

DETECTANDO PROBLEMAS EN PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE GENERADORES UTILIZANDO DIGSILENT POWER FACTORY

*Detecting problems in generator electrical protection using DigSilent
Power Factory*

*Detectando problemas em proteções elétricas dos geradores
usando DigSilent Power Factory*

Álvaro Jesús Caballero Mena¹ , Julio Espinosa Domínguez¹ 

¹ Universidad Tecnológica de La Habana. La Habana-Cuba. Correo:
acaballerom@electrica.cujae.edu.cu, jed93789@electrica.cujae.edu.cu

Fecha de recepción: 23 de agosto de 2020.

Fecha de aceptación: 05 de noviembre de 2020.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. En este trabajo se detectan problemas en algunas funciones de protecciones que se emplean en una central eléctrica de grupos electrógenos. **OBJETIVO.** Modelar el GPC que es uno de los dispositivos que funge como protección y control del motor. **MÉTODO.** Se Utilizando la modelación matemática de una central típica y su dispositivo de protección principal se detectan las funciones de protecciones que no operaban efectivamente. **RESULTADOS.** Algunas funciones de protecciones dentro del GPC no eran efectivas y esta era la causa del daño severo que estaban sufriendo las centrales de grupos electrógenos. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Algunas funciones de protecciones en el GPC no son efectivas, es mejor utilizar un relé de protección para estas centrales.

Palabras Clave: Protección de generadores, GPC, simulación matemática.

ABSTRACT

INTRODUCTION. In this work, problems are detected in some protection functions used in a power plant of generators. **OBJECTIVE.** To model the GPC which is one of the devices that



Caballero & Espinoza. Detectando problemas en protecciones eléctricas de generadores utilizando digsilent power factory.
Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".
Julio – Diciembre de 2020



<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.347>

functions as protection and control of the engine. **METHOD.** Using the mathematical modeling of a typical power plant and its main protection device, the protection functions that did not operate effectively are detected. **RESULTS.** Some protection functions within the GPC were not effective and this was the cause of the severe damage that the power plants were suffering. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** Some protection functions in the GPC are not effective, it is better to use a protection relay for these plants.

Key words: Generator protection, GPC, mathematical simulation

RESUMO

INTRODUÇÃO. Neste trabalho, são detectados problemas em algumas funções de proteção utilizadas em uma usina geradora de energia. **OBJETIVO.** Modelar o GPC, que é um dos dispositivos que funcionam como proteção e controle do motor. **MÉTODO.** Usando a modelagem matemática de uma usina elétrica típica e seu principal dispositivo de proteção, as funções de proteção que não funcionaram efetivamente são detectadas. **RESULTADOS.** Algumas funções de proteção dentro do GPC não foram eficazes e esta foi a causa dos graves danos que as usinas de energia estavam sofrendo. **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.** Algumas funções de proteção no GPC não são eficazes, é melhor usar um relé de proteção para estas centrais elétricas.

Palavras-chave: Proteção do gerador, GPC, simulação matemática.

INTRODUCCIÓN

El dispositivo Multi-Line GPC 2 es un equipo que es principalmente un controlador para la operación de las centrales de grupos electrógenos de la tecnología Hyundai, pero que a su vez contiene funciones de protección para garantizar el resguardo de las maquinas generadora [1].

Para garantizar la correcta protección de un generador no solo se debe asegurar su disparo durante fallas, sino también protegerlo en su funcionamiento en estado normal evitando una incorrecta operación [2], [3]. Por ejemplo una falla de pérdida del campo puede ser una contingencia grave si la unidad está a plena carga y menos graves si está en vacío. La correcta protección de esta contingencia evitará sobre tensiones en del devanado del rotor y calentamientos en las cabezas de las bobinas [4].

MÉTODO

Técnicas de análisis de datos

Análisis de cortocircuitos, análisis de pérdida del campo y desbalance de las corrientes de un generador, y análisis de la operación de relés de protecciones.

Procedimiento



Caballero & Espinoza. Detectando problemas en protecciones eléctricas de generadores utilizando digisilent power factory.
Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".
Julio – Diciembre de 2020



<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.347>

Se simularon contingencias internas y externas en un generador de una planta de grupos electrógenos de tecnología Hyundai 2.5 MW. Se analizó el comportamiento de las funciones de protección con la que cuenta el dispositivo utilizado en estas centralas (Multi-Line 2 GPC) funciones de protección.

Técnicas de análisis de datos

En la figura 1 se representa la programación de las funciones de protección del dispositivo GPC logrado a través de un diagrama en bloques utilizando el software Power Factory.

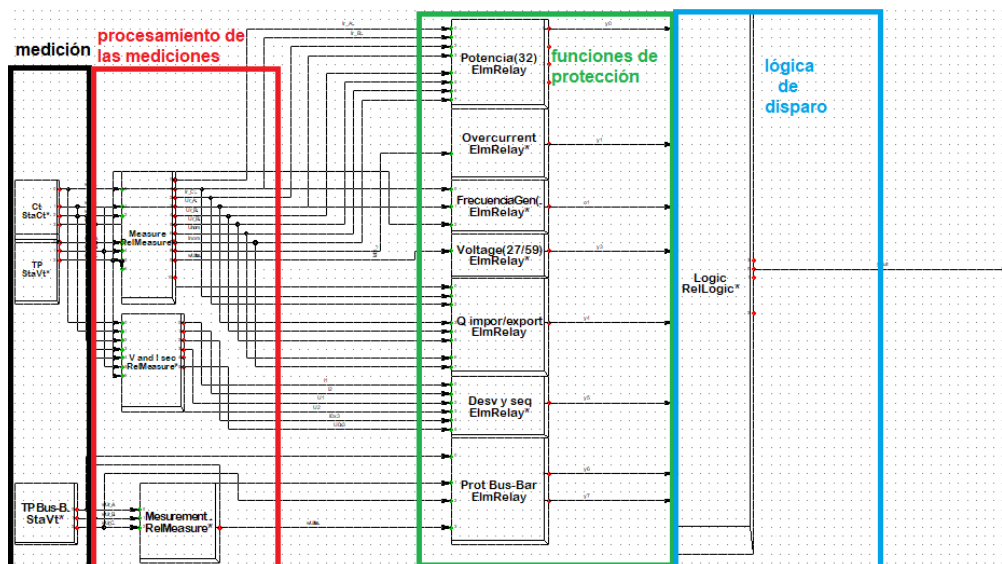


Figura 1. Diagrama en bloque utilizado DlgSILENT Power Factory para simular el GPC

Cada uno de estos bloques simulan los elementos de un sistema de protecciones desde los encargados de tomar las mediciones, procesarlas, verificarlas en cada de las funciones de protección y definir el disparo.

Para poder analizar el comportamiento de las funciones de protección fue necesario incluir el modelo de la figura anterior en un esquema (figura 2) de 8 generadores que representan un grupo electrógeno de la misma tecnología.

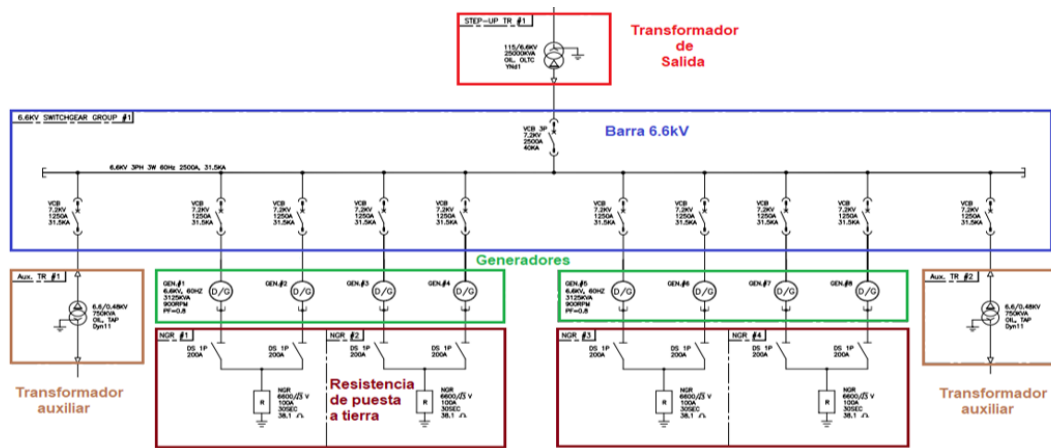


Figura 2. Diagrama unifilar de un grupo de la tecnología Hyundai [5]

Junto con el diseño del esquema y el diagrama en bloque se simularon múltiples contingencias como pérdida del campo de generadores, cortocircuitos, motorización, desequilibrios, entre otros, para verificar el trabajo de cada una de las funciones de protección y si garantiza la total seguridad de los generadores.

RESULTADOS

Se mostrarán algunos resultados de numerosas contingencias simuladas. Durante las simulaciones realizadas se observó y comprobó cada una de las funciones de protección con la que cuenta el dispositivo de protección GPC simulado. Se encontraron numerosos problemas, no en su funcionalidad, sino en las funciones de protección que posee para garantizar el cumplimiento de las normas básicas (figura 3).



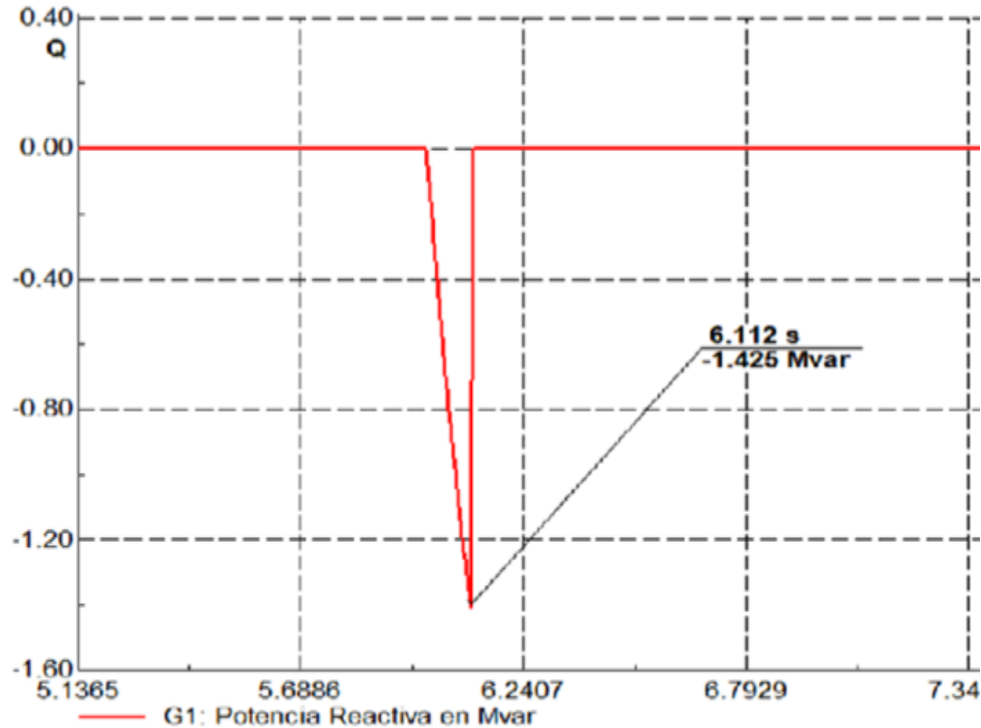


Figura 3. Forma de onda de la potencia reactiva con pierde el campo

En la figura se presentó la potencia reactiva en el generador cuando ocurre una pérdida del campo y la máquina se encuentra en vacío siendo este valor el mínimo posible, dado que aumentaría según la cantidad de potencia activa con la que se encontrará trabajando la máquina antes del fenómeno [6], [7].

A pesar que el relé simulado dispararía en esta contingencia hay problemas en esta protección de tiempo definido. La capacidad de potencia reactiva negativa con la que puede trabajar el generador va disminuyendo a medida que aumenta su potencia activa (curva de capacidad). Esto obligaría a disminuir más el ajuste garantizar una protección total del generador a máxima potencia, pero a costo de su eficiencia.

Los generadores Hyundai que se utilizaron en la simulación tiene como corriente nominal 273 A y la protección con la que cuenta el GPC de un sobre corriente 50/51. Este tipo de protección no debe ser utilizada dado que si aparece una falla estando la máquina en vacío (justo cuando se sincroniza al sistema), la corriente una vez pasado un tiempo muy pequeño (figura 4) toma valores menores a su nominal.



Compartir



Compartir

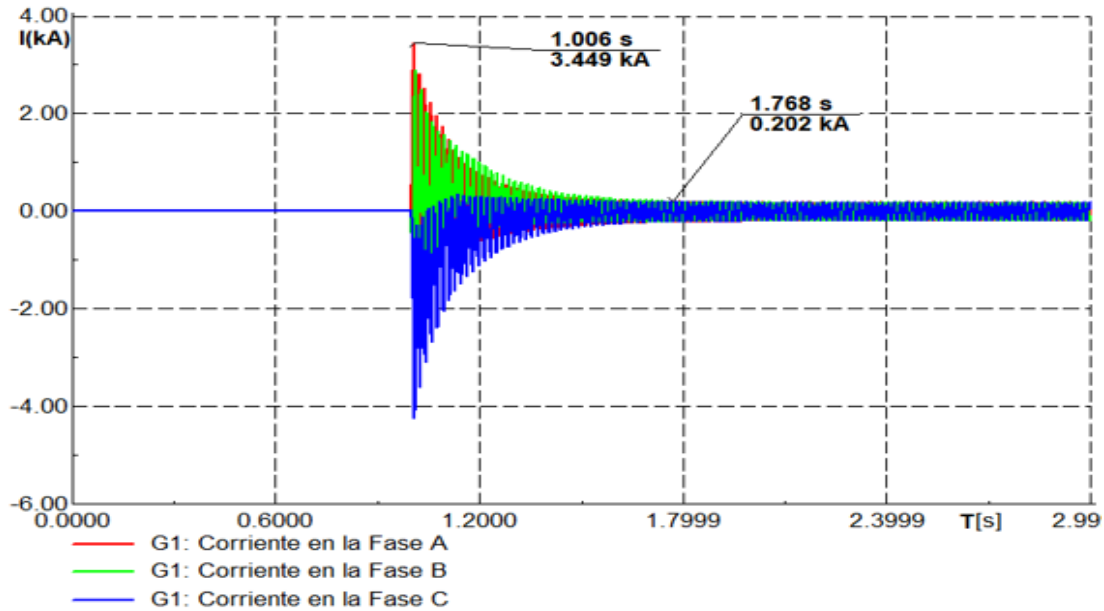


Figura 4. Forma de onda de las corrientes de cada una de las fases durante un cortocircuito

Se pudiera pensar en disminuir el tiempo de disparo de la protección, pero entonces no coordinaría con los otros dispositivos de protecciones externas. Otra solución pudiera ser bajar el ajuste, pero entonces impediría el trabajo de la unidad generadora a su máxima potencia [6]. Esto demuestra la necesidad de la protección 51V pero este dispositivo no lo posee.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Muchos fueron los resultados obtenidos del análisis de las protecciones instaladas en los grupos de generación por grupos electrógenos de tecnología 2.5MW y el resultado principal es que su esquema de protecciones debe ser sustituido.

Se logró simular todas las funciones de protección del dispositivo GPC instalado en este tipo de centrales térmicas en motores de combustión interna y con esto demostrar a las autoridades que los generadores no están debidamente protegidos.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Trabajos realizados con el apoyo de la Universidad Tecnológica de la Habana.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.



APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La complejidad de los estudios estáticos y dinámicos de las protecciones de una instalación es elevada por la cantidad de información y datos involucrados. La simulación real permite en un mismo software poseer toda la información y evaluar de forma virtual si un equipo real de protección actuará de forma correcta o no. Se demostró en una instalación de grupo electrógenos de tecnología Hyundai 2.5 MW donde las autoridades ya han aceptado el proceso de sustitución de la tecnológica de protecciones producto a estos resultados de simulación presentados.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Álvaro Jesús Caballero Mena. Diseño del experimento y la investigación. Desarrollo de la modelación y la simulación. Redacción de la publicación.

Orlys Ernesto Torres Breffe. Diseño del experimento y la investigación. Desarrollo de la modelación y la simulación. Redacción de la publicación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Tecnológica de la Habana y el centro de Investigaciones y Pruebas Eléctricas por confiar en el trabajo de sus profesionales.


REFERENCIAS

- [1] Denmark, «Multi genset paralleling». [En línea]. Disponible en: <https://www.deif.es/land-power/genset-controls/multi-genset-paralleling>. [Accedido: 15-ene-2020].
- [2] C. Babu, «Generator Protection Application Guide», dic. 2019.
- [3] «IEEE Guide for AC Generator Protection», *IEEE Std C37.102-2006 (Revision of IEEE Std C37.102-1995)*, pp. 1-177, feb. 2007, doi: 10.1109/IEEESTD.2007.8526571.
- [4] ABB, «Generator protection basics Philosophy». 01-oct-2020.
- [5] «UNE 2500kW Generating Set DIESEL POWER PLANT», 14-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <http://as.hyundai-engine.com/>. [Accedido: 14-ene-2020].
- [6] «Power System Protection von Paul M. Anderson | ISBN 978-0-7803-3427-4 | Fachbuch online kaufen - Lehmanns.de», 14-ene-2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.lehmanns.de/shop/technik/2559355-9780780334274-power-system-protection>. [Accedido: 14-ene-2020].
- [7] «LOSS OF EXCITATION PROTECTION FOR MODERN SYNCHRONOUS GENERATORS», feb-2020.




NOTA BIOGRÁFICA



Álvaro Jesús Caballero Mena. **ORCID ID**  <https://orcid.org/0000-0001-9645-9323>. Es profesor e investigador de la Universidad Tecnológica de la Habana. Obtuvo su título de ingeniero eléctrico en 2019. Su línea de investigación es en las protecciones eléctricas y los sistemas eléctricos de potencia. Actualmente es investigador en la Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba y ha desarrollado trabajos como investigador en las instalaciones de grupos electrógenos de la Habana y Artemisa, sobre la base de contratos con la Unión Nacional Eléctrica.



Julio Espinosa Domínguez. **ORCID ID**  <https://orcid.org/0000-0001-8822-2617>. Es profesor e investigador de la Universidad Tecnológica de la Habana. Obtuvo su título de ingeniero eléctrico en 2018. Las líneas de investigación en las cuales se desarrolla, están dirigidas a la electrónica de potencia aplicada a los sistemas eléctricos de potencia, así como a la integración de fuentes renovables de energía dentro de dichos sistemas. A realizado trabajos en instalaciones de grupos electrógenos en Artemisa mediante contratos con la Unión Nacional Eléctrica.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



Caballero & Espinoza. Detectando problemas en protecciones eléctricas de generadores utilizando digisilent power factory.
Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".
Julio – Diciembre de 2020



<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.347>