

Definición de los automatismos, establecimiento de las responsabilidades sobre su implementación y funcionamiento para el control de tensión y se establece el procedimiento de suministro de información y seguimiento	Subcomité de Análisis y Planeación Eléctrico
--	---



Revisión	Fecha	Descripción
0	2023-11-21	Concepto favorable del documento.

1. Objetivo

Definir los roles, responsabilidades y cuando se requiere o es aplicable la implementación de un automatismo para el control de tensión en el Sistema Interconectado Nacional -SIN-.

2. Definiciones

Partiendo de la definición establecida en la Resolución CREG 080 de 1999, para los elementos a los que aplica este acuerdo, un automatismo para el control de tensión dentro del Control Automático de Voltaje (CAV) se refiere a la sistema de control implementado sobre elementos de control de potencia reactiva (equipos de compensación dinámicas, baterías, capacitores shunt, reactores shunt, cambiadores de tomas de transformadores u otros que apliquen) para mantener en algunos nodos predeterminados la tensión dentro del rango de operación definido en el Código de Operación contenido en la Resolución CREG-025 de 1995.

A través de la coordinación adecuada, los automatismos para el control de tensión podrán modificar la condición operativa de uno o más elementos de control, garantizando el uso adecuado de los recursos de potencia reactiva, de tal forma que se garanticen los niveles de calidad en la tensión frente a cambios en la demanda y la generación, cambios en condiciones operativas de otros recursos de potencia reactiva, así como posterior a la ocurrencia de un evento.

3. Clasificación de automatismos para el control de tensión

Según la cobertura de la zona del control, los automatismos para el control de tensión se pueden clasificar como locales (controlan automáticamente equipos asociados a una subestación), regionales (controlan un conjunto de equipos en una misma subárea) y de área amplia (controlan equipos en una o varias áreas del sistema interconectado nacional (SIN)). Estos tipos de control deben coexistir en forma jerárquica – coordinada con el fin de garantizar la seguridad y confiabilidad del SIN.

4. Etapas requeridas para la implementación de los automatismos para el control de tensión en el SIN

Los automatismos nuevos y existentes para el control de tensión en el SIN deben seguir las siguientes etapas, que abarcan desde su propuesta y diseño conceptual hasta la puesta en operación y mantenimiento.

4.1. Etapa 0: Identificación de la necesidad

La propuesta del automatismo para los controles de tensión nuevos involucrará la propuesta y diseño conceptual de los automatismos, la determinación de las ventajas operativas y técnicas, y la evaluación de factibilidad técnica.

Tanto el Centro Nacional de Despacho (CND) como los agentes transmisores nacionales, transmisores regionales u operadores de red podrán proponer un automatismo para el control de tensión local o regional, los automatismos de área amplia serán propuestos por el CND. En todos los tipos de automatismos para el control de tensión se debe coordinar con los agentes involucrados.

4.2. Etapa 1: Propuesta y diseño conceptual

El diseño involucrará la parte conceptual (funcionalidad, enlaces de comunicación, y lógica del automatismo para el control de tensión y equipo o elemento donde se implementará), las señales de entrada y salida, definición de banda muerta, retardos de tiempo, elementos de control, los agentes operadores de los activos y definición de responsabilidades de cada uno. En el caso de los automatismos existentes, esta etapa se aplica en cualquier caso que haya cambios en el diseño original.

Una vez definida su lógica y ajustes de operación, y ser determinado por parte del CND y el agente, los beneficios de su implementación y los posibles impactos para la operación, será presentado por el agente en una reunión del Subcomité de Análisis y Planeamiento Eléctrico -SAPE-; para que este emita su concepto sobre la necesidad y viabilidad de su implementación en el SIN. Cada automatismo para control de tensión deberá tener un único agente responsable del automatismo (para los automatismos de área amplia se podrá tener más de un agente responsable) que se hará cargo del suministro de información al CND, suministro de informe al CND de desempeño del automatismo ante operación indebida (teniendo en cuenta el Acuerdo CNO 1617 de 2022, el que lo modifique o sustituya) y de administrar o intervenir la lógica del automatismo, cuando se requiera.

4.3. Etapa 2: Diseño detallado, implementación y pruebas

Esta etapa incluye el levantamiento en terreno, los planos de conexión, la definición y homologación de los protocolos de comunicación, el diseño de detalle, implementación de hardware y/o software que serán utilizados para los automatismos para el control de tensión. Se debe priorizar el uso de equipos o componentes independientes a los utilizados para las funciones de protección y control automáticas del sistema con el fin de maximizar la confiabilidad del esquema, sin embargo, el agente revisará para cada caso la factibilidad técnica de su implementación. Las pruebas y las consignaciones se coordinarán debidamente entre el CND y los agentes, de acuerdo con la reglamentación vigente; y se llevará al SAPE los casos en los que no haya sido posible la coordinación. En el caso de los automatismos para el control de tensión

existentes, esta etapa se aplica para rediseño detallado y pruebas de las funcionalidades nuevas y/o existentes.

4.4. Etapa 3: Mantenimiento, operación y seguimiento

Esta etapa está asociada al mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, verificación del estado de los automatismos, análisis del desempeño, reajustes al control, coordinación de intervenciones, etc. Para las intervenciones se coordinará entre el agente y el CND el origen de la consignación y su forma de gestión. En la operación se coordinará entre el agente responsable y el CND los casos en los que se requiera deshabilitar temporalmente el automatismo por condiciones de riesgos identificados.

5. Responsabilidades

5.1. Responsabilidades generales

Los automatismos regionales o de área amplia tendrán prevalencia sobre los automatismos locales, por lo cual, se deberá evaluar si ambos pueden operar de forma coordinada o si el automatismo local debe ser deshabilitado. Los automatismos para el control de tensión regionales y de área amplia deberán aprobarse mediante Acuerdo CNO, especificando claramente los elementos del sistema que lo componen y los respectivos responsables del envío de información, operación, administración de la lógica, mantenimiento, y solicitud de deshabilitación permanente o eliminación del automatismo, cuando aplique.

El CND mantendrá una base de datos con la información de los diferentes automatismos instalados en el STN y STR, los recursos que controla y las lógicas de operación. Por su parte, para automatismos locales en el SDL, los OR's serán los responsables de mantener una base de datos actualizada con la información de los diferentes automatismos instalados y su estado de operación.

Cuando se requiera para la operación de los automatismos regionales o de área amplia el envío de consignas o set-point de potencia reactiva, tensión, movimiento de tomas de transformadores, conexión y/o desconexión de equipos shunt u otros; el envío, recepción y ejecución de estas, será acordado entre el CND y el responsable de la operación de los equipos incluidos en el control. En todo caso, el CND será responsable del envío de la consigna y los operadores de los activos serán los responsables de su recepción, validación e implementación. La recepción de las consignas (telecomandos) podrá ser directa o a través de los centros de control de transmisión, distribución o generación de que disponga el agente de acuerdo con la coordinación en la fase de diseño. El CND solicitará consignas operativas según las funcionalidades establecidas y probadas en su etapa de pruebas de puesta en servicio para el automatismo, dentro de los rangos definidos.

El agente responsable del automatismo nuevo y/o rediseño, reportará la siguiente información al CND sobre los automatismos para el control de tensión instalados en el STN y STR al final de la etapa 2:

- Agente responsable del automatismo.
- Elementos de control que participan.
- Tipo de lógica.
- Estado de automatismo.
- Modos de control.
- Modos de operación.
- Rango de ajuste de la referencia o máximo/mínimo de límites de control.
- Barras a las que controla tensión.
- Detalles de la lógica.
- Restricciones de operación.
- Tipo de automatismo: Controles VQ, automatismos basados en cambia tomas, otros.
- Modelo validado del automatismo de control de tensión en la herramienta de análisis eléctrico utilizada en el CND. Este modelo validado entregado por el agente debe ser incorporado por el CND en la herramienta.

5.2. Responsabilidades específicas

5.2.1. En Etapa 0: Identificación de los automatismos para control de tensión requeridos.

- Propuestas de automatismo de control tensión local o regional las realiza el CND y los transportadores (operadores de red OR´s, transmisores Regionales o los transmisores Nacionales) o los generadores.
- Propuestas de automatismo de control tensión de área amplia las realiza el CND, estos estudios deben ser compartidos con los agentes y el CNO.

5.2.2. Responsabilidades Etapa 1: Propuesta y diseño conceptual

Los automatismos locales y regionales nuevos o existentes para el control de tensión del STR y STN serán diseñados o modificados por los agentes que participen, previo estudio y validación por el CND antes de su implementación por parte de los agentes. Los estudios realizados con la propuesta y diseño serán presentados por los agentes que participen en su elaboración al SAPE para su revisión y aprobación mediante Acuerdo.

Los automatismos de área amplia nuevos o existentes serán propuestos, diseñados o modificados por el CND, en coordinación con los agentes que participarán en su diseño e implementación. Los estudios realizados serán presentados por el CND al SAPE para su revisión y aprobación mediante Acuerdo.

Los automatismos regionales y de área amplia, serán controlados por el CND, quien se encargará de definir con los agentes involucrados las lógicas de control y el envío de las consignas a los diferentes recursos que conforman el sistema de control cuando esto aplique. En el caso de los automatismos locales, la implementación y control estará a cargo del agente que lo propone.

5.2.3. Responsabilidades Etapa 2: Diseño detallado, implementación y pruebas

Automatismos regionales y de área amplia para el control de tensión: Este tipo de automatismos podría requerir de la participación de uno o varios agentes, por lo cual la responsabilidad del diseño, implementación y pruebas es conjunta entre los agentes participantes, coordinado con el CND, y cada agente será responsable de mantener la correcta operación los equipos que se encuentren instalados en su zona de influencia.

Prevía aprobación por parte del CNO del automatismo mediante Acuerdo, el CND en conjunto con los agentes diseñarán las lógicas y esquemas de control, y coordinarán la implementación y las pruebas con los agentes operadores de los elementos del control.

Automatismos locales: La responsabilidad de diseñar, implementar y mantener estos automatismos es del agente operador de los activos que participan en el automatismo, previa coordinación con el CND. Cuando se requiera el intercambio local de señales de entrada y/o salida para el funcionamiento del automatismo, se hará dicho intercambio siguiendo lineamientos y protocolos estándares que garanticen interoperabilidad entre equipos.

5.2.4. Responsabilidades Etapa 3: Mantenimiento y operación

El CND y los agentes que participan en la implementación y operación de los automatismos deberán establecer consignas operativas para la operación y mantenimiento de los diferentes automatismos del STN y STR. El CND considerará estos automatismos en sus estudios de planeación operativa y las diferentes instancias de la programación.

El CND podrá solicitar al agente operador del automatismo para el control de tensión en cualquier momento de la operación de tiempo real cambios en el modo de control, cambios en la referencia de control que se encuentren en lo establecido en el estudio de propuesta del automatismo y en los modos de operación de la fase de implementación y pruebas, u operar cualquier elemento de control del automatismo en caso de requerirlo.

Si producto de los análisis o estudios periódicos en el SIN, el CND o los agentes identifican la necesidad de modificar la lógica u otro de los elementos que cambie la funcionalidad del control, se llevarán a cabo las etapas de este Acuerdo que sean aplicables y con ello la modificación del acuerdo CNO que aprobó la implementación del automatismo.

Los agentes responsables de la operación de equipos o componentes del automatismo deberán reportar previamente al CND cualquier cambio a realizar o la ocurrencia de cualquier imprevisto que pueda modificar la lógica o funcionamiento original del automatismo para que se consideren las etapas de este Acuerdo que apliquen.

En cumplimiento de lo establecido en la regulación vigente, los agentes operadores de los equipos que hagan parte de un automatismo para el control de tensión enviarán al CND las telemidas de las variables que este solicite y coordine con el agente para su supervisión.

En los casos en que los agentes identifiquen riesgos para la operación segura y confiable de sus equipos, detecten funcionamiento errático o negativo en el sistema o consignas no consistentes con los límites de seguridad de los equipos, podrán retirar de forma manual o automática el elemento del sistema de control automático e informarán de esta situación al CND. El informe se realizará en concordancia con el procedimiento para la elaboración de informes de análisis de eventos del SIN por el agente responsable del automatismo, y en caso de ser necesario, establecerá con el CND un plan de trabajo para reintegrar el equipo al esquema de control.

6. Principios de diseño de automatismos para el control de tensión

Como principio general, los automatismos para el control de tensión deberán estar coordinados con otros automatismos, protecciones eléctricas o esquemas suplementarios.

Los automatismos para el control de tensión no deberán, por principio de diseño, ocasionar inestabilidad de tensión en el SIN o desconexión no programada de la demanda en el SIN como mecanismo de control de tensión o producto de la acción de los elementos de control. La pérdida de las señales de entrada o de alguno de los componentes de los automatismos debe conllevar a la desactivación automática del automatismo para evitar acciones innecesarias. Esto deberá ser validado en la etapa de pruebas.

Adicionalmente, los automatismos deberán tener en cuenta lo establecido en el código operación contenido en la Resolución CREG-025 de 1995, aquel que lo modifique o sustituya, en lo relacionado al control de tensión.

6.1. Automatismos con cambiadores de tomas

Solamente aquellos transformadores con cambiadores de tomas bajo carga OLTC podrán ser parte de un automatismo que opere de acuerdo con una lógica de control diseñada para control de tensión. Si este tipo de automatismo es implementado cuando hay transformadores en paralelo se debe considerar:

- El movimiento de los cambia tomas no debe generar desbalances de flujos de reactivos circulantes significativos que ocasionen operación de protecciones, sobrecargas o eventos de tensión.
- El movimiento de los cambia tomas debe considerar los retardos en la actuación incluyendo el sistema de medición.
- En condiciones de energización, se debe validar si el automatismo debe desactivarse para la conexión del transformador al SIN.
- Tener en cuenta los cambios topológicos y/o maniobras de equipos aledaños para validar la desactivación o el envío de una referencia de tensión distinta.

Un automatismo a nivel regional en los transformadores que conectan la porción de red, de la que hacen parte los nodos que controla, deberá accionar un paso a la vez, de tal forma que no se genere una sobre respuesta de control o flujos excesivos de potencia reactiva en el sistema.

6.2. Automatismos Control VQ

Los controles VQ están conformados por un grupo de elementos de control que se accionan según una lógica predeterminada que permite mantener en uno o más nodos de forma simultánea la tensión en rangos previamente establecidos.

Cuando el VQ esté compuesto por elementos discretos de control se debe:

- Usar lógicas, como curvas de temporización o acumulación del error, que eviten la conmutación innecesaria o excesiva de los elementos de control ante superación de límites.
- Considerar en la lógica, la conexión simultánea de diferentes elementos discretos para tener una cantidad de pasos de control que maximicen la flexibilidad operativa.
- Los límites de control, modo de control, modo de operación, estado de automatismo, entre otros parámetros de la lógica deben ser ajustables en la operación.

6.3. Automatismos de control de tensión basados en compensación estática o FACTS

Los automatismos para el control de tensión basados en inversores logran una respuesta continua en el tiempo conmutando coordinadamente un conjunto de

recursos que entregan y/o absorben potencia reactiva a través de elementos semiconductores. Este automatismo local debe ser capaz de proporcionar respuesta en estado estable y dinámica ante desviaciones de tensión para regresar o llevar la tensión en el punto de conexión al voltaje objetivo.