



Estudios de integración ERV en las redes de Tx y Dx

Experiencia en el El Salvador

Rigoberto Salazar Grande



Programa:
Energías Renovables y
Eficiencia Energética
en Centroamérica

Erneuerbare Energien
und Energieeffizienz

Octubre de 2016



¿Qué hemos hecho?

- Evaluación del cumplimiento de las condiciones de conexión de plantas generadoras a base de energía renovable variable/intermitente (solar y eólica) a redes de distribución y transmisión de energía eléctrica (Dx – DigSILENT GmbH para 8 MW solar fotovoltaico)
- Estudio de impacto por la integración de 200 MW de ERV en las redes de transmisión (Tx – M.P.E. Licitación de 100 MW –SFV + Eólica-; adjudicación de 94 MWp + 20 MWp)
- Establecimiento de una metodología para la determinación de precios techos (CR y SV)
- Análisis del impacto de integración de 100 MW de ERV en la reserva rodante del sistema eléctrico (Tx – M.P.E.)
- Estudio de impacto por la integración de 200 MW de ERV en las redes de transmisión –BID- (Licitación de 170 MW –SFV + Eólica- en proceso)



Punto de partida

- Las condiciones de conexión de plantas generadoras con recursos renovables variables deberían estar especificadas en un código de red o definidas individualmente para cada caso por el operador de la red.
- Existen algunos aspectos referentes a la calidad de energía eléctrica suministrada especificados en diferentes documentos que sirven actualmente de pauta para la evaluación de algunos criterios.
 - Reglamento de Operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción, ROBCP.
 - Normas de Calidad del Servicio de los Sistemas de Distribución de energía eléctrica.



Premisas asumidas/confirmadas

- El operador de la red es el responsable que la calidad del servicio de energía eléctrica no sea afectado por la conexión de plantas generadoras. Para cumplir con esta responsabilidad el operador de la red define las condiciones técnicas de conexión que la planta generadora debe de cumplir.
- El **operador de la red** esta interesado en dar preferencia a la conexión de plantas de energía renovable variable al sistema. Para **ello se consideran planes de reforzamiento y mejoramiento de la red que conllevan a ofrecer puntos de conexión adecuados** en los lugares geográficamente cercanos al lugar de construcción de dichas plantas.
- El **operador de la planta** es responsable de demostrar (mediante un análisis o estudio) que las condiciones de conexión especificadas por el operador de la red serán cumplidas durante la operación de la planta.



Resumen y recomendaciones del 1er. estudio

1. El operador de la red realiza cálculos con el modelo detallado de la red y un modelo simplificado de la planta para especificar un punto de conexión y los requerimientos necesarios.
 2. El operador de la planta realiza los estudios necesarios para demostrar que la planta cumple con las condiciones especificadas por el operador de la red
 - En aquel entonces, el operador de la red Dx se tomó la tarea de verificar, mediante estudios, que las condiciones de conexión fueran cumplidas por las plantas aprobadas. De esta forma el operador de la red se puede convertir a la larga en “cuello de botella” en el proceso de integración de energía renovable en El Salvador .
- Se recomendó considerar las condiciones de conexión siguientes.:



Resumen y recomendaciones del 1er. estudio

- Se recomendó considerar las condiciones de conexión siguientes:
 1. Verificación del dimensionamiento del equipo
 2. Capacidad de suministro de potencia reactiva
 3. Perturbaciones
 - a. Cambios de voltaje (de estado estacionario y súbito)
 - b. Flicker
 - c. Armónicos
 4. Soporte dinámico del voltaje
 5. Limitación de potencia efectiva en caso de sobrefrecuencia
 6. Verificación del concepto de protecciones
- Necesidad de definir la calificación de las personas o compañías encomendadas a realizar los estudios de verificación de condiciones de conexión.



Recomendaciones

Tipos de estudios recomendados para evaluar el cumplimiento de condiciones de conexión

| Estudios | Mercado Minorista | | | Mercado Mayorista | |
|------------------------------------|------------------------|------------|---------|--------------------------|---------|
| | Generación Distribuida | | | Generación a Gran Escala | |
| | 1kW-100 kW | 100 kW-1MW | 1MW-5MW | 5MW-20MW | > 20 MW |
| Flujo de potencia | X | X | X | X | X |
| Cortocircuito | X | X | X | X | X |
| Coordinación de Protecciones | X | X | X | X | X |
| Estabilidad Transitoria | | X | X | X | X |
| Transitorio Electromagnético (EMT) | | | | | (X) |
| Armónicos | X | X | X | X | X |



Recomendaciones

Nivel de voltaje recomendado para la conexión de plantas generadoras dependiendo de la potencia nominal

| Capacidad de la Planta | | | BT (V) | MT (kV) | | | | AT (kV) | |
|------------------------|--------------------------|------------|---------|---------|----|------|----|---------|-----|
| | | | 120/240 | 13.2 | 23 | 34.5 | 46 | 115 | 230 |
| Mercado Minorista | Generación Distribuida | 1-100 kW | X | X | | | | | |
| | | 100 kW-1MW | | X | X | | | | |
| | | 1MW-5MW | | X | X | X | X | | |
| Mercado Mayorista | Generación a Gran Escala | 5MW-20MW | | | | X | X | X | X |
| | | > 20 MW | | | | | | X | X |



Ejemplo

1. Asesoría Técnica 4E



Macro



Adecuación de reglamentos
Ejemplo:
ROBCP en El Salvador

Meso



- Apoyo a Licitaciones Públicas Internacionales de 100 MW y 170 MW (solar fotovoltaica y eólica)
- Proceso de gobernanza en licitaciones
Ejemplo:
DELSUR, El Salvador

Micro



- Estudio de impacto por la integración de 200 MW de ERV en las redes de transmisión de El Salvador.
- Análisis del impacto de integración de 100 MW de ERV en la reserva rodante del sistema eléctrico de El Salvador



Estudio de impacto por la integración de 200 MW de ERV en la red de transmisión

- ❑ *Análisis de los resultados de la simulación*
 - *Estudios de flujo de carga*
 - *Análisis de contingencias (año base 2016 – proyectado 2019)*
 - *Temporada húmeda. Carga máxima 2016*
 - *Temporada seca. Carga máxima 2016*
 - *Temporada seca. Carga mínima 2016*
 - *Temporada seca. Carga máxima 2016*
 - *Temporada seca. Carga máxima 2019*
 - *Temporada húmeda. Carga mínima 2019*
 - *Temporada húmeda. Carga mínima 2019*
 - *Análisis de QV, para asegurar que los rangos reactivos de generación se especifican adecuadamente para poder mantener tensiones dentro de los límites durante una serie de contingencias.*
 - *Análisis de simulación dinámica (estabilidad transitoria; estabilidad de voltaje; estabilidad de frecuencia.*



Conclusiones

- El impacto de la adición de 195,2MW de plantas de generación de energía renovable no-síncrona y generación de energía fotovoltaica a la red eléctrica de El Salvador, puede ser acomodada siempre que cumpla con las condiciones de conexión de alto nivel definidas en el estudio;*
- No se pudo identificar un impacto considerable sobre la estabilidad transitoria*
- Se ha encontrado un impacto negativo muy pequeño en el amortiguamiento de los modos oscilatorios locales;*
- El impacto en el amortiguamiento de las oscilaciones entre la región es prácticamente nulo;*
- Se pudo identificar un impacto positivo en la respuesta del sistema en alta frecuencia; no así en baja frecuencia.*



Impacto de integración de 100 MW de ERV en la reserva rodante del sistema eléctrico

- ❑ *El impacto de 100MW de capacidad instalada con plantas ERV sólo tendrá un impacto menor sobre las variaciones de la carga residual y, por consiguiente, sobre las reservas rodantes.*
- ❑ *Las características de rendimiento dinámicas (capacidades de rampa) de la potencia convencional existente en El Salvador será suficiente para seguir las variaciones de viento y PV (variaciones en la carga residual) y para equilibrar el desajuste entre la carga residual prevista y real.*
- ❑ *El mecanismo de asignación de la reserva de energía secundaria (4% de la carga) puede permanecer sin aumentar considerablemente la necesidad de asignar manualmente carga adicional, utilizando plantas de energía primarias controladas.*



Importante

❑ **Pronósticos de la generación de plantas ERV**

- ❑ En principio, la estabilidad de cada sistema a nivel local/de país en sumatoria debería de brindar una estabilidad de toda la red, sin embargo, la red vista como sistema/de forma integral, presenta comportamientos que no necesariamente representan la sumatoria de la estabilidad de cada red local.
- ❑ En este sentido, aspectos como los servicios auxiliares (reservas primarias, secundarias, etc.) y la gestión de éstos, es un tema urgente a atender ya que el soporte que un país puede brindar a otro (procedimientos, mecanismos de facturación, etc.) no está regulado, generando incertidumbres en la operación efectiva y continuidad del servicio de la red a nivel regional.
- ❑ Analizar, discutir, discernir y establecer los procesos, procedimientos y/o mecanismos y las normativas/reglamentaciones asociadas a éstos, así como también, del intercambio de conocimientos para lograr la estabilidad de cada sistema y se disminuyan las posibilidades de afectar a toda la región por una falla o contingencia provocada por este tipo de plantas generadoras.



Muchas Gracias!

Director Regional:

Manfred Haebig

manfred.haebig@giz.de

Coordinadores de País

El Salvador & Guatemala:

Rigoberto Salazar Grande

rigoberto.salazar@giz.de

Honduras & Nicaragua:

Osly Roberto Rodas

Osly.rodas@giz.de

Costa Rica & Panamá:

Ana Lucia Alfaro Murillo

Ana.alfaro@giz.de