

Impacto de la Generación Fotovoltaica y Vehículos Eléctricos en la Estabilidad de Redes Aisladas

PROBLEMA

La red eléctrica aislada de San Cristóbal, Galápagos, depende principalmente de generadores térmicos, lo que genera altos costos y emisiones de carbono. La integración de energía fotovoltaica y el incremento de vehículos eléctricos plantean retos de estabilidad de voltaje y frecuencia, debido a la naturaleza intermitente de estas fuentes y el incremento de la demanda energética. Estas condiciones pueden llevar a caídas de voltaje, sobrecargas y riesgos de colapso del sistema.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el impacto de la integración de energía fotovoltaica y vehículos eléctricos en la estabilidad de la red eléctrica aislada de San Cristóbal, mediante simulaciones en MATLAB/Simulink, aportando soluciones de control que garanticen su operación segura y estable.

PROPUESTA

I. Modelado de la red eléctrica de San Cristóbal en MATLAB/Simulink.

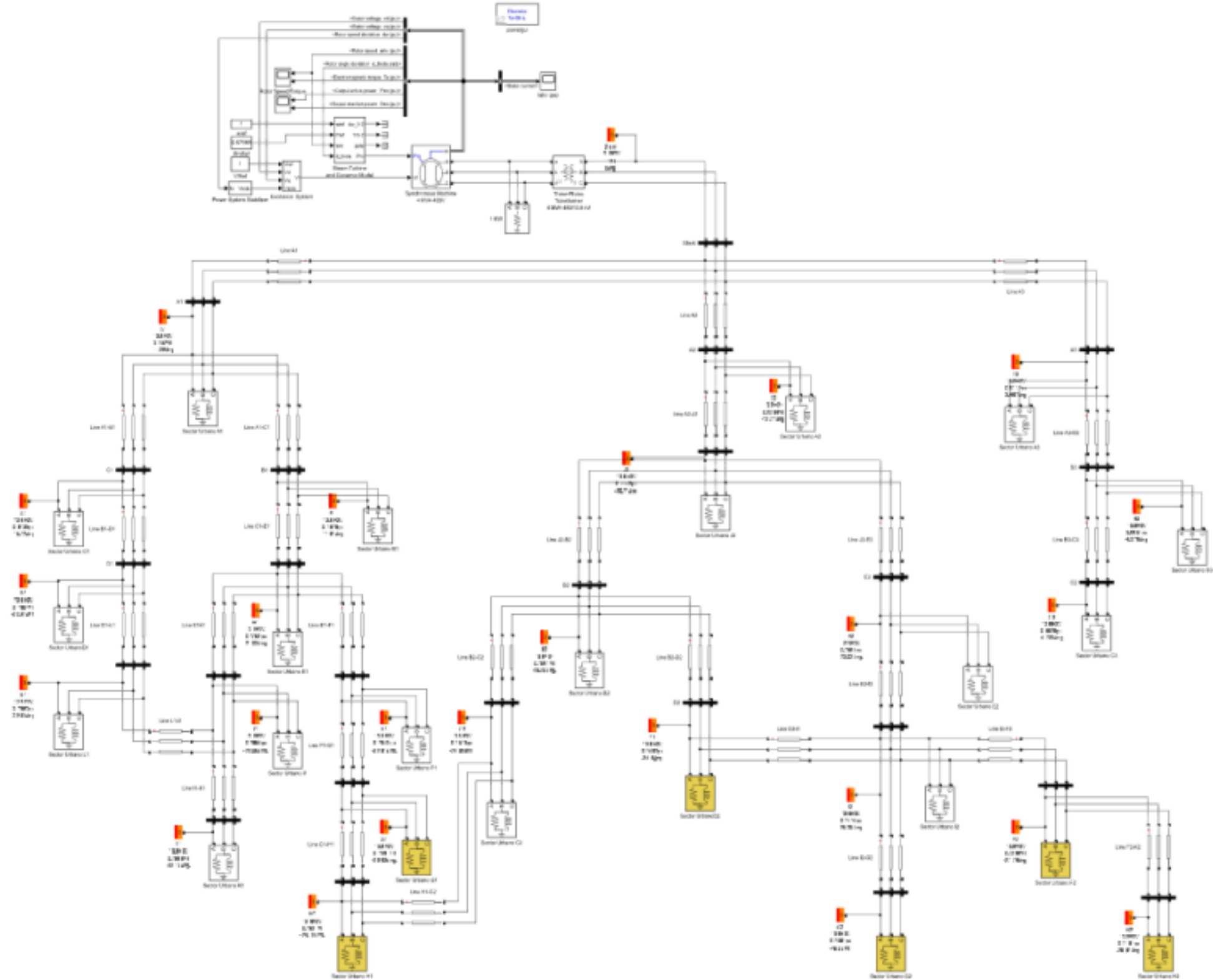
La red eléctrica de la isla San Cristóbal, consta de 3 alimentadores que viajan por toda la isla, por ello se optó por realizar una reducción del sistema a uno de 28 nodos.

II. Diseño de inversores

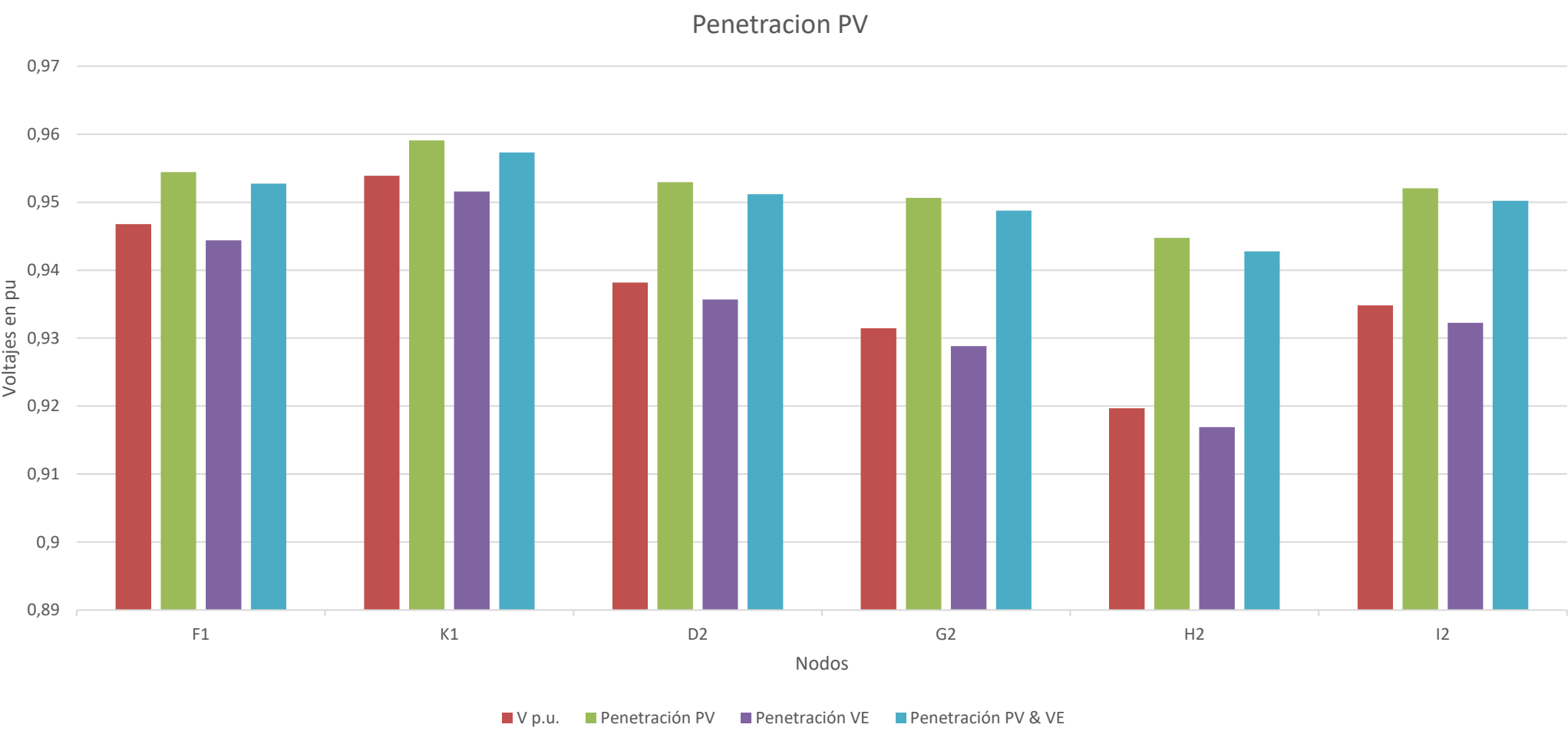
Se implementaron curvas Volt-Var y Volt-Watt para mitigar inestabilidades de voltaje.

III. Análisis de escenarios de penetración fotovoltaica

Se plantearon 3 escenarios (20%, 40%, y 60%) y carga de vehículos eléctricos, evaluando el comportamiento del sistema.

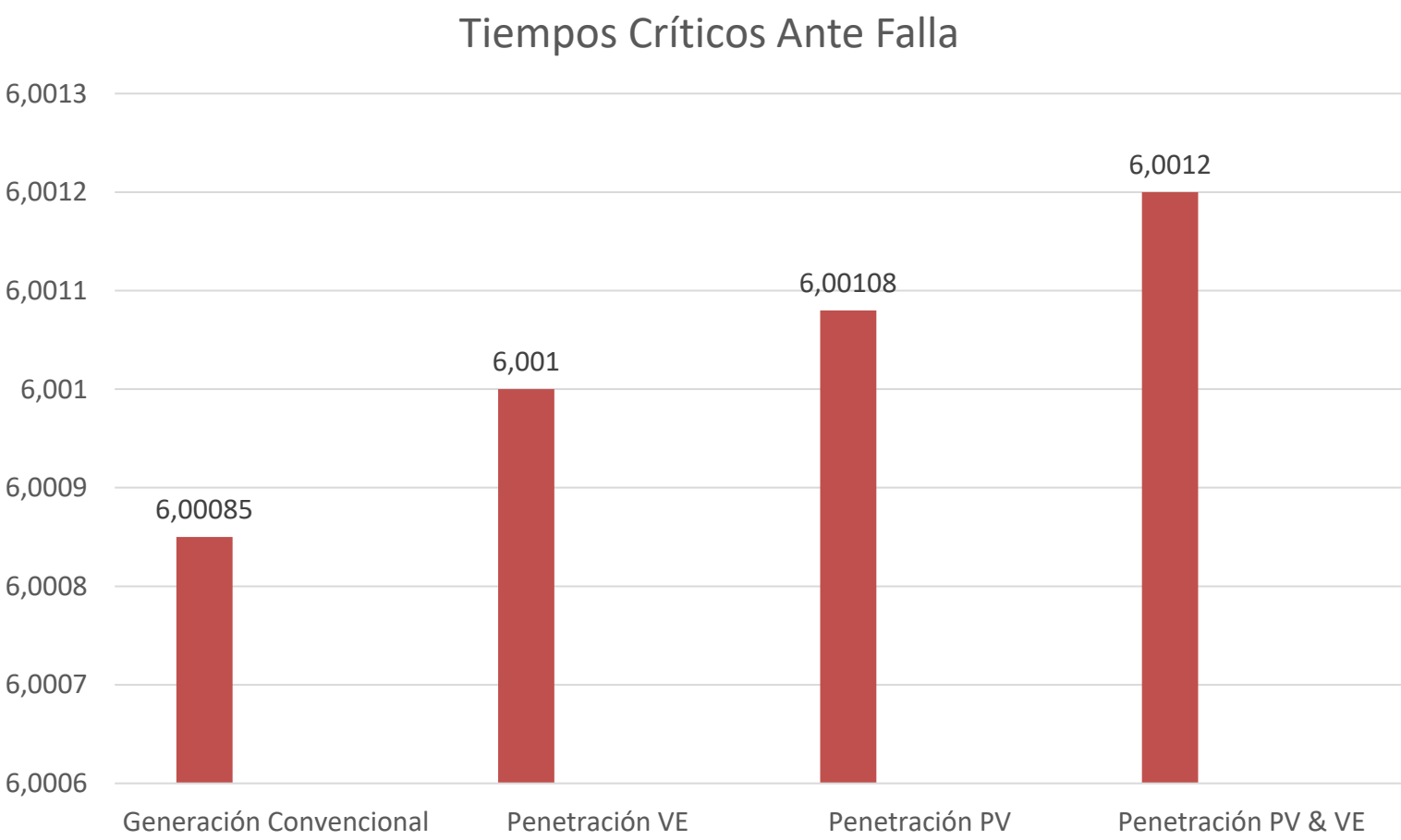


RESULTADOS



Se evidenció que los tiempos críticos del sistema se incrementaron con la integración de generación fotovoltaica (PV) y, aún más, con la adición de vehículos eléctricos (VE). En el nodo H2 y en el nodo Slack, la estabilidad mejoró notablemente debido al aporte combinado de PV y VE, lo que extendió los tiempos críticos y redujo el riesgo de desestabilización.

Se demostró que el incremento en la penetración fotovoltaica mejoró los niveles de voltaje en la red, estabilizando tensiones en nodos críticos mediante la inyección de potencia activa y reactiva. Los nodos con mayores caídas de tensión iniciales experimentaron una recuperación significativa, alcanzando valores cercanos a 0.95 p.u. en escenarios de alta penetración.



CONCLUSIONES

- En conclusión, se destacó como la penetración de potencia en forma de generación distribuida controlada a su vez por un sistema de Volt-Watt y Volt-Var que permite una mejor estabilidad del sistema ayudando a los efectos del estado transitorio al momento de la penetración fotovoltaica.
- Se demostró como la implementación de la penetración de generación distribuida y controlada ayuda a los tiempos de respuesta del sistema frente a situaciones adversas, como se demostró aumentando los tiempos antes de que el voltaje cayera por debajo de 0.90 pu que sería el estado de emergencia.
- El análisis realizado destacó la importancia de una correcta ubicación de la generación fotovoltaica en la red, ya que los nodos críticos con mayor caída de tensión mostraron mejoras significativas, evidenciando el impacto positivo de una planificación estratégica en la estabilidad del sistema.