Certamen 2 SEP 1/A - Pregunta I

*Evaluación Formativa

1st Nicolás González
Departamento de Ingeniería Eléctrica.
Universidad Técnica Federico Santa María
Valparaíso, Chile
nicolas.gonzalezpi@usm.cl

2nd Iván Tapia
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad Técnica Federico Santa María
Valparaíso, Chile
ivan.tapiac@sansano.usm.cl

I. Introducción

Esta pregunta analiza los desafíos de la descarbonización en la matriz energética mediante un sistema de potencia para trenes eléctricos, evaluando la variación de tensión y estabilidad.

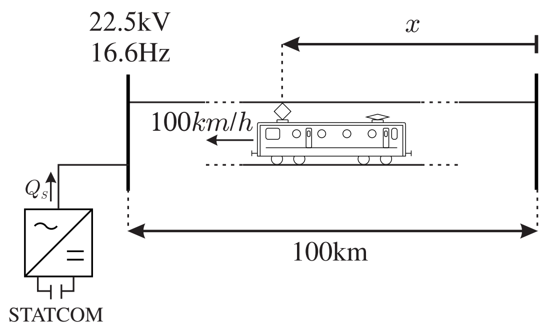

Fig. 1. Diagrama del SEP

II. Formulación matemática del problema (máximo 5 líneas y 1 ecuación.)

Para modelar la posición del tren en una línea de 100 km, se utiliza la fórmula $a = 100 - x$, donde *"x"* es la posición del tren en kilómetros y *"a"* es la distancia en kilómetros entre la barra de la STATCOM y el tren. Esto nos permite encontrar los parámetros en la linea en función de *"a"*.

III. Variación de la magnitud de tensión

Se utiliza el modelo π (linea media) para modelar la linea donde los valores de Z e Y serán variables dependiendo de "a" . Este tiene una potencia promedio de 5000 $[KW]$, con el supuesto de FP=1 se encuentra la resistencia del tren "R_t" para poder dejar la tensión del tren en términos de la posición.

$$R_t = \frac{V_n^2}{P_{tren}} = 101.25[\Omega] \tag{1}$$

$$I_r = \frac{V_r}{R_t} \tag{2}$$

$$V_s = A \cdot V_r + B \cdot I_r \tag{3}$$

Donde A y B son los parámetros de la matriz de la línea y al juntar las ecuaciones 1, 2 y 3 podemos despejar V_R dando la relación 4.

$$V_r = \frac{V_s}{1 + \frac{Y \cdot a}{2} \cdot Z \cdot a + \frac{Z \cdot a}{R_t}} \tag{4}$$

IV. Estabilidad teórica-Máximo

Para este apartado se utiliza el modelo de linea corta, FP=1 y no hay perdidas en la linea, por lo que el limite de estabilidad se modela como:

$$\mid V_s \mid^2 = \mid V_r \mid^2 + \frac{a \cdot X_{Linea}^2 \cdot P_{tren}}{\mid V_r \mid} \tag{5}$$

El punto de máxima potencia es (derivando la expresión 5 e igualándola a 0):

$$\mid \hat{V_r} \mid = \frac{\mid V_r \mid}{\sqrt{2}} \tag{6}$$

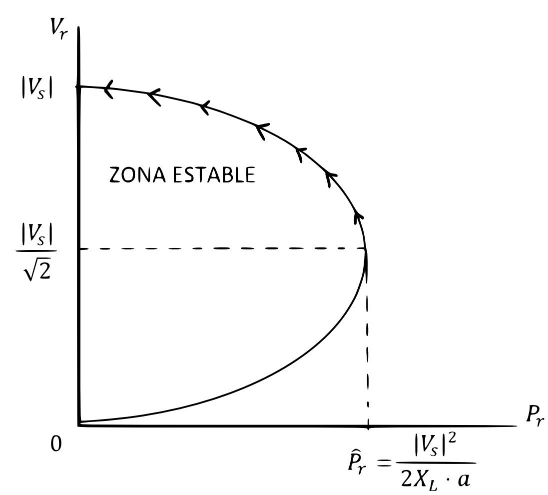

Fig. 2. Gráfico de estabilidad Vr vs Pr

V. Compensación shunt

A. Método alternativo

Utilizando un PLL en la barra para sincronizarse a la frecuencia de la red, fijar la tensión del eje directo y la corriente en cuadratura igual a 0

B. Compensación dinámica

Considerando la operación bajo carga podemos expresar la compensación que varia según "a" de la siguiente forma:

$$V_r = \frac{V_s}{1 - \left(\frac{b_{Linea}}{2} \cdot (1 - \frac{b_{Comp}}{b_{Linea}})\right) \cdot X_{Linea} \cdot a^2} \quad (7)$$

resolviendo nos queda:

$$b_{Comp} = b_{Linea} - \frac{(V_n - V_s)^2}{a^2 \cdot X_{Linea}} \quad (8)$$