

Análisis de estabilidad estático de impacto a una red de prueba mediante curvas PV y QV ante modificaciones en equipos estáticos y dinámicos con su impacto económico.

PROBLEMA

En la actualidad, la estabilidad de voltaje es tema crucial en los estudios de sistemas eléctricos de potencia (SEP), dada la creciente demanda, industrialización y avances tecnológicos. Sin embargo, la falta de equipos instalados para mejorar dicha estabilidad, especialmente en sistemas de transmisión, destaca la urgencia de abordar este problema.

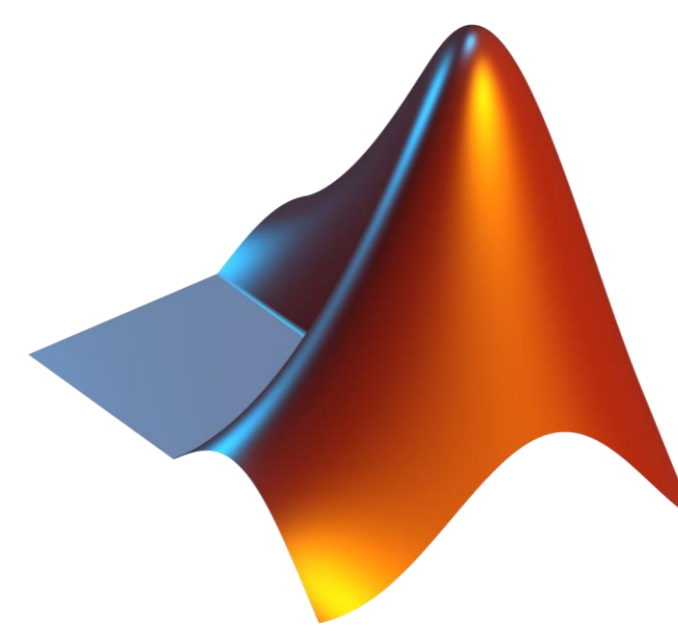


OBJETIVO GENERAL

Analizar la estabilidad de voltaje de un SEP ante diferentes eventos de cargas en el sistema, por medio de las curvas PV y QV obtenidas a través del flujo de potencia continuado, además se implementarán métodos de compensación necesarios en las barras más afectadas.

PROPUESTA

- ❖ Realizar el flujo de potencia en condiciones normales de operación identificando los principales parámetros del sistema.
- ❖ Programar un código en Matlab que nos permita variar los parámetros del sistema, obteniendo los pares ordenados que componen las curvas PV y QV del sistema.
- ❖ Identificar las barras propensas a inestabilidad de voltaje, mediante los criterios establecidos en las curvas PV y QV.
- ❖ Implementar un algoritmo en Matlab que incluya los diferentes equipos de compensación utilizados para mantener la estabilidad de voltaje en una determinada barra, en donde se compruebe su funcionamiento a través de las curvas PV y QV.



```

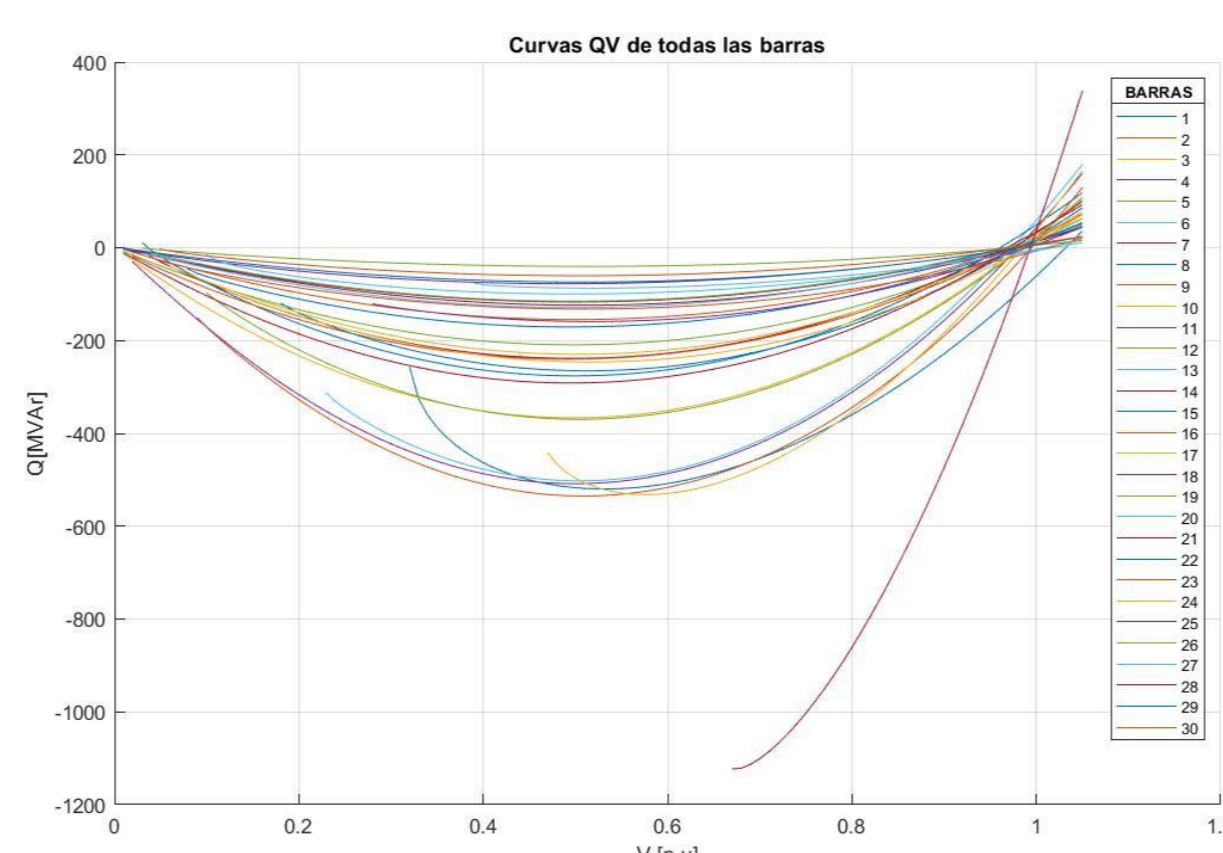
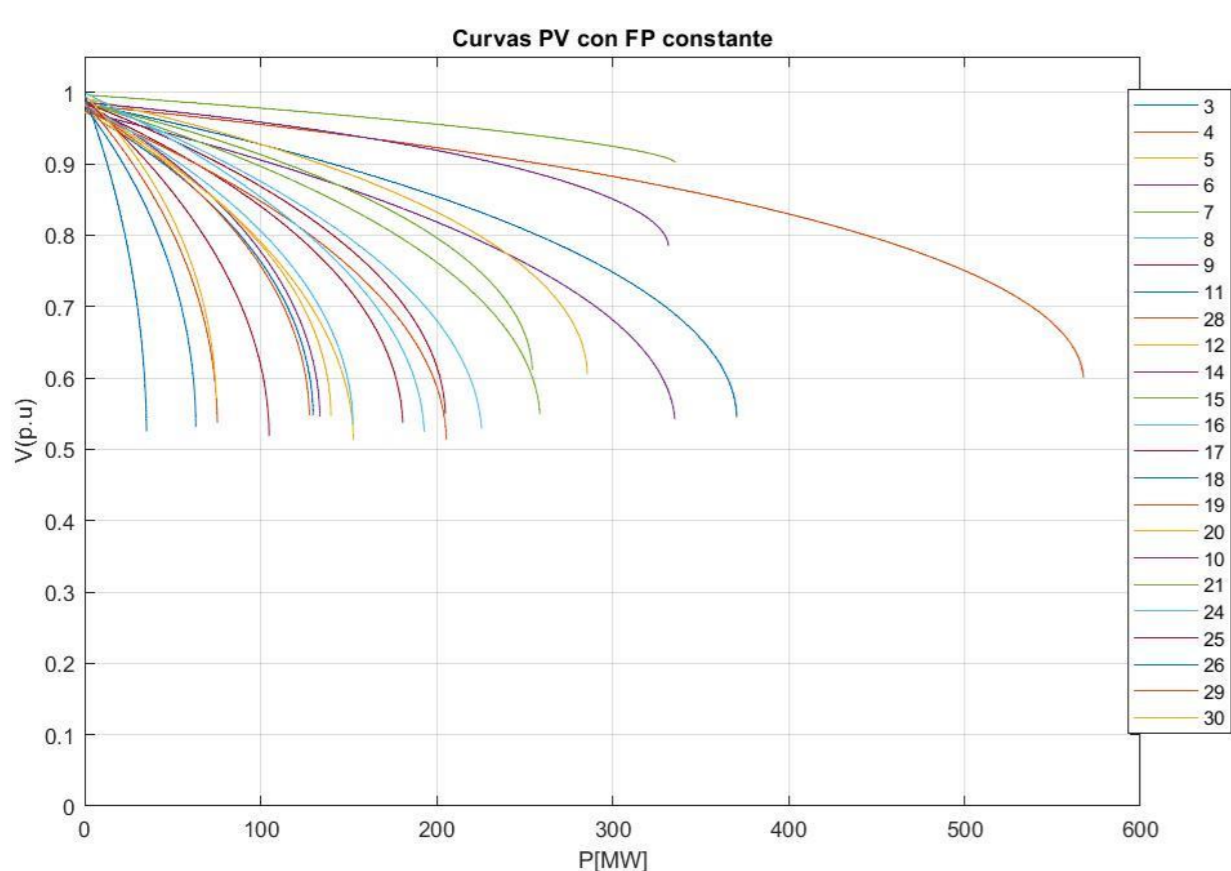
% Programa para generar las curvas PV y QV de un sistema de potencia
% y aplicar diferentes métodos de compensación.
% Se define el sistema de potencia y se calculan las curvas PV y QV.
% Se aplican los métodos de compensación y se calculan las curvas PV y QV.
% Se comparan los resultados y se muestra el impacto de cada método.
% Se define el sistema de potencia
clear;
close all;
% Datos del sistema de potencia
n_barras = 30;
n_lineas = 41;
% Se calculan las curvas PV y QV
[ PV, QV ] = curvas_PV_QV( n_barras, n_lineas );
% Se aplican los métodos de compensación
% Se calculan las curvas PV y QV con compensación
[ PV_comp, QV_comp ] = curvas_PV_QV_comp( n_barras, n_lineas );
% Se comparan los resultados
% Se muestra el impacto de cada método
% Se define el sistema de potencia
clear;
close all;
% Datos del sistema de potencia
n_barras = 30;
n_lineas = 41;
% Se calculan las curvas PV y QV
[ PV, QV ] = curvas_PV_QV( n_barras, n_lineas );
% Se aplican los métodos de compensación
% Se calculan las curvas PV y QV con compensación
[ PV_comp, QV_comp ] = curvas_PV_QV_comp( n_barras, n_lineas );
% Se comparan los resultados
% Se muestra el impacto de cada método

```

MATPOWER

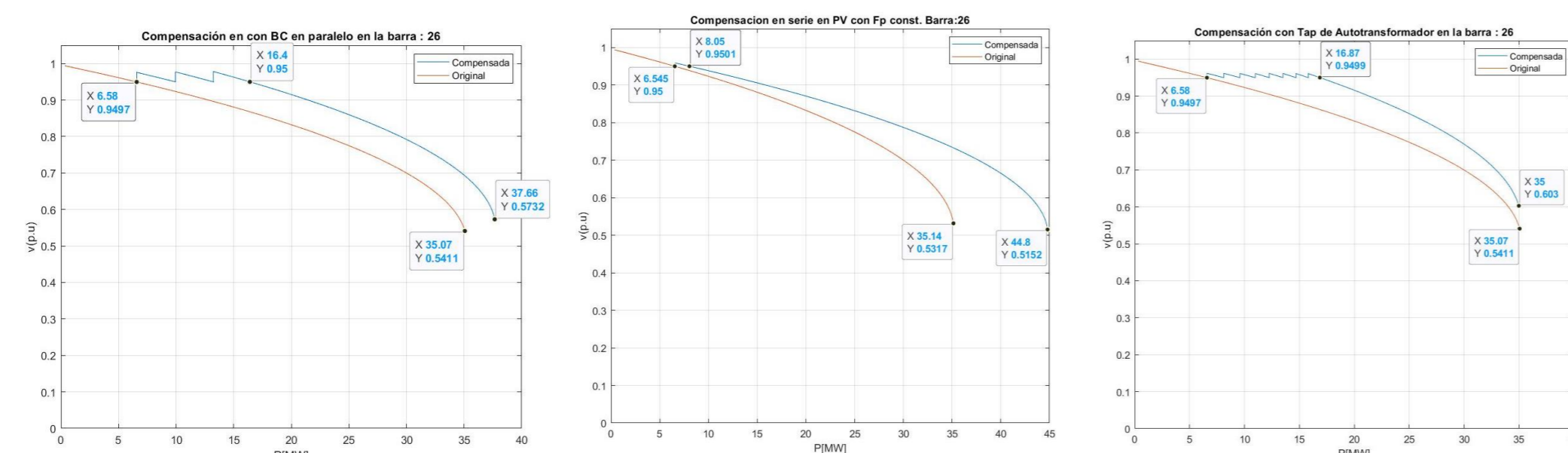
RESULTADOS

CURVAS PV Y QV



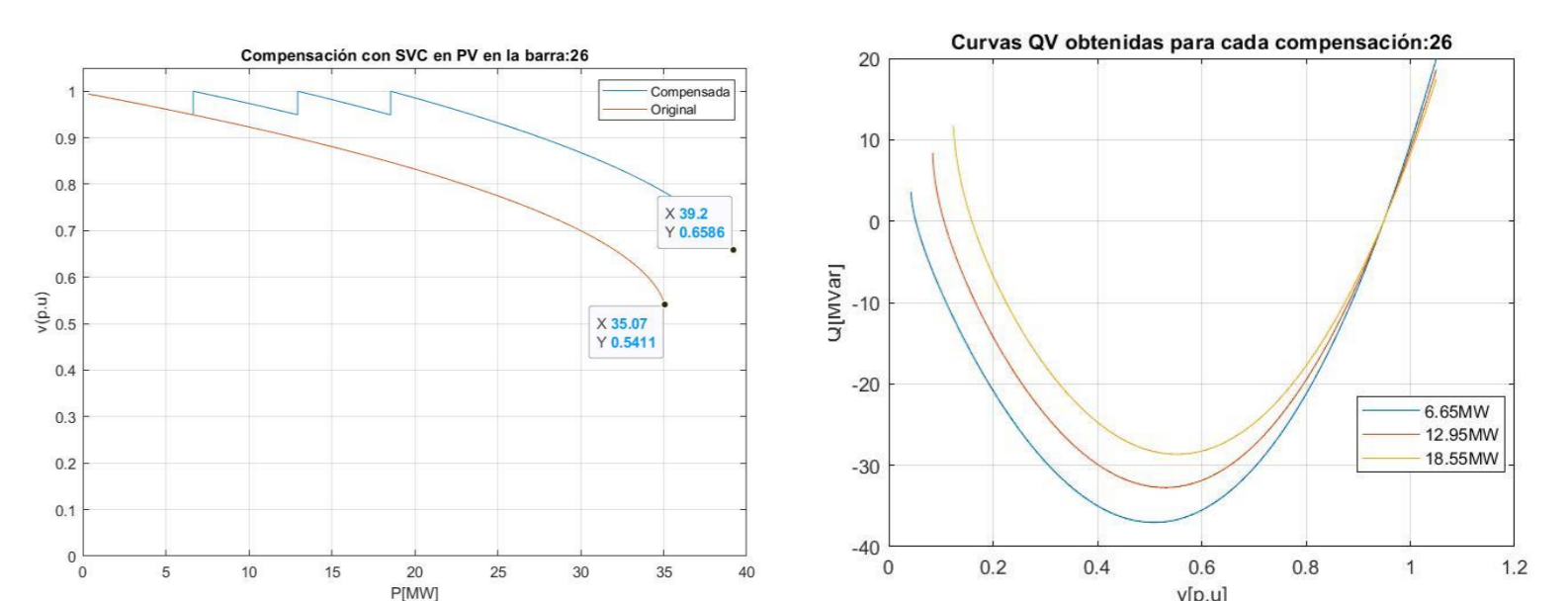
La barra más "débil" es la barra 26, solo cuenta con 35.17 [MW] de margen de cargabilidad total y 6.51 [MVar] de margen de cargabilidad por voltaje mínimo dentro de la curva QV muestra tan solo 40.21 [MVar] en su margen de potencia reactiva

COMPENSACIONES BARRA 26



Compensaciones Barra 26 Mejoras			
Margen de cargabilidad	BDCS	CS	Taps
Total	7.28%	27.5%	0%
Vmin	149.26%	22.99%	156.24%

SVC DIMENSIONAMIENTO



Al aplicar un compensador SVC, se simuló su capacidad para restablecer el voltaje a su valor nominal en tres ocasiones, lo que reveló que la capacidad reactiva máxima necesaria para el SVC debe superar los 26.52 MVar.

BARRA 4 Y 21

Compensaciones Barra 21 Mejoras				Compensaciones Barra 4 Mejoras			
Margen de cargabilidad	BDCS	CS	Taps	Margen de cargabilidad	BDCS	CS	Taps
Total	0.42%	1.45%	0%	Total	1.71%	12.83%	0%
Vmin	4.33%	44.01%	52.22%	Vmin	53.70%	4.79%	190.12%

CONCLUSIONES

- Tras analizar el flujo de potencia en condiciones normales de operación en la red, se identificó varios parámetros clave que ayudaron a comprender la dinámica del sistema. Obteniendo así una visión detallada de las 30 barras y 41 líneas, que nos permitieron resaltar aspectos relevantes para la estabilidad y eficiencia operativa.
- Los resultados obtenidos con MatPower muestran su capacidad para calcular, ajustar y agrupar los parámetros de un SEP. Mediante el análisis del flujo de potencia, se obtuvieron con precisión las curvas PV y QV, identificando las barras con características particulares: la 26 como la más inestable, la 21 con el mayor voltaje de colapso y la 4 con el margen de cargabilidad más alto.
- En este estudio, se logró implementar algoritmos en Matlab para cada método de compensación, en donde se observó que todos tuvieron gran influencia en la barra 26, la menos estable. Además, se destaca la eficacia de los bancos de capacitores shunt, con grandes mejoras en los márgenes de cargabilidad; sin embargo, en barras con más potencia reactiva, como la 4 y 21, los efectos compensativos fueron menores.
- Se concluye que el método de tap de autotransformador aumenta el margen de cargabilidad por voltaje mínimo al influir en la tensión de la barra. Asimismo, se ajustó el SVC para que la barra 26 opere a 1 [p.u] cuando se acerque al límite de 0.95 [p.u], aumentando sus márgenes de cargabilidad mediante la inyección automática de potencia reactiva.