

---



# CRITERIOS DE DISEÑOS PARA PROYECTOS ELÉCTRICOS

## PROTECCIONES

Agosto 2018

División de Ingeniería, Licencias y Obras M.T

Versiones

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	Versión Original	07-Octubre-2017

## Contenido

<b>1</b>	<b>OBJETO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CONDICIONES GENERALES</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ASPECTOS REGULATORIOS</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>CRITERIOS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS</b> .....	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Contenido de un estudio de coordinación de protecciones.</b> .....	<b>5</b>
<b>6.1</b>	<b>Cargas <math>\leq 2\text{MVA}</math></b> .....	<b>6</b>
6.1.1	Criterios para la selección de protecciones. ....	6
<b>6.2</b>	<b>Cargas <math>\geq 2\text{mva}</math></b> .....	<b>7</b>

## **1 OBJETO**

Establecer las consideraciones técnicas mínimas aplicable a los diseños eléctricos a desarrollar y presentar al operador de red.

## **2 ALCANCE**

El alcance de este documento es aplicable a:

- Aspectos generales de diseño eléctrico
- Redes de media tensión aérea y subterránea
- Centros de transformación
- Redes de baja tensión aérea y subterránea
- Protecciones eléctricas
- Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.

## **3 CONDICIONES GENERALES**

La aplicación de los criterios de diseño de ingeniería debe estar acorde con las normas de construcción, criterios técnicos desarrollados por el Grupo ENEL, especificaciones técnicas y procedimientos operativos vigentes, que garanticen el funcionamiento seguro y confiable para la operación de los Sistemas de Distribución.

Por lo anterior, todos los proyectos que involucre el desarrollo de ingeniería deben considerar los aspectos corporativos, regulatorios, normativos y técnicos expuestos en este documento.

## **4 ASPECTOS REGULATORIOS.**

Los aspectos regulatorios y normativos que aplican para el sistema de Media Tensión de Codensa, se pueden clasificar en dos grupos: Redes de Distribución y Subestaciones de Distribución.

La normativa que debe cumplir es la siguiente:

- Leyes y reglamentaciones (Reglamentación RETIE).
- Normas internacionales IEC, ANSI, etc.
- Normas Nacionales como el Código Eléctrico Colombiano NTC-2050, NTC4552, etc.

- Especificaciones técnicas corporativas<sup>1</sup>
- Normas de construcción de CODENSA<sup>2</sup> TOMO I, II, III, IV,V, VI Y VII

## **5 CRITERIOS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS.**

Los sistemas de distribución están conformados por elementos que en cualquier momento pueden fallar. De esta manera se generan condiciones anormales de funcionamiento de la red, presentando cambios en las magnitudes de tensión, corriente y frecuencia.

Los estudios de coordinación de protecciones buscan proporcionar en forma rápida un esquema de configuración de las protecciones para determinar el aislamiento de la zona en falla, con el fin de lograr el restablecimiento del servicio y las condiciones normales de operación en la mayor parte del sistema eléctrico.

Se definen como equipos de protección aquellos que tienen la capacidad de operar bajo falla. En este listado tenemos los reconectores, seccionalizadores, interruptores de baja tensión, y el conjunto rele-interruptor.

Los sistemas de protección velan por mantener el equilibrio de todas las variables del sistema de potencia y para lograr esto debemos tener presente los siguientes 3 conceptos:

- **Fiabilidad:** La protección operara cuando deba operar y de que no operara cuando no deba hacerlo.
- **Rapidez:** La protección actuara tan rápido como sea posible evitando daños en el sistema de potencia.
- **Selectividad:** Debe actuar la protección directamente relacionada con la zona de falla, desconectando la menor cantidad de tramos del sistema de potencia.

Los estudios de protección permiten efectuar la filosofía de operación de los equipos de protección instalados en el sistema frente a las diferentes fallas que se puedan presentar en la red, garantizando la correcta coordinación y operación oportuna de los mismos.

Los parámetros de configuración que se deben calibrar se obtienen de software especializados en el tema.

Los fusibles o celdas con interruptor para protección en MT donde la sumatoria de potencias de los transformadores, sean menores o mayores a 2000kVA se encuentran definidos en la norma CTS 508.

El análisis, la validación y la implementación de los estudios de protecciones serán direccionadas al área de protecciones.

## **6 Contenido de un estudio de coordinación de protecciones.**

---

<sup>1</sup> [http://www.intranet.enersis.cl/AdmCont/Contenido.asp?Id\\_registro=382](http://www.intranet.enersis.cl/AdmCont/Contenido.asp?Id_registro=382)

<sup>2</sup> <http://intranet.codensa.com.co/nuevaintranet/distribucion/normastecnicas/>

Para la presentación del estudio de coordinación de protecciones se deben tener en cuenta la potencia del proyecto así:

### **6.1 Cargas $\leq 2\text{MVA}$ ,**

Para el cálculo de coordinación de protecciones para cargas menores de 1MVA se deben presentar los siguientes ítems:

- Cálculos de cortocircuito
- Criterios para la selección de protecciones.
- Curvas de protección de MT del OR.
- Coordinograma.

Cálculos de cortocircuito: Para la realización de los cálculos se debe aportar como dato de entrada la impedancia de cortocircuito según las normas NTC 3445 para transformadores secos y NTC 819 para transformadores en aceite.

Con este dato de entrada se procede a realizar el cálculo simplificado de cortocircuito, una red simplificada se reduce a una fuente de tensión alterna constante, un interruptor una impedancia  $Z_{cc}$ , que representa todas las impedancias situadas aguas arriba de interruptor, y una impedancia  $Z_s$  de la carga. Cuando se produce un cortocircuito aparece una intensidad de cortocircuito,  $I_{cc}$ , muy elevada, limitada únicamente por la impedancia  $Z_{cc}$ . Este cálculo simplificado de corto está representado por la siguiente fórmula:

$$I_{cc}(MT) = (I_n(MT)) / (Z\%)$$

$I_{cc}(p)$  = Corriente de cortocircuito en el primario del transformador

$Z\%$  = Impedancia de cortocircuito definida por el fabricante y calculada en baja tensión.

$I_n(MT)$ : Corriente nominal del devanado de MT del transformador.

#### **6.1.1 Criterios para la selección de protecciones.**

Se deben indicar los criterios de las protecciones de MT y BT. Los criterios para MT deben estar de acuerdo a las normas Codensa y deben corresponder al tipo de S/E proyectada y los fusibles según estas normas así:

- S/E en poste: Fusible tipo Dual según norma Codensa CTU505.

- S/E en pedestal: Fusibles tipo bayoneta y limitador según norma Codensa CTS525, solo aplica cuando no son activos de Codensa S.A. ESP.
- S/E local: Fusible tipo HH según norma Codensa CTS507

Se deben indicar los criterios y las normas utilizadas para el dimensionamiento de las protecciones de BT según la corriente nominal ( $I_n$ ) que aplique para el totalizador proyectado, de acuerdo a la potencia nominal del transformador.

Curvas de protección de MT del OR: Información de las curvas de protección de MT y las corrientes de corto circuito que se entregaron al cliente por parte de Codensa y sobre las cuales efectúan su estudio de coordinación de protecciones.

Coordinograma: Gráfico que ilustra la coordinación de los equipos de protección, que puede ser obtenido computacional o manualmente. Es construido a través del uso correcto de las características Tiempo x corriente de los diversos equipos de protección suministradas por los respectivos fabricantes. Para la realización manual exige que las características, Tiempo x Corriente de los equipos utilizados estén en una misma escala, por esta razón es necesario aportar las tablas de tabulación donde se refiere la protección de BT a MT.

Es necesario indicar la  $I_{ccMT}$  calculada por el método simplificado y los tiempos en los cuales actuarían cada una de las protecciones para esta corriente cumpliendo con los tiempos indicados en IEEE Std. 242™-2001, IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems (IEEE Buff Book™). IEEE Std. 141™,-1993, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE Red Book™).

- a) Configuración de los relés, se asume que fueron probados y calibrados en campo.
- b) CS = Espacio libre entre las curvas de mínima fusión con las curvas de sobre carga de aguas arriba del circuito.
- c) Factor de seguridad recomendado por los fabricantes.

## **6.2 Cargas $\geq 2\text{mva}$**

Para las solicitudes de conexión de cargas iguales o superiores a 2 MVA en niveles de tensión II, III, y IV

- a. Descripción del proyecto
- b. Especificar el punto de conexión.
- c. Anexar curvas de protección y las corrientes de corto circuito que se entregaron al cliente por parte de Codensa y sobre las cuales efectúan su estudio de coordinación de protecciones.

- d. Diagrama unifilar de la instalación (especificando distancias, tipos de conductor)
- e. Anexar características técnicas y protocolos de prueba de los equipos de potencia de la planta, como son entre otros:
  - Transformadores de potencia (MVA, Zcc, Relación de transformación, etc)
  - Transformadores de tensión (Relación, clase, burden, etc)
  - Transformadores de corriente (Relación, clase, burden, etc)
  - Tipo, calibre y longitud de conductores de potencia (Impedancia por kilómetro)
  - Características de la celda de acople con la red de Codensa y/o dispositivo de protección.
  - Características de las transferencias automáticas o manuales en media tensión o baja tensión, si aplica
  - Características de los bancos de condensadores si aplica
  - Características de los generadores si aplica
  - Otros equipos de potencia que apliquen según el tipo de instalación
- f. Anexar las siguientes características de los equipos de protección en el punto de conexión con la red de Codensa:
  - Marca y tipo de relé ( Anexar manuales de los equipos)
  - El cliente deberá verificar que tiene las siguientes funciones de protección activas y ajustes recomendados con las respectivas memorias de cálculo si aplica para su sistema.
    - Sobrecorriente temporizada de fase y tierra (Indispensable)
    - Sobrecorriente tiempo definido de fase y tierra (Indispensable en caso de considerarlo)
    - Sobrecorriente instantánea de fase y tierra (Indispensable)
    - Sincronismo (si el caso lo requiere si tiene generación)
    - Potencia inversa (activa y reactiva) (si el caso lo requiere si tiene generación)
    - Pérdida de fase (En caso que lo requiera el cliente)
    - Secuencia inversa de tensiones (En caso que lo requiera el cliente)
    - Otras funciones de protección que apliquen según el tipo de instalación
  - Lógica de operación, enclavamientos y Diagramas de Principio
  - Diagrama trifilar incluyendo las relaciones de CT y PT asignados a la protección

Se debe indicar en una tabla y en el diagrama unifilar los valores de corto circuito obtenidos en las diferentes barras el cual debe guardar consistencia de la información en los puntos donde se realizó el estudio.

- g. Diagrama de curvas de protección evaluadas en cada uno de los niveles de cortocircuito con las simulaciones de corto Trifásico, Bifásico, Bifásico a tierra y Monofásico a tierra garantizando la selectividad de protecciones para cualquier falla



que se presente en la red del cliente incluyendo el punto de conexión a la red de CODENSA

- h. Se debe presentar el estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones para cada escenario.
- i. Cuando el cliente tenga planta de respaldo se debe presentar el estudio de flujo de carga para el ajuste de la función de protección de flujo inverso en el punto de conexión con la red de Codensa. Adicionalmente, si dentro del esquema del cliente se contempla transferencia automática deberá especificar claramente cómo realizará la transferencia indicando los enclavamientos de su sistema y las lógicas que utilizará, con el fin de evitar los flujos hacia la red de Codensa.
- j. Conclusiones y recomendaciones