

# **ESTABILIDAD DE TENSION CON ENERGÍAS RENOVABLES**

**Iván Yaber**

**Andrés Tous**

**Trabajo presentado al Dr John Candelo**

**Barranquilla-Puerto Colombia**

**Universidad del Norte**

**Ingeniería Eléctrica**

**Análisis de Sistemas de Potencia**

# Estabilidad de tensión con energías renovables

## 1. Introducción

El uso de fuentes de energía renovable y los temas relacionados con la desregulación del mercado están tomando un fuerte auge desde hace unos años, debido a lo anterior, cada vez es más común la planeación e instalación de generadores de distintas características ampliamente distribuidos en sistemas de distribución para suplir a los consumidores directamente. Por lo tanto, estos últimos enfrentan nuevos desafíos en lo que refiere a su comportamiento (estabilidad, operación y control) con la adición de estos dispositivos, por ejemplo, algunos de estos son generadores de inducción que consumen potencia reactiva, otros son generadores estáticos (generadores solares fotovoltaicos), los cuales no tienen partes mecánicas rotativas. Entre otras cosas, la inyección de potencia de este tipo de fuentes de energía suele depender de condiciones climáticas como la velocidad del viento y la irradiación solar.<sup>1</sup>

La estabilidad de tensión se define como la capacidad de un sistema de potencia para mantener de forma continua tensiones razonablemente aceptables bajo condiciones de operación normal y después de haber sufrido una perturbación. Por su parte, la inestabilidad de tensión suele darse mientras se dan las perturbaciones, aumento repentino en la carga u otro cambio en las condiciones normales del sistema.

Teniendo en cuenta lo anterior, las fuentes anteriormente mencionadas deben ser capaces de proveer potencia de manera que se cumplan ciertos requisitos básicos de calidad, entre los cuales se encuentra la estabilidad de tensión. Debido a esto, mediante el presente proyecto se pretende estudiar la estabilidad de tensión con el uso de energías renovables

---

<sup>1</sup> Adaptado de: S. Dahal, N. Mithulanathan y T. Saha, «Investigation of Small Signal Stability of a Renewable Energy based Electricity Distribution System,» [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?newsearch=true&queryText=Investigation+of+Small+Signal+Stability+of+a+Renewable+Energy+based+Electricity+Distribution+System&x=0&y=0>. [Último acceso: 10 Septiembre 2012].

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Recursos Energéticos Distribuidos (DER)**

Según el DPCA (Distribution Power Coalition of America) éstos consisten en cualquier tecnología de generación a pequeña escala que proporciona electricidad en puntos más cercanos al consumidor que la generación centralizada y que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte de distribución. Al reducir las distancias entre generación y cargas aumenta la eficiencia energética. En sistemas de distribución, si la generación centralizada es costosa, o de hecho no existe tal sistema debido a la localización de las cargas, los DER deben jugar un papel preponderante, ya que si bien presentan todavía ciertas carencias que se mencionarán más adelante, contribuyen a un aumento en la continuidad del suministro y de la confiabilidad del sistema eléctrico de potencia.

Además de las ventajas ya mencionadas, muchos DER presentan menos emisiones (o no emisión) de CFC's (gases culpables del efecto invernadero), este subconjunto se conoce como RES (Renewable Energy Sources), ejemplo de estos los sistemas eólicos, fotovoltaicos, geotérmicos, entre otros.

Una ventaja relacionada con el uso de RES, es que se puede proveer energía sin tener los costos altísimos de combustibles, y a la vez reduciendo las mentadas emisiones.

Sin embargo, y a pesar de todas estas ventajas, existen ciertas desventajas; no se puede garantizar el suministro de potencia durante las horas en que se dan los picos altos de demanda, para lo cual se creó el concepto de crédito por capacidad (CC), el cual representa la reducción de generación convencional de potencia que se puede hacer sin afectar la confiabilidad del sistema, lo cual representa la necesidad de potencia proveniente de RES para el sistema.

En adición, el uso de DER también impacta negativamente el flujo de potencia, la estabilidad de tensión, la protección y la calidad del suministro de potencia debido a su característica intermitente, la cual subyace en la dependencia de ciertas condiciones climáticas y/o atmosféricas como se mencionó anteriormente.

Por ende, cuando se consideran fuentes renovables en el estudio de suministro eléctrico, surge un factor de incertidumbre en el monitoreo del comportamiento de la tensión en el tiempo, el cual se debe básicamente a la potencia activa generada por dichas fuentes que si bien son pequeñas, generan cierto impacto, el cual, es tal que el modelo tradicional de análisis de seguridad de tensión no suele ser suficiente para diseñar un sistema robusto.

Siguiendo con lo anterior, las fuentes no renovables deberían modelarse utilizando variables estocásticas, lo cual representa una alternativa de análisis mucho más real, teniendo en cuenta la experiencia pasada, la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos, lo cual consiste en un análisis probabilístico de las condiciones de seguridad de tensión, para lo cual es común hacer uso de técnicas de simulación con software que faciliten el cálculo con este tipo de variables complejas, facilitando la comprensión y predicción de condiciones riesgosas.

## **2.2 Consideraciones de la estabilidad de tensión con energía renovable**

Como se definió previamente, la estabilidad de tensión es en cierta forma la habilidad de un sistema de potencia para conservar las tensiones en cada una de sus barras en un valor admisible bajo condiciones normales de operación o luego de perturbaciones; lo cual puede cambiar cuando se da una caída de tensión debido a varios factores como un cambio en la condición de operación, por ejemplo el incremento en la demanda de la carga, un cambio en la topología del sistema, la salida de varios elementos ante la presencia de una falla, entre otros.

Sin embargo, se ha logrado conocer que la principal causa de inestabilidad se da cuando el sistema no puede satisfacer una demanda de potencia reactiva, es decir un sistema presenta inestabilidad de tensión si para al menos una de sus barras, se da una disminución de tensión a la vez que se le inyecta potencia una mayor cantidad de

potencia reactiva a dicha barra, lo cual conlleva a una caída de tensión en una parte importante del sistema de potencia.

Por lo tanto, el análisis de estabilidad de tensión, usualmente realizado en sistemas de transmisión debe también llevarse a cabo para sistemas de distribución en que se incluyan DER, ya que en estos sistemas, con elevado uso de este tipo de fuentes de energía, las caídas bruscas de voltaje se dan debido a la indisponibilidad de generación.

## Bibliografía

- [1] S. Dahal, N. Mithulanathan y T. Saha, «Investigation of Small Signal Stability of a Renewable Energy based Electricity Distribution System,» [En línea]. Available: <http://ezproxy.uninorte.edu.co:2116/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5590113>. [Último acceso: 10 Septiembre 2012].
  
- [2] A. Almeida, R. Leme, A. Zambroni de Souza, B. Lopes y V. Albuquerque, «Voltage Stability Reliability,» [En línea]. Available: <http://ezproxy.uninorte.edu.co:2116/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6136170>. [Último acceso: 10 Septiembre 2012].