consideraremos que la línea no tiene pérdidas, debido a que es muy pequeña la resistencia de la línea, para calcular el límite de estabilidad teórico usaremos:

$$P_r = \frac{|V_e|^2}{2 \cdot Z}$$

podemos notar que el límite de estabilidad máximo y mínimo serán cuando  $x=100$  y  $x=0$  respectivamente:

$$P_{r(min)}(x=0) = \frac{(22,5 \cdot 10^3)^2}{2 \cdot (0,3617) \cdot 100} = 6,998[MW]$$

$$P_{r(max)}(x=100) = \lim_{x \rightarrow 00} \frac{(22,5 \cdot 10^3)^2}{2 \cdot (0,3617) \cdot (100 - x)} = 7,776[MW]$$

## V. COMPENSACIÓN SHUNT

### A. Método alternativo

Es posible que la compensación interna del tren implique un mayor gasto energético debido al peso adicional del equipo, consumiendo más potencia para mantener la misma velocidad del tren.

Un método alternativo para compensar reactivos sería adicionar un statcom en el extremo receptor, teniendo así una compensación tipo shunt.

### B. Compensación dinámica

Para compensar la caída de tensión en la línea trataremos de igualar la carga del tren a la carga SIL, para que nuestro perfil de tensión se mantenga constante a medida que el tren se mueve por la línea.

$$SIL = \frac{V_{nominal}^2}{\sqrt{\frac{L}{C}}}$$

$$L = \frac{Imag(Z)}{2\pi f}$$

Finalmente tenemos que C es igual a:

$$C = \frac{SIL^2 \cdot \frac{Imag(Z)}{2\pi f}}{V_{nominal}^4}$$