

Bogotá D. C., 20 de agosto de 2019

Doctor
Christian Jaramillo
Director Ejecutivo
Comisión de Regulación de Energía y Gas-CREG
Ciudad

Asunto: Actualización Código de Redes. Sistemas de Control y Protección.

Respetado Doctor Jaramillo:

El Consejo Nacional de Operación-CNO en ejercicio de las funciones que la Ley 143 de 1994 le ha asignado, de acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional-SIN sea segura, confiable y económica, y ser el organismo executor del Reglamento de Operación, presenta a continuación sus comentarios al documento CREG *"Propuesta CNO: Sistemas de Control y Protección. Redes Inteligentes"*.

1. Sistemas de control, incluyendo los temas de arquitectura, ciberseguridad e interoperabilidad.

El Consejo ha presentado a la Comisión sus propuestas sobre la arquitectura del sistema, ciberseguridad e interoperabilidad. Si bien el documento aborda varios de los elementos que el CNO ha planteado, sugerimos a la Comisión:

- Tener en cuenta el documento CNO sobre *"Estándares, Arquitectura y Normativas de las Nuevas Tecnologías para la Gestión de la Distribución"*. En este documento se recomienda a la CREG, entre otros aspectos, promover y encaminar los esfuerzos de renovación de los activos bajo estándares, arquitecturas y normas, como mecanismo para ganar eficiencia, confiabilidad y seguridad en la operación.
- Continuar con el desarrollo de la normatividad del sector para la ciberseguridad de ciber-activos críticos, basados en el estándar NERC CIP.
- Facultar al CNO para adoptar vía Acuerdo la reglamentación de los temas de ciberseguridad sistémicos, de acuerdo con las últimas prácticas aceptadas para la protección del sector eléctrico.

2. Numeral 1.10 – Sistemas de Protección, donde se especifican los requerimientos de hardware y software, y adicionalmente, los criterios que se tienen en cuenta para las acciones de las protecciones.

Es importante mencionar que actualmente no se tiene planeado el desarrollo de un Acuerdo CNO con especificaciones de hardware, software y requerimientos que deban cumplir los diseños de los sistemas de protección. Sugerimos a la CREG establecer una regulación de alto nivel, en la que se faculte al Consejo desarrollar los aspectos generales y los criterios específicos de protecciones. En este sentido, recomendamos a la Comisión mantener en el Código de Redes requerimientos mínimos para el diseño e implementación de sistemas de protecciones, que permitan mantener e incrementar la confiabilidad, seguridad y fiabilidad en su desempeño en el despeje de fallas, subsanar la necesidad actual de contar con sistemas de protecciones más robustos y confiables en el Sistema Interconectado Nacional-SIN, que se adapten a los nuevos desafíos operativos, asociados principalmente a la inclusión masiva de nuevas tecnologías de generación y almacenamiento.

El CNO analizó la propuesta del Código de Conexión y considera que existe una brecha entre los lineamientos y los requerimientos que se indican y las necesidades con relación a los Sistemas de Protecciones en el SIN. Si bien se realizaron los comentarios al documento en cumplimiento de la solicitud, proponemos a la CREG establecer un plan de trabajo con el Subcomité de Protecciones del CNO, para evaluar y definir la propuesta del capítulo de protecciones del nuevo Código de Conexión, considerando las necesidades y retos que tiene el país de mejorar e incrementar la confiabilidad y seguridad de los Sistemas de Protecciones en todos los niveles de tensión, incluyendo el Sistema de Distribución Local-SDL, de acuerdo con la experiencia operativa de los agentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se presentan las observaciones al documento del asunto:

- En el documento se indica que se debe cumplir con varias guías y normas de años específicos. Considerando que estas guías y normas son constantemente revisadas y actualizadas de acuerdo con las experiencias y la evolución de los Sistemas Eléctricos de Potencia, el CNO propone considerar las actualizaciones o aquellas normas que las modifiquen o sustituyan a nivel de Acuerdo.
- Proponemos incluir requisitos mínimos para el diseño de los sistemas de protección de generadores, equipos de compensación, FACTS, HVDC, Baterías y FNCER, entre otros.
- Numeral 1.2 Requerimientos: En todos los literales de este numeral aparece un error de referencias y no fue posible leer la información.

- Numeral 1.10 Sistemas de protecciones: En el año 2017 el CNO elaboró el documento de referencia *"Esquemas Normalizados de Protección Recomendados para Nuevos Proyectos de Líneas y Barras en el SIN colombiano"*, como una iniciativa para recomendar a la UPME su adopción en los pliegos de las convocatorias de los nuevos proyectos y así mejorar la confiabilidad de los Sistemas de Protecciones. No obstante, su consideración en las convocatorias de nuevos proyectos ha sido poca, por lo cual proponemos la inclusión de estos criterios en el marco regulatorio del Código de Conexión, que garanticen que las mejoras propuestas, acordes con la evolución tecnológica y las necesidades de la red, sean acogidas en el Sistema Eléctrico de Potencia-SEP colombiano. Se adjunta la comunicación con la propuesta técnica.

El CNO propone incluir en el Código de Conexión las recomendaciones del capítulo 7 del documento de referencia, el cual contiene las consideraciones generales que deben cumplir todos los Sistemas de protección-SP, orientadas a mantener e incrementar la seguridad y confiabilidad del SIN colombiano. Los aspectos más relevantes de dicho documento se listan a continuación:

- ✓ Los Sistemas de Protecciones-SP asociados a los equipos de potencia, tales como generadores, barras, líneas, transformadores y compensaciones, en nivel de tensión 4 o superior, deben ser redundantes, de tal forma que permitan la ejecución de labores de mantenimiento de uno de los SP sin indisponer el equipo de potencia, conservando un nivel de protección adecuado, es decir, que permita despejar las fallas o minimizar el impacto causado por la aparición de disturbios en forma selectiva, preservando la confiabilidad y estabilidad del SIN Colombiano.
- ✓ Adicionalmente los SP deben cumplir con los siguientes requerimientos:
 - Ser confiables y seguros, y estar diseñados y ajustados para detectar y reducir el impacto de fallas en el SIN. Los SP deben disminuir el impacto de fallas eléctricas sobre los equipos e instalaciones del SIN y evitar poner en peligro la vida de personas y animales.
 - Ser selectivos y estar ajustados para aislar el elemento fallado y evitar trasladar los efectos de las fallas a otros elementos del SIN.
 - Cada SP debe tomar las señales de corriente y tensión de diferentes devanados secundarios de los transformadores de corriente y tensión.
 - Las fuentes de alimentación de corriente directa para los SP de nuevas subestaciones deben ser redundantes, es decir, se debe considerar el uso de doble rectificador, doble banco de baterías y un circuito de alimentación independiente para la Protección Principal-PP 1, y otro circuito para la PP2. Para la conexión de nuevas bahías en subestaciones existentes, se debe revisar la posibilidad técnica de cumplir con este requerimiento.

- Las fuentes de alimentación de corriente directa -DC- deben ser independientes para cada subestación, es decir, que un sistema de alimentación DC no debe ser compartido por dos subestaciones diferentes o con la alimentación DC de una central de generación. Por ejemplo la subestación A 220 kV debe ser considerada diferente de la subestación A 110 kV.
 - Los interruptores de potencia de los SP, deben tener dos bobinas de disparo alimentadas por diferentes circuitos de corriente directa, y se les debe implementar la supervisión en posición abierto y cerrado a las bobinas de disparo del interruptor.
 - Cada interruptor de potencia deberá tener asociado su propio relé de falla interruptor (ANSI 50BF), asimismo esta protección deberá ser implementada en un equipo independiente de las protecciones principales de línea o de transformador (PP1 y PP2). Usualmente, esta protección se implementa en un relé independiente o en la protección diferencial de barras (solo es conveniente en la diferencial tipo distribuida).
 - El SP de línea debe tener funciones de recierre automático (ANSI 79) disponibles y de chequeo de sincronismo (ANSI 25) para las líneas de transmisión y subtransmisión en niveles de tensión a partir de 110 kV, en configuración anillada o radial.
 - Los SP debe usar la función de disparo y bloqueo maestro (ANSI 86) asociados a la actuación de protecciones ANSI 50BF, ANSI 87T, ANSI 87B, protecciones mecánicas de los transformadores, y donde adicionalmente el agente requiera implementar disparos definitivos en el sistema de protecciones y control.
 - Las líneas en nivel de tensión 4 o superior deben contar con dos equipos de protección, que dispongan cada uno de funciones de protección principal y de respaldo. Para líneas en condición no radial se debe proveer de un esquema de teleprotección.
 - El esquema de teleprotección debe permitir al menos cuatro (4) señales, tres asociadas a las protecciones principales PP1 y PP2 y una para disparos transferidos directos (por sobretensión y falla interruptor).
 - Si para cumplir los requerimientos de una convocatoria se requiere el cambio de protecciones en una bahía que pertenece a otro operador, se propone a la CREG definir los lineamientos o criterios para su implementación.
- Numeral 1.10.1 Protecciones de línea: Desde el punto de vista de diseño, se identifica que los sistemas de protecciones indicados en este numeral son objeto de mejoras para disponer de protecciones más robustas, confiables y acordes con las necesidades actuales del sistema



Consejo Nacional de Operación

eléctrico colombiano. Se propone incluir las recomendaciones de diseño, incluidas en el documento de referencia adjunto: *"Esquemas Normalizados de Protección Recomendados para Nuevos Proyectos de Líneas y Barras en el SIN colombiano"*.

En cuanto a criterios específicos de ajustes o parametrización de relés, se propone que en el código no se incluyan dichos criterios, debido a que estos son objeto del alcance del estudio de ajuste y coordinación de protecciones, y se evalúen constantemente según la evolución de los sistemas eléctricos de potencia.

- Numeral 1.10.3 Protecciones de interruptor: La experiencia en el sistema colombiano ha mostrado que no es recomendable habilitar protecciones falla interruptor dentro las funciones de protección de línea. La recomendación es implementar esta protección en un relé independiente o integrada a la protección de barras distribuida.
- Numeral 1.10.4 Protección transformadores y reactores: En los transformadores de mayor capacidad (Ejemplo 50MVA) se recomienda disponer en su diseño de dos protecciones principales tipo diferencial de transformador larga, con funciones de respaldo tipo sobrecorriente de fases y de tierra de curva IEC de tiempo inverso.

Incluir funciones de sobrecorriente de curva IEC de tiempo inverso en el nivel de tensión IV o superior.

- Numeral 1.11.3 Actuación protección de respaldo: En cuanto a criterios específicos de ajustes o parametrización de relés, se propone que en el Código no se incluyan dichos criterios. El tiempo de operación de las protecciones de respaldo debe corresponder al establecido en el estudio de ajuste y coordinación de protecciones, y 300 ms es un tiempo muy bajo para una zona 2 de un relé distancia en una línea de transmisión del STN.
- Numeral 1.11.4 Recierre líneas de transmisión: En cuanto a criterios específicos de ajustes o parametrización de relés, proponemos que en el Código no se incluyan dichos criterios, estos puntos son normalmente del alcance del estudio de ajuste y coordinación de protecciones, y se evalúan constantemente según la evolución de los sistemas eléctricos de potencia.
- Comentarios generales al Código de Conexión:
 - ✓ Incluir que no se permiten conexiones en T en el nivel de tensión IV o superior, para todo tipo de usuarios.
 - ✓ Definir una metodología a través de Acuerdo del CNO, para evaluar la criticidad de fallas en barras. El CND evaluará su criticidad y establecerá en que barras, por su criticidad, se requiere de redundancia de la protección diferencial, para prevenir apagones de áreas o la desconexión de grandes bloques de demanda. Es importante mencionar que la UPME debería incluirla en los proyectos de expansión, objeto de convocatoria o concepto de conexión.

Avenida Calle 26 No. 69-76, Oficina 1302, Torre 3, Edificio Elemento

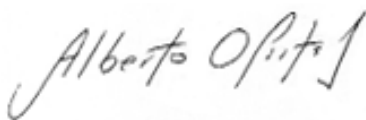
Teléfonos: 7023029-7023026-7021892

E-Mail alarte@cno.org.co-Internet: www.cno.org.co

- ✓ Si al simular una falla trifásica al 90% de la longitud de la línea a proteger, estando fuera de servicio la teleprotección y considerando los tiempos de despeje de falla para esta condición, se identifican desconexiones adicionales de equipos que implican desatención de demanda no previstas con el esquema de teleprotección en servicio, se debe solicitar esquema de teleprotección redundante (sin puntos de falla comunes).
- ✓ Cuando en los análisis de eventos o estudios de protecciones se identifique que existe un riesgo por causa del esquema de protecciones implementado, que pueda comprometer la seguridad en la operación del sistema, en el nivel de tensión IV o superior, los agentes operadores de las bahías asociadas del activo a proteger deberán establecer con el CND o el CNO un plan de modernización del SP, con un tiempo de ejecución no mayor a 2 años.
- ✓ Incluir los criterios de responsabilidad y remuneración de esquemas suplementarios de protección.
- ✓ Estudiar la pertinencia de incluir esquemas remuneración para la implementación de protecciones más selectivas y redundantes en el SDL, acorde a las necesidades de esta red debido al crecimiento esperado de generación distribuida y FNCER.

Quedamos atentos a cualquier aclaración que se requiera y si lo consideran pertinente, a formular el plan de trabajo con el Subcomité de Protecciones.

Atentamente,



ALBERTO OLARTE AGUIRRE
Secretario Técnico del CNO