

ANEXO TÉCNICO:
Sistema de Monitoreo

TÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

Artículo 1 Objetivo

El objetivo del presente Anexo Técnico es establecer los requisitos técnicos mínimos en materia de equipamiento, adquisición de datos, sistemas de comunicación y sistemas de administración de la información asociados al Sistema de Monitoreo (SM) del Coordinador.

Artículo 2 Alcance

Las disposiciones establecidas en el presente Anexo Técnico serán aquellas que permitan dotar al SM de los medios necesarios para llevar a cabo la supervisión, coordinación y desempeño de la operación e instalaciones en el SI, de acuerdo a lo establecido en el Título 4-4 de la NT y que deberán ser cumplidas por el Coordinador y los Coordinados.

Artículo 3 Definiciones

Sin perjuicio de que se aplican las definiciones y abreviaturas establecidas en el TÍTULO 1-2 de la presente Norma, para este Anexo se precisan además las siguientes definiciones y abreviaturas:

- a) **COMTRADE:** Formato común de intercambio de datos transitorios.
- b) **Fasor:** Variable compleja que se emplea para representar en magnitud y ángulo, funciones del tiempo que varían en forma sinusoidal.
- c) **GPS:** Sistema de Posicionamiento Global (en inglés Global Positioning System). Se basa en un sistema satelital que provee una señal de posición y tiempo con una precisión que puede ser menor a 1 μ s.
- d) **IEEE C37.118:** Estándar que describe la metodología de medición fasorial en sistemas de potencia.
- e) **IEEE C37.111:** Estándar que especifica el Formato Común para el Intercambio de Datos Transitorios (COMTRADE) en sistemas de potencia.
- f) **IEEE 1588 V2 Perfil Sistemas de Potencia:** Estándar para el Protocolo de Precisión de Reloj de Sincronismo aplicado en Redes de Comunicaciones de Sistemas de Control y Medición.
- g) **IEEE C37.238 (PTP: Perfil Sistemas de Potencia):** Perfil para la utilización del estándar IEEE 1588 Protocolo de Precisión de Tiempo en aplicaciones de Sistemas de Potencia.
- h) **PDC (Phasor Data Concentrator):** El PDC o Equipo Concentrador Centralizado es un equipo concentrador de datos que participa de la recepción, el almacenamiento y el procesamiento de los datos obtenidos desde cada uno de los puntos de medida fasorial proyectados y/o existentes.
- i) **PMU (Phasor Measurement Unit):** La PMU o Unidad de Medición Fasorial, corresponde a un equipo que permite efectuar la captura de las señales trifásicas de voltaje y corriente del sistema eléctrico de potencia de manera sincronizada con la ayuda de un dispositivo GPS. De acuerdo a lo anterior, las PMU internamente

realizan el cálculo de los fasores de secuencia positiva de forma sincronizada aun cuando los puntos de medición se encuentren distantes entre ellos.

- j) **SM:** Sistema de Monitoreo.
- k) **Tasa de muestreo:** Número de muestras por segundo que se obtienen en el proceso de conversión de las señales análogas en señales digitales.
- l) **UTC:** Tiempo Universal Coordinado (en inglés Coordinated Universal Time). Corresponde al tiempo de la zona horaria de referencia respecto a la cual se calculan todas las otras zonas (longitud 0°).

Artículo 4 Obligaciones del Coordinador

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 2 del presente Anexo Técnico, el Coordinador deberá:

- a) Efectuar, a través del Coordinador, el monitoreo y control de la operación dinámica del SI según lo dispuesto en el Artículo 2-3 letra o) de la presente Norma.
- b) Disponer de un SM permanente en los puntos del SI que el Coordinador determine, de manera de verificar en todo momento el desempeño de las principales instalaciones del SI en todos los estados de operación y ante contingencias, según lo dispuesto en el TÍTULO 4-4 de la presente Norma.
- c) Implementar el equipamiento que permita recibir los enlaces de comunicaciones de los Coordinados, para efectuar la recepción de los datos de acuerdo a lo establecido en el TÍTULO 4-2 de la presente Norma.
- d) Disponer, operar y velar por el mantenimiento de los equipos y conexiones destinadas a sus comunicaciones con los Coordinados de acuerdo a lo establecido en el TÍTULO 4-2 de la presente Norma.
- e) Informar a la Superintendencia del cumplimiento de la disponibilidad y calidad de la información requerida por parte de cualquiera de los Coordinados. en la oportunidad a la que se refiere el Artículo 1-14 de la presente Norma.

Artículo 5 Obligaciones de los Coordinados

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 2 del presente Anexo Técnico, las obligaciones de los Coordinados serán las siguientes:

- a) Según lo dispuesto en el artículo 3-20 de la presente Norma, para las instalaciones de generación y Equipos de Compensación de Energía Activa que operen conectados al SI, contar con un sistema de comunicación para proveer al Coordinador toda la información que éste determine necesaria para efectos de la supervisión y coordinación de la operación del SI en Tiempo Real (SITR) y para el SM, conforme a lo dispuesto en la presente NT.
- b) Para las instalaciones del Sistema de Transmisión (ST), diseñar los esquemas de teleprotección de modo de garantizar una disponibilidad de al menos 99,95% medida en una ventana móvil de un año e incorporar al SM la información que

permita al Coordinador verificar esta disponibilidad de acuerdo al Artículo 3-24 de la NT.

- c) Según lo dispuesto en el artículo 3-31 de la presente Norma, para todas las instalaciones del ST, contar con un sistema de comunicación para proveer al Coordinador toda la información que éste determine necesaria para efectos de la supervisión y coordinación de la operación del SI en Tiempo Real y para el SM.
- d) Disponer en todo momento de los servicios de telecomunicaciones para la lectura remota de protecciones, registros locales de perturbaciones, o interrogación de equipamiento de monitoreo sistémico de acuerdo a lo señalado en los artículos 3-24 y 4-3 letra a) de la NT.
- e) Para aquellas instalaciones que el Coordinador indique, disponer de servicios de telecomunicaciones adecuados para la transmisión unidireccional hacia el Coordinador de variables fasoriales en tiempo real, que permitan efectuar el monitoreo de la operación dinámica del SI de acuerdo al Artículo 4-16 de la NT.
- f) Para todas instalaciones del SI donde la presente NT lo indique, y aquellas para las que el Coordinador justificadamente lo requiera, por necesidades operacionales y de seguridad y calidad de servicio, independiente del nivel de tensión, adecuarlas para cumplir los requerimientos del SM en los plazos establecidos en el Artículo 65 del presente Anexo.
- g) Instalar, implementar, operar y mantener todas las instalaciones requeridas por el sistema de adquisición de información del SM.
- h) Entregar al Coordinador toda la información requerida con la disponibilidad y calidad correspondiente, con independencia de la participación de terceros y/o de los agrupamientos motivados en la utilización de un medio común de comunicaciones.
- i) Cumplir con el correcto funcionamiento de los sistemas de comunicación que deban implementar.

TÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE MONITOREO

Artículo 6 Funciones del Sistema de Monitoreo

El SM corresponde a un sistema de información, que entre otras funciones, permite la visualización y análisis de las variables que el Coordinador determine, de manera de verificar en todo momento, el desempeño de las principales instalaciones del SI, en distintos estados de operación y ante contingencias.

Para la implementación del SM los Coordinados y el Coordinador deberán contar con el equipamiento necesario para realizar el registro del comportamiento dinámico del SI, a través de la adquisición de variables relevantes.

Las características técnicas de los equipos deberán ser tales que el registro en tiempo real y procesamiento posterior de las variables, permita realizar entre otras funciones, lo siguiente:

- a) Verificar el nivel de amortiguamiento presente en las oscilaciones de potencia en el SI, con el objeto de establecer si se cumplen los estándares exigidos en la presente NT, o si existe necesidad de implementar medidas correctivas.
- b) Verificar el correcto funcionamiento de las protecciones del SI, en cuanto a los valores de ajuste, tiempos de operación requeridos y su adecuada coordinación.
- c) Realizar análisis post operativos luego de fallas severas ocurridas en el SI, en especial aquellas de escasa probabilidad de ocurrencia, o que se hubieran iniciado por causas desconocidas.
- d) Verificar el desempeño de los EDAC y la contribución de las Instalaciones de Clientes a estos esquemas.
- e) Verificar el desempeño de los Esquemas de Desconexión Automática de Generación (EDAG), y/o Esquemas de Reducción Automática de Generación (ERAG), implementados para preservar la seguridad en el SI.
- f) Verificar el margen de estabilidad estática o dinámica del SI.
- g) Verificar el desempeño del Plan de Defensa contra Contingencias Extremas.

Artículo 7 Arquitectura del Sistema de Monitoreo

Conforme establece la NT en el Artículo 4-27, el SM tendrá una arquitectura básica consistente en un centro concentrador de información y una red de sistemas dispersos de recolección y procesamiento de mediciones a nivel local, los cuales transmitirán la información al centro concentrador para su procesamiento y análisis. Dado lo anterior, la estructura básica del SM podrá representarse a través de:

- a) Una red de sistemas distribuidos de recolección y procesamiento de mediciones a nivel local.
- b) Sistema de comunicaciones que transmitirán las mediciones a un centro concentrador.

- c) Un centro concentrador de información donde se recepcionará, almacenará y procesará la información recibida.

La arquitectura del SM deberá contar con las características que se señalan en el siguiente diagrama (Figura 1):

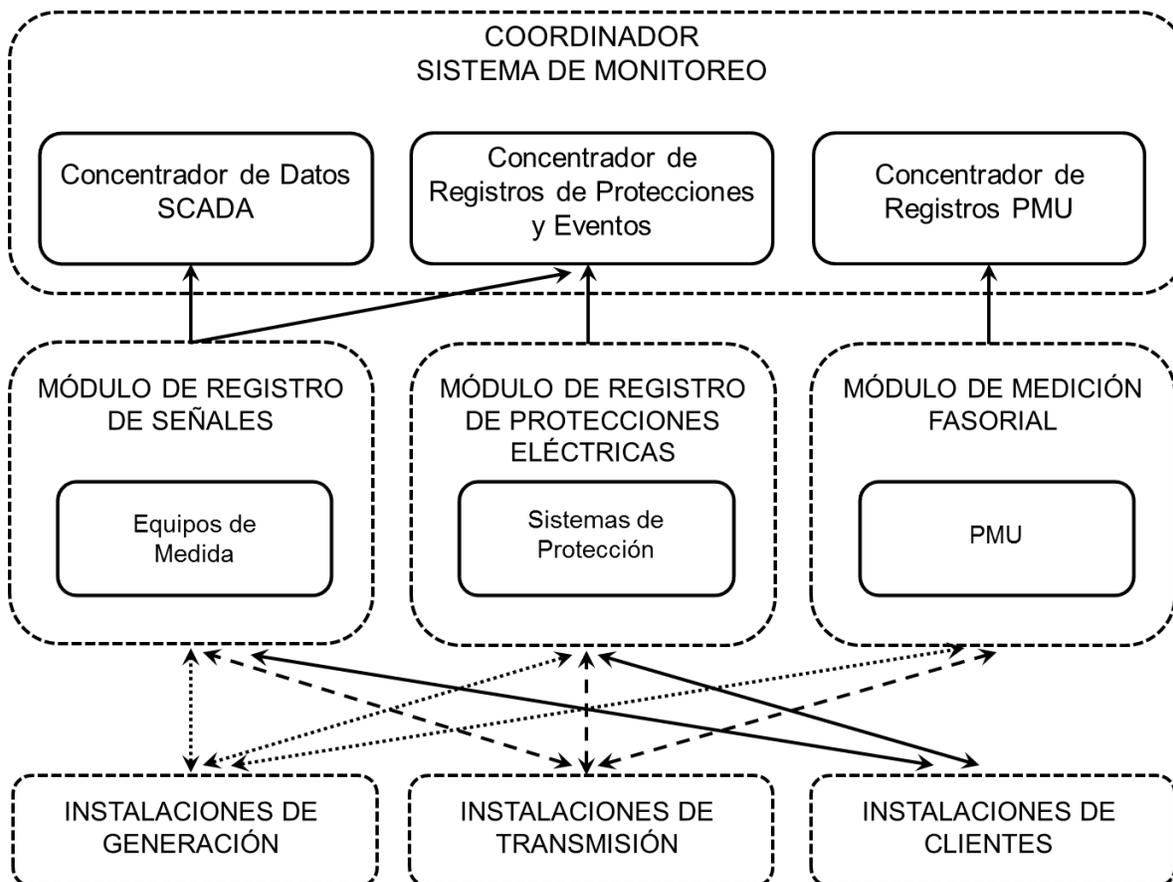


Figura 1: Arquitectura del Sistema de Monitoreo

Artículo 8 Módulos de registro de datos

El SM estará constituido por 3 módulos:

- a) Módulo de registro de señales asociadas al comportamiento de unidades generadoras e instalaciones de transmisión y de consumo, el cual debe satisfacer los requerimientos establecidos en el Título IV del presente Anexo.
- b) Módulo de registro de protecciones eléctricas, el cual debe satisfacer los requerimientos establecidos en el Título V del presente Anexo.
- c) Módulo de medición fasorial asociado a las transferencias de potencia y comportamiento angular del SI, el cual debe satisfacer los requerimientos establecidos en el Título VI del presente Anexo.

Artículo 9 Centro Concentrador

El Centro Concentrador de Información del SM estará conformado por uno o más servidores que cuenten con sistemas de almacenamiento de la información, que permitan recibir los registros enviados desde los sistemas de adquisición local a través de los enlaces de comunicación y almacenarlos para su inmediato o posterior procesamiento.

Para el acceso a la información histórica almacenada, así como para el procesamiento, análisis y visualización de las distintas funciones que realice el SM, se deberán implementar las interfaces y software adecuados para cada aplicación.

El diseño, implementación, operación y mantención del centro concentrador de datos será de responsabilidad del Coordinador, quien deberá asegurar que éste opere de acuerdo a lo establecido en el presente Anexo.

TÍTULO III.VARIABLES A TRANSMITIR AL SISTEMA DE MONITOREO

Artículo 10 Generalidades

Las variables que cada Coordinado deberá enviar al SM serán las necesarias para verificar en todo momento el desempeño de las principales instalaciones del SI además de aquellas que permitan estudiar las perturbaciones que puedan cambiar el estado operativo del SI.

Para cada módulo se definen aspectos específicos relacionados con las variables que deberán proporcionar los Coordinados. Sin perjuicio de lo anterior, en caso que fuera necesario, el Coordinador podrá solicitar variables adicionales a las que se detallan en este Anexo.

Artículo 11 Comunicaciones

Los Coordinados deberán asegurar que su equipamiento de comunicación disponga del respaldo para asegurar el envío de la información como consecuencia de una interrupción de suministro eléctrico.

De igual modo el Coordinador deberá asegurar que su equipamiento dispone del respaldo de alimentación de al menos 6 horas, para evitar que se interrumpa la recepción de la información que envíen los coordinados.

Artículo 12 Seguridad de la información

Es responsabilidad de los Coordinados asegurar la integridad y completitud, evitando la alteración de los registros hasta su recepción por el centro concentrador del Coordinador.

Artículo 13 Equipos de medidas

Será responsabilidad de cada Coordinado informar al Coordinador el tipo de transformador de medida que empleará y la clase de precisión de todos los equipos que intervienen en la adquisición de datos.

Artículo 14 Exigencias para señales analógicas

La banda muerta del registro en terreno de datos analógicos de los Coordinados, no podrá exceder en porcentaje, a la mitad de su clase de error aplicado sobre el rango de evolución de la variable medida. Así por ejemplo, si la variable medida presenta valores entre 10 y 60 [ud], y la clase de error de la variable es 2%, entonces la banda muerta no podrá superar el 1% de 50 [ud], es decir 0,5 [ud].

TÍTULO IV.MÓDULO DE REGISTRO DE SEÑALES

Artículo 15 Características generales

El módulo de registro de señales estará compuesto por dos subsistemas:

- Un subsistema de medición en tiempo real que tendrá como objetivo supervisar el comportamiento de unidades generadoras e instalaciones de transmisión y de consumo, según lo establecido en el Anexo Técnico Determinación de Parámetros Técnicos y Operativos para el Envío de Datos al SITR.
- Un subsistema para el registro de señales ante perturbaciones, que permitirá al Coordinador tener a su disposición registros de las variables que esta considere necesarias según necesidades operacionales locales o globales del SI. Los requerimientos de este subsistema se describen en los artículos del presente Título.

Si la tecnología implementada por el SITR así lo permite, cualquiera de las funciones de este subsistema podrá ser efectuada por el SITR.

La arquitectura del módulo para registro de señales deberá tener las características que se señalan en el siguiente diagrama (Figura 2):

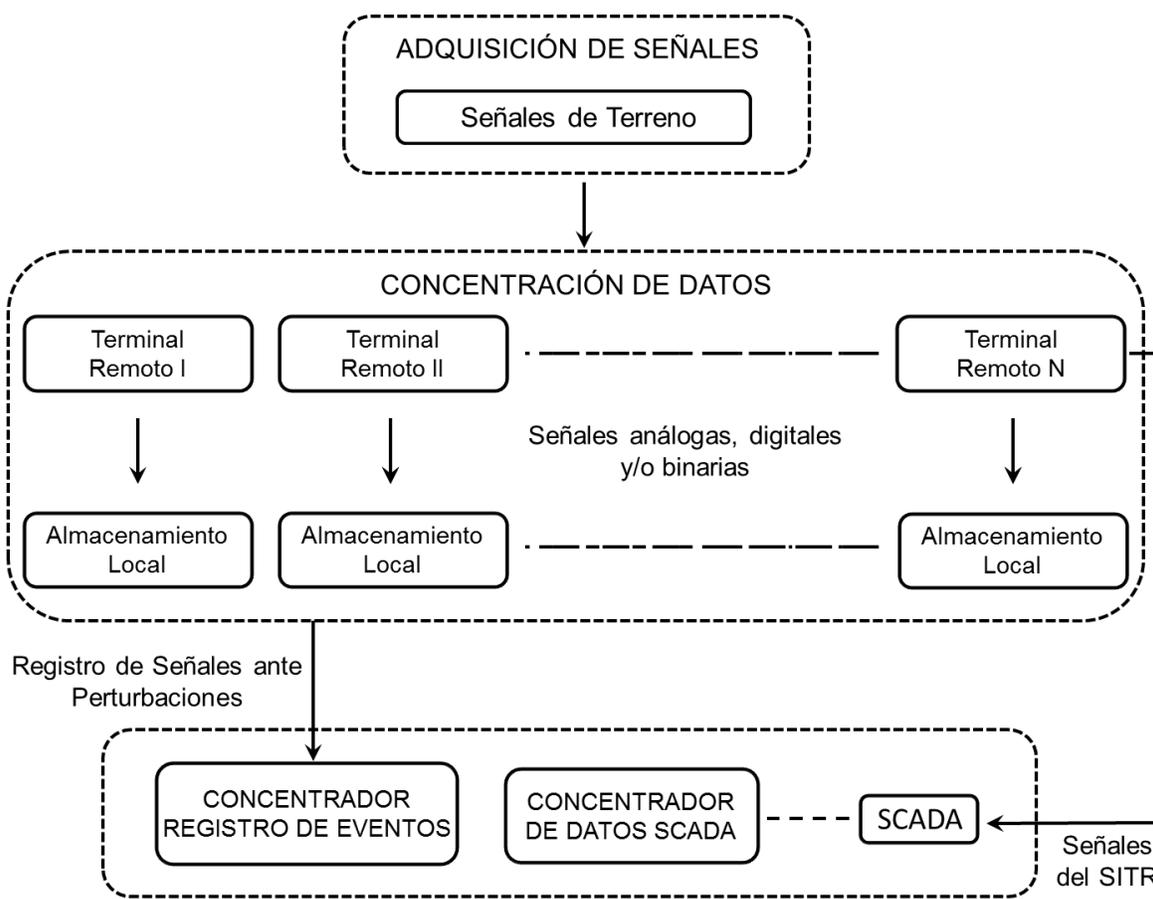


Figura 2: Arquitectura del módulo para registro de señales

Artículo 16 Información de instalaciones de generación

Cada Coordinado identificado como parte del segmento de generación, tendrá que enviar al SM, como mínimo, las siguientes señales:

- a) Para cada unidad generadora cuya potencia nominal sea superior a 10 MVA, se deberá enviar:
 - Tensión en bornes (entre fase y neutro).
 - Corrientes de fase y neutro.
 - Frecuencia en bornes.
 - Potencia eléctrica activa en bornes.
 - Potencia eléctrica reactiva en bornes.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- b) Para cada transformador asociado a una o más unidades de generación cuya potencia sea superior a 10 MVA y que conecten a la red de transmisión, se debe enviar:
 - Tensión (entre fase y neutro).
 - Corriente de fase y neutro de cada nivel de tensión.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- c) Para cada barra del lado de alta tensión (AT) de unidades de más de 10 MW, se debe enviar
 - Tensión (entre fase y neutro).
 - Corriente por fase de cada paño asociado a la barra.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- d) Para cada Esquema de Desconexión Automática de Generación (EDAG) o para Esquema de Reducción Automática de Generación (ERAG) y otros automatismos similares, se debe enviar:
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
 - Registro de otras variables analógicas de interés involucradas.

Artículo 17 Información de instalaciones de transmisión

Cada Coordinado identificado como parte del segmento de transmisión, tendrá que enviar al SM, como mínimo, las siguientes señales:

- a) Para cada transformador del sistema con tensión nominal en el lado de AT sobre 200 kV, o aquellos de tensiones en el lado de AT menores que el Coordinador considere necesarios, se deberá enviar:
 - Tensión (entre fase y neutro)
 - Corriente de fase y neutro de cada nivel de tensión, cuando corresponda.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- b) Para cada línea de transmisión del sistema con tensión nominal sobre 200 kV, o aquellos de tensiones menores que el Coordinador considere necesarios, se deberá enviar:
 - Tensión (entre fase y neutro).

- Corriente de fase.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- c) Para cada interruptor del sistema con tensión nominal sobre 200 kV o aquellos de tensiones menores que el Coordinador considere necesarios, se deberá enviar:
- Estado del interruptor (Abierto/Cerrado).
- d) Para cada barra del sistema con tensión nominal sobre 200 kV, o aquellos de tensiones menores que el Coordinador considere necesarios, se deberá enviar:
- Tensión (entre fase y neutro).
 - Corriente por fase de cada paño asociado a la barra.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- e) Para cada equipo de compensación de reactivos en operación (banco de condensadores, reactores, compensadores estáticos, entre otros)con tensión superior a 200 kV o aquellos de tensiones menores que el Coordinador estime conveniente, se deberá enviar:
- Tensión (entre fase y neutro).
 - Corriente por fase.
 - Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- f) Para cada Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por subfrecuencia, subtensión o señal específica, o por cada automatismo similar, se deberá enviar:
- Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
 - Registro de otras variables analógicas de interés involucradas.

Artículo 18 Información de instalaciones de clientes

Cada cliente cuyas instalaciones se interconecten al SI tendrá que enviar al SM, como mínimo, las siguientes señales:

- a) Las señales asociadas a las Instalaciones de Clientes en el o los puntos de conexión al sistema de transmisión:
- Tensión.
 - Potencia Activa.
 - Potencia Reactiva.
 - Frecuencia.
 - Estado de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
- b) Para cada Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por subfrecuencia, subtensión o señal específica, o por cada automatismo similar, se debe enviar:
- Estados de los interruptores asociados (Abierto/Cerrado).
 - Registro de otras variables analógicas de interés involucradas.

De verificarse por parte del Coordinador la necesidad de incorporar otras instalaciones adicionales a las mencionadas, los respectivos Coordinados deberán integrar el correspondiente sistema de registro de señales al SM.

Artículo 19 Registro de Señales ante Perturbaciones

Se deberán enviar al SM registros de señales ante perturbaciones cada vez que se detecten los siguientes eventos en el SI:

- a) Perturbación que no genere necesariamente una desconexión de equipos pero que inicie el arranque de alguna función de protección.
- b) Perturbación que genere una desviación en la frecuencia y/o en la tensión del S. Los umbrales frecuencia y de tensión a partir de los cuales se deberán generar estos registros serán determinados por el Coordinador.

El Coordinador podrá requerir registros de señales ante perturbaciones para otro tipo de eventos, cada vez que lo estime conveniente.

El Coordinador podrá requerir la implementación de equipos registradores para registrar las variables del SI que estime conveniente, de acuerdo a las necesidades operacionales locales o globales del SI.

Artículo 20 Requisitos mínimos de los registros de Señales ante Perturbaciones

Las características mínimas a cumplir por el registro de señales ante perturbaciones son las siguientes:

- a) **Tasa de Muestreo:** La tasa de muestreo requerida para cada registro de señales será determinada por el Coordinador, no pudiendo exigir tasas de muestreo mayores a las 20 muestras por segundo.
- b) **Estampa de tiempo:** La estampa de tiempo deberá estar sincronizada mediante GPS.
- c) **Tiempo de registro post-perturbación:** El tiempo de registro post-perturbación deberá ser a lo menos de 10 minutos.
- d) **Tiempo de registro pre- perturbación:** El tiempo de registro pre- perturbación deberá ser a lo menos de 10 minutos.
- e) **Formato:** El registro de señales ante perturbaciones deberá tener formato TEXTO (*.csv), EXCEL (*.xls), o aquel que mejor se adapte al tipo y cantidad de datos a almacenar y transmitir previo acuerdo del Coordinador.

Artículo 21 Disponibilidad del registro de Señales ante Perturbaciones

Será función del Coordinado verificar que los registros de señales ante perturbaciones sean incorporados al concentrador de registros de eventos del Coordinador, mediante su plataforma WEB, en un plazo inferior a 12 horas desde ocurrida la perturbación o desde el momento en que el Coordinador realice la solicitud del registro.

Es responsabilidad de los Coordinados mantener la información por al menos 3 meses en sus sistemas de información.

TÍTULO V. MÓDULO DE REGISTRO DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Artículo 22 Características generales

El módulo de registro de protecciones eléctricas tiene como objetivo disponer de los registros oscilográficos y de eventos de los sistemas de protección eléctrica de todas aquellas instalaciones del SI que califiquen según las descripciones establecidas en el presente Anexo y en el Capítulo 3 de la NT.

La arquitectura del módulo para registro de protecciones eléctricas se presenta en el siguiente diagrama esquemático (Figura 3):

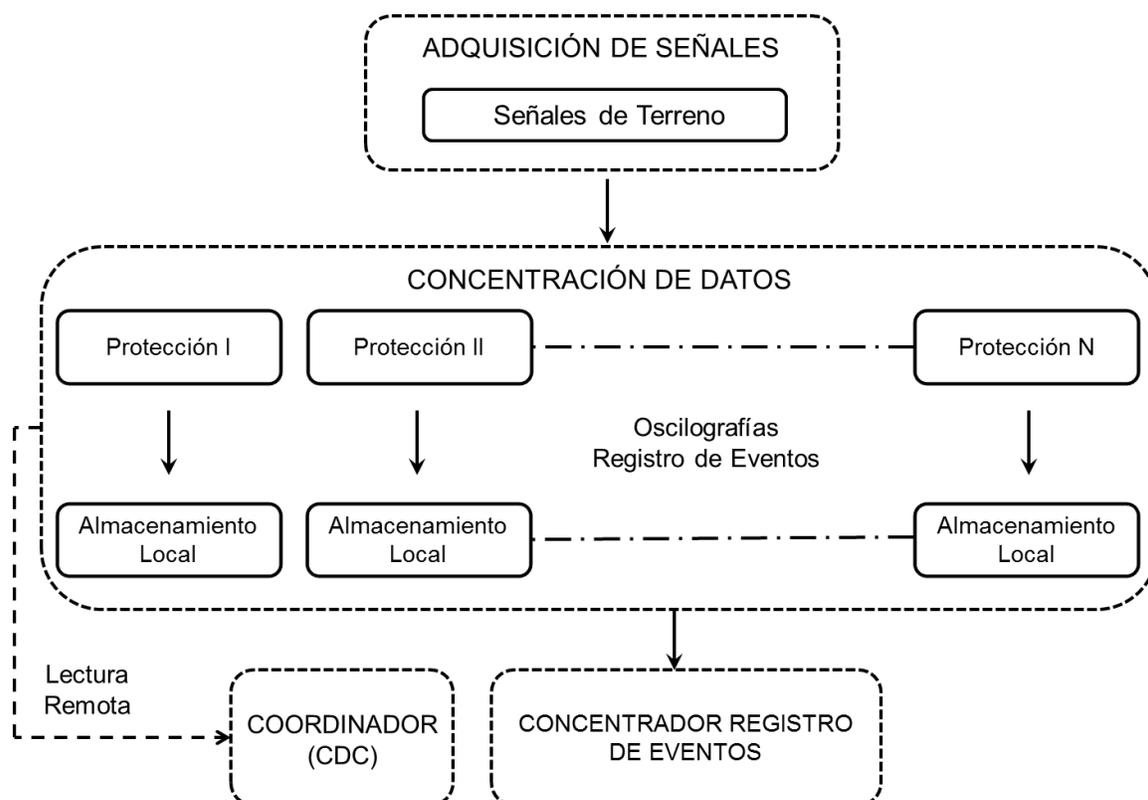


Figura 3: Arquitectura del módulo para registro de protecciones eléctricas

Artículo 23 Protecciones a ser monitoreadas

a) Para cada unidad generadora cuya potencia nominal sea superior a 10 MVA se deberán monitorear como mínimo las siguientes funciones de protección:

- Relé diferencial
- Sobretensión residual
- Sobrecitación del generador
- Potencia inversa
- Pérdida de excitación
- Desbalance de corriente de secuencia negativa

- Protección térmica del estator
 - Sobrecorriente falla a tierra o distancia residual
 - Sobrecorriente de estator o distancia de fase
 - Sobretensión
 - Pérdida de sincronismo
 - Baja o sobre frecuencia
 - Relé maestro unidad en giro desexcitada
 - Relé maestro unidad F/S Detención Falla Mecánica
 - Relé maestro unidad F/S Detención Falla Eléctrica
- b) Para cada instalación del sistema de transmisión con tensión nominal sobre 200 kV, o aquellas de tensiones menores que el Coordinador considere necesarias, se deberán monitorear como mínimo las siguientes funciones de protección:
- Diferencial
 - Distancia de fases y residual
 - Sobre corriente direccional de fases y residual
 - Falla de interruptor
 - Sobre corriente de fases y residual
 - Sobre tensión y baja tensión
 - Bloqueo antioscilaciones de potencia
 - Cierre contra falla
- c) En el caso de las instalaciones de clientes, se deberán monitorear todas las funciones de protección asociadas a los Esquema de Desconexión Automática de Carga (EDAC) por subfrecuencia, subtensión o señal específica, o algún otro automatismo similar.

En caso que lo requiera, el Coordinador podrá solicitar la incorporación al módulo de registro de protecciones eléctricas del SM, de aquellas funciones de protección e instalaciones del SI que estime convenientes.

Artículo 24 Puntos de medida

Para asegurar que el evento de falla quede registrado en las mismas condiciones en que fue medido por los dispositivos de protección, los registradores de eventos que no estén incorporados en los equipos de protección, deberán tener los mismos puntos de medida y cumplir con los mismos requerimientos mínimos que los equipos de protección.

Con el objeto de dar cumplimiento a lo señalado precedentemente:

- a) Los transformadores de medida utilizados para los registradores de eventos deberán poseer las mismas características y clase de precisión que los utilizados para fines de protección.
- b) Será deber del Coordinado informar al Coordinador, previo a la habilitación del SM, los puntos de medida de corrientes y tensiones utilizados tanto para los equipos de protección como de los registradores de eventos respectivos.
- c) No se permitirán mediciones indirectas de las variables de corriente y tensión para que sean utilizadas en los registradores de eventos, es decir, estas variables sólo pueden provenir de los transformadores de medida asociados.

Artículo 25 Equipos para registro oscilográfico de eventos por operación de protecciones

Los registros oscilográficos de eventos podrán ser realizados por osciloperturbógrafos integrados a los equipos de protección eléctrica, o independientes a ellos, siempre y cuando cumplan con los requerimientos establecidos en el presente anexo.

La arquitectura del sistema comprenderá a cada protección, su sistema de almacenamiento y las comunicaciones al Coordinador.

Los registros oscilográficos generados deberán ser convertidos y almacenados en formato común y abierto para el intercambio de datos transitorios, COMTRADE, estandarizado por la norma internacional vigente, IEEE Std. C37.111.

El acceso remoto desde el Coordinador al que se hace referencia en el artículo 3-6 literal c) y 3-24 literal d) de la presente norma, deberá permitir la lectura de información, de datos de ajustes y eventos registrados en los equipos de protección. El Coordinador deberá establecer las especificaciones técnicas de dicho acceso remoto de manera de preservar la seguridad del sistema.

El Coordinador deberá asegurarse que la información de cada protección esté disponible para su lectura desde el Coordinador por un plazo de al menos 30 días.

Artículo 26 Requisitos mínimos de los registros oscilográficos.

La configuración mínima que deberán tener los sistemas de registro de las protecciones es la siguiente:

- a) **Tasa de Muestreo:** La tasa de muestreo deberá ser a lo menos de 16 muestras por ciclo.
- b) **Arranque (trigger):** El arranque de la oscilografía deberá gatillarse al activarse cualquier elemento que pueda hacer operar la protección.
- c) **Estampa de tiempo:** La estampa de tiempo deberá estar sincronizada mediante GPS conectado al terminal RTU local u otro dispositivo de sincronización GPS.
- d) **Tiempo total de registro:** El tiempo total de registro deberá ser a lo menos de 25 ciclos.
- e) **Tiempo de prefalla:** El tiempo de pre-falla deberá ser a lo menos de 15 ciclos.
- f) **Tiempo de postfalla:** El tiempo de post-falla deberá ser al menos de 10 ciclos luego de operada la protección.
- g) **Señales analógicas:** Las señales analógicas a registrar deberán ser las corrientes y tensiones por cada fase, y residual donde corresponda.
- h) **Señales binarias:** Deberán estar identificadas, individualmente y por separado, las siguientes señales:
 - Orden general para desenganche y apertura de interruptor.
 - Orden individual de desenganche por cada una de las funciones de protección existentes.
 - Arranque de la función de protección activada.
 - Envío y recepción de señales de teleprotección, si corresponde.
 - Envío y recepción de señales de transferencia de desenganche directo, si corresponde.

- i) **Magnitudes monitoreadas:** Las señales analógicas a monitorear deberán ser registradas en la oscilografía en valores primarios.

Para aquellos equipos que presenten restricciones técnicas de almacenamiento de registros tal que no sea recomendable el arranque del registro por detección de falla, sino que por orden de desenganche, se debe privilegiar la configuración de arranque por desenganche.

No obstante lo anterior, el propietario del equipo registrador debe evaluar alternativas técnicas con tal de disponer de los registros con arranque por detección de fallas y no exclusivamente por operación de las protecciones. En los casos que lo requiera, el Coordinador podrá exigir la implementación de un equipo registrador que permita el arranque por detección de fallas.

Artículo 27 Incorporación al módulo registro de protecciones eléctricas del Sistema de Monitoreo

Será labor del Coordinador tener accesible y a disposición de los Coordinados un concentrador de registros de eventos donde se ingresarán electrónicamente todos los registros oscilográficos y de eventos por operación de protecciones que se produzcan en las instalaciones del SI.

Artículo 28 Disponibilidad del registro

Será función del Coordinado verificar que los registros de eventos y oscilográficos por operación de las protecciones sean incorporados al concentrador de datos del Coordinador, mediante su plataforma WEB, en un plazo inferior a 12 horas desde ocurrida una contingencia.

Será obligación del Coordinado mantener disponible en sus sistemas de información los registros de protecciones ante falla, por al menos 9 meses desde iniciada la contingencia.

Será labor del Coordinado verificar que los registros oscilográficos sean incorporados al centro concentrador del Coordinador en los plazos establecidos para ello.

Las obligaciones establecidas en el presente artículo deberán ser cumplidas por el Coordinado independientemente de si el Coordinador dispone o no de accesos remotos a los relés que hayan generado los registros.

TÍTULO VI. MÓDULO DE MEDICIÓN FASORIAL

Artículo 29 Descripción general

El módulo de medición fasorial tendrá por objeto que el Coordinador disponga de las mediciones de fasores de tensiones y corrientes, de tal forma que se posibilite verificar los requerimientos del Artículo 4-28 de la presente NT.

El módulo de medición, contemplará el siguiente equipamiento general:

- PMU.
- Sistema de sincronización basado en GPS
- Concentradores de datos locales.
- Concentradores de datos específicos.
- Canales de comunicación dedicados.
- Concentrador centralizado (PDC).
- Software para análisis.

La unidad de medición fasorial o PMU constituirá la base del sistema de medición fasorial. Así, la PMU adquirirá los datos de los enrollados secundarios de los transformadores de tensión y de corriente en forma sincronizada mediante GPS, los procesará, y obtendrá los fasores de tensión y corriente. Luego, estos fasores serán enviados al concentrador de datos.

Todo sistema de medición fasorial requerirá a lo menos, de un equipo concentrador centralizado (PDC) que tendrá como funciones la recepción, almacenamiento y procesamiento de las medidas que han sido obtenidas desde las PMU.

Todas las instalaciones sobre 200kV, y aquellas de menores tensiones en que el Coordinador justificadamente lo requiera, deberán tener la factibilidad técnica de instalar una unidad de medición fasorial y disponer de capacidad instalada de comunicaciones para su integración al equipo concentrador PDC, con el estándar requerido.

Los equipos de medición fasorial y los sistemas de comunicación asociados deberán ser capaces de operar en tiempo real a la tasa de envío de mensajes definida en IEEE C37.118 desde las PMU, para lo cual, se requiere una precisión del sistema de sincronización acorde con lo establecido en dicho estándar ($\pm 1\mu s$ en menos de 16 saltos de la red) y una red Ethernet basada en el estándar IEEE 1588 v2 (Power Profile).

El módulo de medición fasorial podrá tener las arquitecturas –concentrada o distribuida– representadas en los diagramas esquemáticos de las Figuras 4 y 5 que se muestran continuación.

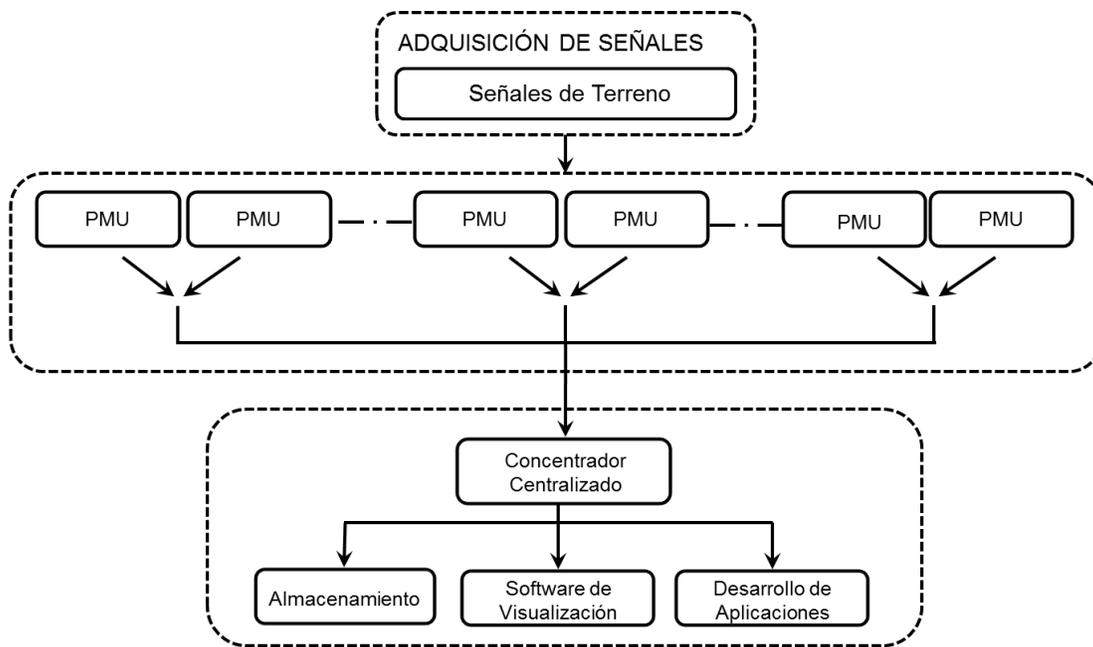


Figura 4: Arquitectura centralizada para el módulo medición fasorial

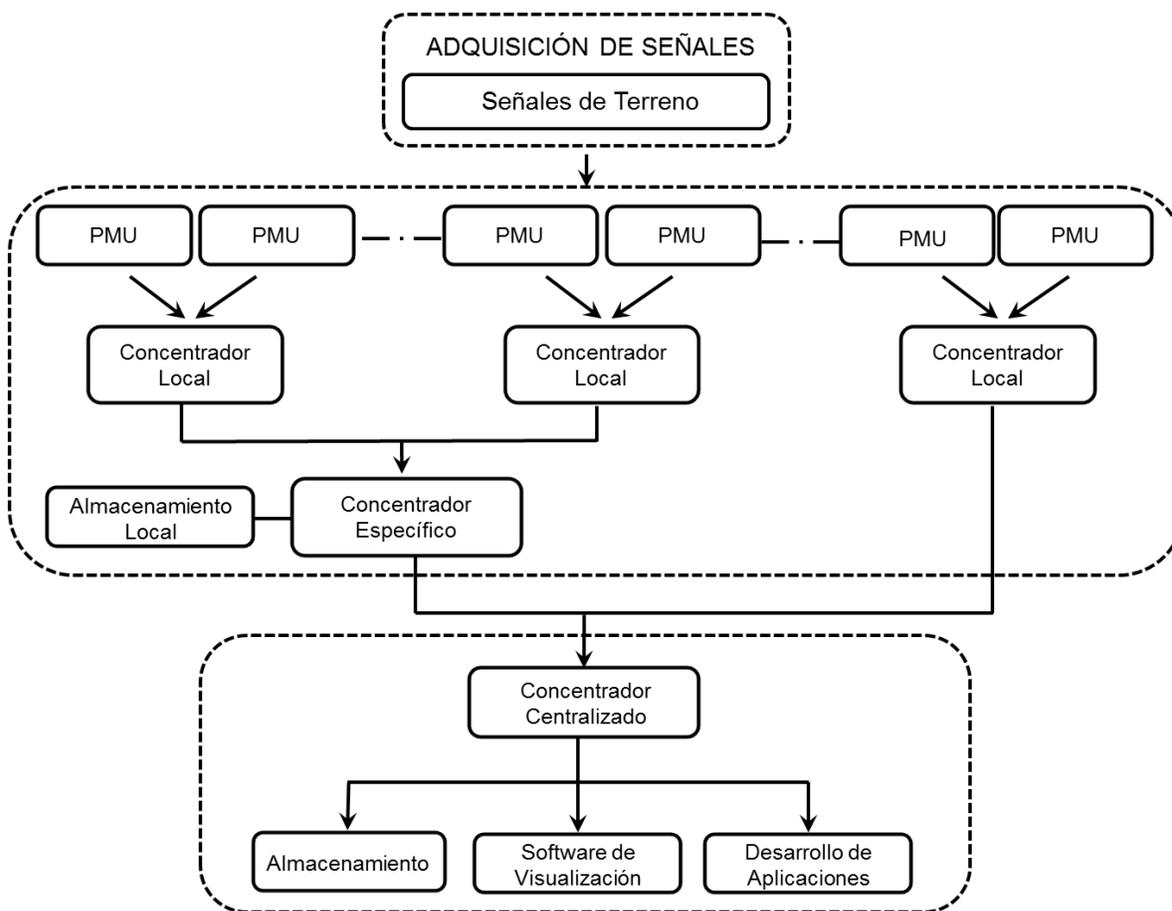


Figura 5: Arquitectura distribuida para el módulo de medición fasorial

Artículo 30 Escalabilidad

El módulo de medición fasorial deberá ser escalable, de tal manera que su arquitectura permita planificar futuras expansiones respecto de los puntos de registro.

Artículo 31 Compatibilidad

La arquitectura seleccionada deberá considerar la comunicación e interconexión entre dispositivos PMU, permitiendo verificar la compatibilidad de equipos pertenecientes a diferentes fabricantes y modelos.

Artículo 32 Concentración de datos

La información capturada por medio de las PMU en los diferentes puntos de registro del SI, deberá ser enviada al concentrador de datos centralizado (ver Figura 4) o a los concentradores locales y posteriormente a los concentradores de datos específicos que fuesen definidos en caso de contar con distintos niveles jerárquicos (ver Figura 5).

Independientemente de la arquitectura definida para el módulo de medición fasorial, el concentrador de datos centralizado deberá recibir directamente o a través de otros concentradores, la información capturada por medio de las PMU en los diferentes puntos de registro del SI.

Artículo 33 Respaldo y recuperación de la información

El módulo de medición fasorial deberá contar con un sistema de respaldo y recuperación de información en caso que se produzcan fallas en los canales de comunicaciones, el hardware o el software del sistema.

Artículo 34 Accesibilidad

La información recibida en el concentrador de datos centralizado deberá estar disponible para el análisis con el software computacional implementado para tales fines.

Artículo 35 Aplicaciones fuera de línea

Las aplicaciones que no verifican la operación en línea deberán contar con un medio con la capacidad de almacenamiento adecuada para acceder a la información histórica de los registros.

Artículo 36 Aplicaciones en línea

Para las aplicaciones que verifican la operación en línea del SI, se deberá contar con un medio con la capacidad de almacenamiento adecuado y además con un requerimiento adicional respecto de la máxima latencia, es decir la suma de retardos dentro de una red de transmisión de datos, que se fija en 500 milisegundos como máximo.

Este período incluye el tiempo que transcurre en el procesamiento de la PMU, el procesamiento del o los concentradores de datos locales y específicos, la transmisión de los datos asociados a cada enlace y por último el procesamiento del concentrador de datos centralizado hasta la respectiva visualización de la información.

Artículo 37 Seguridad

El módulo de medición fasorial contará con un sistema de seguridad que permita realizar la interconexión del equipamiento que participa en el esquema de monitoreo de forma segura de acuerdo a las diferentes etapas del proceso de adquisición, transmisión y recepción de información.

Artículo 38 Acceso a señales

Será función de los Coordinados proporcionar el acceso a las señales analógicas de potencial y corriente que determine el Coordinador de acuerdo a lo establecido en los artículos 63 y 64 del presente Anexo. De igual modo, los Coordinados deberán disponer del sitio adecuado para realizar la instalación de una unidad de medición fasorial y su respectiva interfaz de comunicación en la subestación que corresponda.

Artículo 39 Interfaz de comunicación

Todas las PMU instaladas en el SI deberán contar como mínimo con un puerto de comunicación que permita conectarse e intercambiar información con el concentrador de datos respectivo.

Artículo 40 Compatibilidad con señales análogas

Los canales análogos de entrada de las PMU deberán ser compatibles con las señales análogas de corriente y voltaje provenientes de los secundarios de los transformadores de corriente y transformadores de potencial, respectivamente.

Artículo 41 Tasa de transferencia y de muestreo de datos

La tasa de transferencia de datos entre la PMU y el concentrador de datos deberán ser tal que permita el almacenamiento de información con una resolución mayor o igual a 50 muestras por segundo. Se podrá utilizar un esquema de arquitectura jerárquica en la cual se tenga un centro concentrador de datos maestro y varios concentradores de datos secundarios que agrupen las distintas PMU.

Artículo 42 Requerimientos en la medición fasorial

Los canales de entrada y salida deberán estar sincronizados con el tiempo UTC, con una precisión suficiente para cumplir los requerimientos para la medición fasorial establecidos en el Estándar C37.118.

Artículo 43 Precisión

Toda la información requerida para el SM contará con la debida sincronización horaria respecto de una base de tiempo sincronizada mediante GPS, con una precisión menor o igual a 1 μ s.

La precisión requerida para la medida será función del error de la medición de acuerdo al Total Vector Error (TVE) definido en IEEE C37.118.

Los límites de precisión en la medición están dados por la norma IEEE C37.118 y los mismos no deberán exceder el 1% de Total Vector Error (TVE).

Artículo 44 Accesibilidad GPS

La sincronización mediante GPS podrá ser propia o externa. En caso que fuese externa, dependiendo de las características del dispositivo GPS, éste podrá entregar la señal respectiva a diferentes unidades de medición fasorial, en caso de que los puntos de medición correspondieran a una misma subestación.

El reloj de sincronización externo deberá operar mediante protocolo NTP/PTP y estándar de tiempo UTC.

Artículo 45 Adquisición de señales

A través de los transformadores de voltaje y corriente, se deberán capturar las formas de onda de tensión y corriente del SI, en los puntos de medición correspondientes.

Artículo 46 Clase de Precisión

Los equipos que intervienen en la adquisición de datos deberán tener una clase de precisión al menos clase 2 ANSI, equivalente a un 2% de error, u otra clase de mayor precisión en los casos que el Coordinador lo requiera.

Artículo 47 Estándares para transferencia de datos en la medición fasorial

Los requerimientos técnicos mínimos de los sistemas de comunicación entre PMU, PDC y SCADA deberán cumplir con los estándares de transmisión de datos indicados a continuación:

- Protocolo de transmisión de datos PMU - PDC o PDC-PDC: Estándar IEEE C37.118, el cual define y detalla la metodología utilizada en la medición fasorial en los sistemas eléctricos de potencia.
- Protocolo de transmisión de datos PDC-SCADA: IEC 60870-5-101/104 o DNP3.
- Protocolo de transmisión de datos para compartir datos con otras plataformas SCADA: IEC 60870-6 TASE.2 (ICCP).

Para efectos de los requerimientos de los enlaces de comunicaciones deberá cumplirse lo indicado en los artículos 49 y 50 del presente Anexo.

Artículo 48 Requerimientos generales

La arquitectura, correspondiente al módulo de medición fasorial, requerirá de una red de comunicación dedicada y exclusiva para la transmisión de datos con el fin de garantizar la seguridad y calidad de la información desde la etapa de adquisición hasta el despliegue de información en forma remota.

Artículo 49 Canales de comunicación

Los equipos de PMU deberán funcionar sobre una red ETHERNET la cual debe estar diseñada sin ningún elemento que funcione de manera No-Determinística.

Las características de la Red LAN aplicada a las unidades de medición fasorial deberán ser las siguientes:

- a) LAN mapeo de Ethernet en Capa 2.
- b) Solo direccionamiento Multicast.
- c) Medición de retardo host a host.
- d) Los switches deben ser "transparentes al sincronismo" (compatibles IEEE 1588 Power Profile).
- e) Tiempos de conmutación definidos.

Artículo 50 Medios de comunicación

Para la transmisión de datos se podrá utilizar cualquier medio de transmisión, tal como fibra óptica u otro, siempre y cuando este medio asegure el ancho de banda adecuado, una mínima latencia acorde con los requerimientos del módulo de registro fasorial e inmunidad a la interferencia electromagnética.

Los enlaces de transmisión de datos contarán con la arquitectura adecuada para cumplir con una disponibilidad de la información en el Coordinador igual o mayor al 99,95% medida en una ventana móvil de un año. La disponibilidad antes indicada estará referida a la disponibilidad efectiva de la información y por lo tanto considerará la disponibilidad global de todo el equipamiento involucrado en el SM. Con el fin de asegurar dicha disponibilidad, en caso que estos enlaces cuenten con redundancia, la transferencia desde el enlace principal al enlace de respaldo y viceversa deberá ser automática y libre de errores ("hitless").

El enlace de comunicación entre la unidad PMU y el concentrador deberá cumplir con los siguientes estándares en relación al ancho de banda y la latencia:

- El ancho de banda de los canales de comunicación deberá ser lo suficientemente amplio para transmitir la información desde el extremo emisor al extremo receptor, dando cumplimiento a los requerimientos establecidos en el presente capítulo y en el Artículo 4-28 de la presente NT.
- La latencia máxima compuesta deberá ser de 200 milisegundos como máximo.

Artículo 51 Sincronismo de la red de comunicaciones

El sincronismo de la red de comunicaciones para la transmisión de datos del sistema de sincrofasores deberá ser IEEE PC37.238 – "Perfil Sistemas de Potencia" Perfil para la utilización del estándar IEEE 1588 Protocolo de Precisión de Tiempo en aplicaciones de Sistemas de Potencia".

Artículo 52 Requerimientos del equipo concentrador

El módulo de medición fasorial requerirá de un equipo concentrador que permita recibir, procesar y almacenar los registros obtenidos a partir de los equipos de medición distribuidos en los diferentes puntos del SI definidos previamente por el Coordinador.

Artículo 53 Características Técnicas del equipo concentrador

El concentrador de datos deberá tener la capacidad de operar en tiempo real, a una tasa de transmisión de datos específica y con un protocolo adecuado para tales fines. El Equipo concentrador deberá ser dimensionado para almacenar los registros de a lo menos 30 días sucesivos en escala completa de 50 muestras por segundo o superior.

Artículo 54 Organización

En caso que el número de señales que sean rescatadas del SI exceda el número máximo permitido por el equipo concentrador de datos, la arquitectura seleccionada deberá ajustarse a dicha condición, de tal forma que exista un equipo concentrador de datos centralizado que podrá recibir la información desde los concentradores específicos que agrupan un determinado número de dispositivos PMU.

Artículo 55 Modularidad y Escalabilidad

El concentrador de datos deberá contar con las características técnicas adecuadas con el fin de admitir la incorporación de nuevas unidades de medición en el SI o actualizaciones en el hardware del equipamiento.

Además, el equipo concentrador deberá ser compatible con todos los fabricantes de PMU.

Artículo 56 Esquema redundante

El módulo de medición fasorial deberá contar con un concentrador de datos generalizado y uno redundante para que la información pueda ser consultada en caso de ocurrencia de fallas en el equipamiento o el software del sistema.

Artículo 57 Almacenamiento de registros

El equipo concentrador de datos contará con una capacidad de almacenamiento tal que permita acceder a registros históricos acotados, considerando como mínimo una ventana de almacenamiento igual a 30 días. Sin perjuicio de la condición anterior, las mediciones registradas con anterioridad al límite máximo, determinado por la capacidad de almacenamiento del equipo, deberán ser incorporadas en un sitio de respaldo, pudiendo acceder a la información en el momento que el usuario así lo determine.

Artículo 58 Almacenamiento de registro de eventos

El disco de almacenamiento de información que forma parte del concentrador de datos deberá tener la capacidad de almacenar los registros de eventos de fallas y oscilaciones que se presenten en el SI. La capacidad de almacenamiento primario deberá ser tal que permita acceder a información de los últimos 2 años. Para un período superior a 2 años, los archivos de datos deberán estar disponibles en un sitio de respaldo.

Artículo 59 Estado de operación de las unidades remotas de medición

El módulo de medición fasorial deberá contar con un sistema de alarma que permita verificar las siguientes condiciones al usuario que accede al registro de datos:

- a) Estado normal.

- b) Error en información de tiempo real.
- c) Error de comunicación.

Estas alarmas constituirán requerimientos mínimos, pudiendo especificarse un mayor número de ellas, si el sistema así lo requiere.

Artículo 60 Software

La consola de interrogación que se comunica con el concentrador de datos centralizado deberá contar con el software de análisis y configuración adecuado, con el fin de asegurar como mínimo la verificación de las siguientes variables en los puntos de medición:

- a) Valores efectivos de tensión y corriente
- b) Valores efectivos de potencia activa y reactiva
- c) Frecuencia y desviación de frecuencia indicando valores mínimos y máximos.
- d) Diferencia angular respecto de una referencia para los puntos seleccionados.
- e) Magnitud de tensión
- f) Componentes simétricas.
- g) Visualización de información mediante gráficos polares y gráficos en función del tiempo.

El Coordinador podrá definir puntos adicionales en los cuales se requiera la instalación de consolas de interrogación con el software de análisis y configuración, todo esto considerando la adquisición de las licencias de acceso respectivas.

Artículo 61 Requerimientos en el despliegue de información

Los requerimientos mínimos para el software en cuanto al despliegue de información se especifican a continuación:

- a) Una pantalla general con información técnica y resultados de los registros relevantes del SI.
- b) La capacidad para que el usuario seleccione en todo momento las variables que desee observar en pantalla.
- c) Permitir la visualización de las señales que seleccione el usuario mediante gráficos polares y gráficos en función del tiempo. La configuración de acercamiento de dichos gráficos debe ser tal que permita visualizar la evolución de las señales mencionadas en el Artículo 60, en un rango que va desde los 30 días hasta 1 segundo.
- d) La capacidad de exportar a un archivo formato TEXTO (*.csv) o EXCEL (*.xls) los datos que pertenezcan a las fechas que el usuario seleccione.

Artículo 62 Registro de eventos transitorios

El software deberá proporcionar información de los eventos de falla y oscilatorio que se registren en el sistema y que produzcan cambios bruscos (pendiente) en la señal de potencia activa o en la señal de tensión. Las características mínimas que deberá incluir esta herramienta adicional serán:

- a) Despliegue de registro de eventos ordenados cronológicamente.
- b) Registro automático de eventos transientes.
- c) Alarma indicando la hora en la que ocurre el evento.
- d) Verificación de la estabilidad angular.
- e) Verificación de la estabilidad de frecuencia.
- f) Verificación de la estabilidad de tensión.
- g) Verificación del nivel de amortiguamiento en las señales de potencia activa.
- h) Verificación del cumplimiento de los estándares especificados en el Capítulo N° 5 de la presente NT.

Artículo 63 Estudio de implementación de módulo de medición fasorial

El Coordinador deberá realizar, a más tardar el 31 de julio de cada año, un estudio sobre instalación, implementación, revisión y actualización del módulo de medición fasorial.

En particular, el estudio antes señalado, deberá determinar y actualizar los puntos de registro en que se instalarán las PMU, la arquitectura (centralizada o distribuida) del módulo de medición fasorial, la ubicación de los concentradores asociados en los casos que corresponda, y las aplicaciones requeridas por el software para análisis de datos.

Artículo 64 Implementación de módulo de medición fasorial.

Realizado el estudio y determinados los puntos de registro de los PMU y en su caso de los concentradores, los Coordinados deberán instalar e implementar bajo su responsabilidad, los equipos en los puntos de medida, cumpliendo los requerimientos técnicos que determine el Coordinador.

Los plazos de instalación e implementación de puntos de medida se establecerán en cada caso por el Coordinador y el Coordinado. Sin perjuicio de lo anterior, el Coordinado deberá presentar un programa de trabajo indicando las actividades y fechas estimadas, los que no podrán superar los 8 meses. Este plazo comenzará a regir a partir de la notificación de implementación emitida por parte del Coordinador.

Para aquellas instalaciones que requieran ser adecuadas como punto de medida, el plazo máximo regirá una vez cumplidos los plazos del Artículo 65 del presente Anexo.

La puesta en marcha de los puntos de medida, estará sujeta a la verificación previa del Coordinador.

Será responsabilidad del Coordinado operar y mantener las instalaciones de su propiedad que formen parte del módulo de medición fasorial.

Será responsabilidad del Coordinador la adquisición, mantención y correcta operación del software necesario para la gestión y el análisis de datos del módulo de medición fasorial.

TÍTULO VII. PLAZOS

Artículo 65 Plazo de adecuación

Dentro de los 12 meses siguientes a la entrada en vigencia del presente Anexo, el Coordinador deberá adecuar todos los elementos del SM sujetos a su responsabilidad, de manera de dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en este Anexo.

Por su parte, los Coordinados tendrán un plazo de 18 meses para adecuar todas las instalaciones que lo requieran, de acuerdo a lo establecido en el presente Anexo. Este plazo comenzará a regir a partir de la notificación de adecuación emitida por parte del Coordinador.

TÍTULO VIII.DOCUMENTACIÓN

Artículo 66 Disponibilidad

Los Estudios que desarrolle el Coordinador, referente al proyecto del SM deberán estar disponibles en su sitio WEB, una vez que éste sea implementado.

TÍTULO IX.DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 67 Elaboración del primer estudio de implementación de módulo de medición fasorial

En caso que el Coordinador no disponga de un módulo de medición fasorial operativo o no haya realizado un estudio para su implementación, el primer estudio de implementación de módulo de medición fasorial deberá realizarse dentro de los 4 meses posteriores a la publicación del presente Anexo.