



Estudio de estabilidad en un sistema eléctrico con grupos electrógenos

Juan G. Boza

Recibido: Julio del 2007

Aprobado: Septiembre del 2007

Resumen / Abstract

En la estructura del sistema eléctrico de Cuba se está produciendo un significativo cambio, con motivo de la instalación masiva de los grupos electrógenos como nuevas fuentes de generación, próximas a los consumidores. Esto obliga a realizar un análisis de los regímenes estacionarios y transitorios para diferentes escenarios del nivel de carga del sistema. Se requiere entonces conocer los valores de los principales parámetros y la influencia de este tipo de generadores en el comportamiento de un sistema eléctrico.

Palabras clave: Grupos electrógenos, estabilidad, estacionario, transitorio

In this work, taking in to account, the installation of the new generators groups of diesel engine generator burning fuel oil and/or diesel fuel in the electric power system of Cuba, near of the loads center the study of stationary and transient operation of power electric system requiere to know the range of parameters of the differents elements.

Key words: Diesel engine generator, stability, stationary, transient

INTRODUCCIÓN

La utilización de las nuevas tecnologías en la generación de la electricidad está creciendo en el mundo. Cuando estas nuevas unidades de generación están conectadas en las redes de distribución de los sistemas electricos de potencia pueden incidir de forma significativa en el comportamiento de una red eléctrica ante los distintos regímenes de operación, y en particular, sobre los distintos tipos de la estabilidad: del ángulo (transitoria y dinámica), de la frecuencia y del voltaje.

Con la significativa aplicación de las nuevas fuentes de generación conectadas en las redes de distribución, estas dejan de ser circuitos pasivos para convertirse en circuitos activos que pueden suministrar potencia activa y reactiva a la transmisión.

Tradicionalmente no era necesario considerar los problemas de estabilidad asociados con las redes de distribución, sin embargo, la inercia de las unidades

generadoras conectadas, frecuentemente es baja y no siempre el tiempo de operación de la protección asegura la estabilidad para todos los tipos de fallas. Una falla en la red, un disparo de un generador convencional u otra perturbación en la red puede originar la desconexión de un gran número de generadores dispersos, provocando un déficit de generación y una caída temporal de la frecuencia.¹

En el caso de la potencia que suministran los generadores *eólicos*, los cambios rápidos con altas velocidades del viento pueden provocar pérdida de generación por la acción de las protecciones de frecuencia al producirse excursiones de la frecuencia y situaciones dinámicamente inestables.

Frecuentemente el sistema de protección proporciona las mejores opciones para mejorar la estabilidad de un sistema de potencia, de aquí que un sistema que tienda a ser inestable debe ser provisto de protecciones rápidas.

La introducción de la generación distribuida presenta algunas barreras que se deben salvar:²

- Implica cambios de paradigma.
- Requiere cambios de enfoque.
- Puede afectar la seguridad del sistema.
- Puede afectar la calidad del servicio.
- Puede dificultar la operación del sistema.
- Requiere mayor monitoreo y control.

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE UN SISTEMA ELÉCTRICO CON PEQUEÑOS GENERADORES CONECTADOS

La generación distribuida se puede materializar a través de diferentes tecnologías: Grupos electrógenos (motores diesel o motores fuel); turbinas de gas; generadores eólicos; generadores fotovoltaicos y otras.

Los programas para el análisis de la estabilidad, entre ellos el Power Systems Explorer (PSX), que se explota en Cuba, poseen la posibilidad de modelar los enrollados amortiguadores, sin embargo, no se cuenta en general con valores de estos elementos.

Si se tiene en cuenta el bajo valor de la constante de inercia de estos motores (diesel o fuel) se evidencia la importancia de este elemento amortiguador.

Igualmente, muchos catálogos de firmas comercializadoras no esclarecen plenamente los modelos y sus parámetros de los sistemas de excitación y de los reguladores de velocidad; obstaculizando la posibilidad de realizar un estudio de estabilidad con la modelación de todos los elementos que permiten los simuladores. En muchos casos se limitan a sugerir los modelos típicos que plantea la IEEE o también el sistema de excitación que propone Basler Electric Company, Higland, Illinois.

La estabilidad puede mejorarse cuando se alcanzan bajos valores de reactancias en las redes (máquinas y transformadores), en la reactancia transitoria de las máquinas rotatorias, altos valores de inercia de las máquinas rotatorias y controles de la excitación que respondan rápidamente a los efectos transitorios (Ver tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1
Valores de reactancias de motores diesel y fuel de diferentes capacidades

MVA	V (kV)	X _d	X' _d	X'' _d	X _q	X' _q	X'' _q	X ₂	X ₀
1,000	0,480	2,880	0,136	0,109	1,730	1,730	0,119	0,114	0,022
2,36	0,480	3,050	0,299	0,150	1,750	1,750	0,168	0,158	0,036
3,125	6,600	4,200	0,357	0,258	3,250	3,250	0,183	0,158	0,038
4,875	13,8	1,721	0,309	0,187	0,924	0,924	0,206	0,197	0,097
10,940	13,8	1,517	0,257	0,146	0,768	0,768	0,165	0,156	0,083
23,065	13,8	1,434	0,298	0,162	0,787	0,787	0,184	0,173	0,100

Tabla 2
Constante de inercia de motores diesel y fuel de diferentes capacidades

Capacidad (MVA)	Velocidad (r/min)	Constante de inercia H (s)
1,000	1800	0,3088
2,360	1800	0,5257
3,125	900	0,9391
4,875	720	0,9440
10,940	720	1,4724
23,065	514	1,4949

Tabla 3
Datos de transformadores

Capacidad (MVA)	Voltaje (kV)	Conexión	Z (%)
5-15	13,8 /0,48	Y_N	6,00
20	34,5/0,48	Y_N	6,48
12.5	13,8/6,6	Y_N	11
25	34,5/6,6	Y_N	11
20-37,5	115/6,6	Y_N	12
20	34,5/13,8	Y_N	7,5
25	115/13,8	Y_N	14

Actualmente la aplicación de estabilizadores de potencia beneficia el amortiguamiento del sistema mediante el amortiguamiento de las oscilaciones del rotor de las máquinas sincrónicas.

Para el análisis de la estabilidad, las técnicas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia son las más usadas. La utilización de las técnicas en el dominio del tiempo se pueden usar para determinar las condiciones que potencialmente producen condiciones de inestabilidad, pero son limitadas cuando se intenta identificar los modos de oscilación. La estabilidad dinámica puede evaluarse por la forma de las curvas obtenidas en el cálculo de la estabilidad transitoria de las variaciones en el tiempo del ángulo del rotor.³

CONCLUSIONES

- Las consideraciones hechas pueden ser aplicadas a los estudios de estabilidad que se realicen al sistema eléctrico de Cuba, teniendo en cuenta que este sistema está desarrollándose, fundamentalmente, sobre la base de la instalación en el mismo de un gran número de motores diesel, fuel y generadores eólicos de diferentes capacidades.
- Actualmente se realiza una profunda revisión bibliográfica que permita en breve tiempo organizar una base de datos que permita realizar los principales cálculos para analizar los regímenes estacionarios y transitorios del SEN.

REFERENCIAS

1. "Modeling New Forms of Generation and Storage, CIGRE TF38.01.10", November, 2000.
2. Cruz R., Jorge: "Generación distribuida con energía renovable. Experiencias en México", Instituto de

Investigaciones Eléctricas (IEE), Cuernavaca, Morelos, Mexico, 2001.

3. IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis Std 399, 1997.

AUTOR

Juan G. Boza Valerino

Ingeniero Electricista, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (CIPEL), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, Ciudad de La Habana, Cuba

e-mai:jboza@electrica.cujae.edu.cu

