**REGLAS GENERALES DE INTERCONEXIÓN AL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL**

**México, D.F. 10 de noviembre de 2011**

#

[1. INTRODUCCIÓN 4](#_Toc307331066)

[2. MARCO JURÍDICO 4](#_Toc307331067)

[3. OBJETIVO 5](#_Toc307331068)

[4. ALCANCE 5](#_Toc307331069)

[5. DEFINICIONES 6](#_Toc307331070)

[6. REGLAS 8](#_Toc307331071)

[6.1. SOLICITUD 8](#_Toc307331072)

[6.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD 8](#_Toc307331073)

[6.2.1. Proyectos hasta 500 kW 8](#_Toc307331074)

[6.2.2. Proyectos que requieren hacer uso del Sistema para portear energía a sus cargas 9](#_Toc307331075)

[6.3. OFICIO RESOLUTIVO 9](#_Toc307331076)

[6.3.1. Obras necesarias para la interconexión 9](#_Toc307331077)

[7. TRÁMITE DEL CONTRATO DE INTERCONEXIÓN Y EN SU CASO EL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISIÓN 11](#_Toc307331078)

[8. AUTORIZACIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DEL GENERADOR O PERMISIONARIO 11](#_Toc307331079)

[9. DEFINICIÓN DE LA FECHA DE OPERACIÓN NORMAL 11](#_Toc307331080)

[10. CRITERIOS TÉCNICOS DE DESPACHO Y OPERACIÓN DE LA INTERCONEXIÓN DEL GENERADOR O PERMISIONARIO CON EL SISTEMA 11](#_Toc307331081)

[ANEXO 1. Conceptos de aplicación de los modelos de contratos de interconexión y de los convenios de servicios de transmisión para Fuentes de Energías Renovables o Cogeneración Eficiente 13](#_Toc307331082)

[ANEXO 2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE INTERCONEXIÓN AL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 15](#_Toc307331083)

[1. REQUERIMIENTOS PARA BAJA TENSIÓN (BT). 15](#_Toc307331084)

[1. 1. Tensión, capacidad y frecuencia 15](#_Toc307331085)

[1.1.1 Tensión: 15](#_Toc307331086)

[1.1.2. Capacidad de generación en Pequeña Escala: 15](#_Toc307331087)

[1.1.3. Frecuencia: 15](#_Toc307331088)

[1.2. Equipo de medición y protección: 16](#_Toc307331089)

[1.2.1. Equipo de Medición: 16](#_Toc307331090)

[1.2.2. Equipo de Protección: 16](#_Toc307331091)

[1.3 Calidad de la energía 17](#_Toc307331092)

[1.4. Pruebas a los sistemas interconectados mediante inversores 17](#_Toc307331093)

[2. REQUERIMIENTOS PARA MEDIA TENSIÓN (MT). 17](#_Toc307331094)

[2.1. Tensión, capacidad y frecuencia cuando el Solicitante hace uso del Sistema para portear energía a los Puntos de Carga. 18](#_Toc307331095)

[2.1.1. Tensión: 18](#_Toc307331096)

[2.1.2. Capacidad de generación: 18](#_Toc307331097)

[2.1.3. Rangos de Frecuencia: 18](#_Toc307331098)

[2.2. Equipo de protección y seccionamiento cuando el Solicitante hace uso del Sistema para portear energía a los Puntos de Carga. 19](#_Toc307331099)

[2.3. Esquema de comunicación para la supervisión. 20](#_Toc307331100)

[2.4. Equipo de Medición 21](#_Toc307331101)

[2.5. Calidad de la energía 22](#_Toc307331102)

[2.5.1 Niveles de Armónicos 22](#_Toc307331103)

[2.5.2 Variaciones periódicas de amplitud de la tensión 23](#_Toc307331104)

[2.5.3 Desbalance y cambios rápido de tensión 24](#_Toc307331105)

[2.6. Pruebas a los sistemas fotovoltaicos 25](#_Toc307331106)

[2.7. Generación en mediana escala 25](#_Toc307331107)

[2.7.1. Requerimientos técnicos y de medición de la Fuente de Energía en Mediana Escala 25](#_Toc307331108)

[2.8. Operación básica de la interconexión 26](#_Toc307331109)

[3. REQUERIMIENTOS PARA ALTA TENSIÓN (AT) 26](#_Toc307331110)

[3.1 Tensión y capacidad: 26](#_Toc307331111)

[3.1.1. Tensión: 26](#_Toc307331112)

[3.1.2. Capacidad de generación: 26](#_Toc307331113)

[3.2. Equipo de protección y seccionamiento 27](#_Toc307331114)

[3.2.1. Protecciones de Subestación y Punto de interconexión. 28](#_Toc307331115)

[3.2.2. Protecciones para líneas de transmisión de enlace. 28](#_Toc307331116)

[3.2.3. Protecciones para unidades generadoras. 28](#_Toc307331117)

[3.2.4. Registradores de disturbios. 28](#_Toc307331118)

[3.3. Esquemas de comunicaciones para la supervisión. 29](#_Toc307331119)

[3.4 Equipo de Medición 30](#_Toc307331120)

[3.5. Calidad de la energía 31](#_Toc307331121)

[3.5.1. Niveles de armónicos 31](#_Toc307331122)

[3.5.2. Variaciones periódicas de amplitud de la tensión 32](#_Toc307331123)

[3.5.3. Desbalance y cambios rápidos de tensión 33](#_Toc307331124)

[3.6. Operación de la Fuente de Energía ante fallas externas o en el Punto de Interconexión Eólicas ó Fotovoltaicas 34](#_Toc307331125)

[4. PRUEBAS A LOS EQUIPOS. 35](#_Toc307331126)

[4.1 Pruebas a los aerogeneradores 35](#_Toc307331127)

[4.1.1. Pruebas prototipo para aerogeneradores 36](#_Toc307331128)

[4.1.2 Pruebas en sitio para aerogeneradores 36](#_Toc307331129)

[4.2 Pruebas a los sistemas fotovoltaicos 37](#_Toc307331130)

[5. ESTUDIOS 37](#_Toc307331131)

[6. POTENCIA REACTIVA 38](#_Toc307331132)

[7. REFERENCIAS 38](#_Toc307331133)

[8. CREDITOS 40](#_Toc307331134)

#

# 1. INTRODUCCIÓN

Las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional que se expiden tienen su fundamento en el artículo 7o, fracción VI de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y el artículo 31, fracción IV de su Reglamento.

# 2. MARCO JURÍDICO

* Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
* Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
* Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
* Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
* Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en Materia de Aportaciones.
* Ley de la Comisión Reguladora de Energía.
* RESOLUCIÓN Núm. RES/054/2010 del 08 abril 2010.

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide el modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Mediana Escala, y sustituye el modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala por el modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña Escala.

* RESOLUCIÓN Núm. RES/067/2010 del 28 de abril de 2010.

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide el modelo de Contrato de Interconexión para Centrales de Generación de Energía Eléctrica con Energía Renovable o Cogeneración Eficiente y sus Anexos (F-RC, IB-RC, TB-RC), así como el modelo de Convenio para el Servicio de Transmisión de Energía Eléctrica para Fuente de Energía.

* Reglas del Despacho y Operación del Sistema Eléctrico Nacional. DOF del 3 de noviembre de 2005.
* Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE 2005, Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica.
* Sistema General de Unidades de Medida (NOM 008-SCFI-1993).

# 3. OBJETIVO

Establecer y comunicar los requerimientos técnicos, administrativos y legales para la interconexión al **Sistema** de las instalaciones de los **Generadores** o **Permisionarios** con **Fuentes de Energía Renovables** o **Cogeneración Eficiente,** mediante los cuales el **Suministrador** mantiene el **Sistema** operando con seguridad, confiabilidad y competitividad.

# 4. ALCANCE

Las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional aplican a la interconexión de las instalaciones de los **Generadores** o **Permisionarios** con **Fuentes de Energía Renovables** o **Cogeneración Eficiente**.

En el ANEXO 1 se especifican los conceptos de aplicación de los modelos de los Contratos de Interconexión y de los Convenios de servicios de transmisión para **Fuentes de Energías Renovables** o **Cogeneración Eficiente**.

# 5. DEFINICIONES

Para los efectos de estas Reglas se entenderá por:

* **Área de Control**: Área geográfica en que se ubica el sistema eléctrico coordinado por el Centro de Control de Área respectivo del **Suministrador.**
* **Acreditación de la Aplicación del REDOSEN:** Obtención de Constancia de la Capacitación que proporciona el **Suministrador** al **Permisionario** en la aplicación del **REDOSEN.**
* **Anexo E-RMT:** Característicasde los equipos de medición y comunicacióndel Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Mediana Escala conforme a publicación DOF 08/04/2010 y RES/054/2010 de la Comisión.
* **Anexo E-RDT:** Requisitos Técnicos del Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Mediana Escala conforme a publicación en el DOF 08/04/2010 de la RES/054/2010 de la **Comisión.**
* **AT**: Alta Tensión de 69 kV hasta 400 kV.
* **BT**: Baja Tensión menor a 1 kV.
* **CENACE**: Centro Nacional de Control de Energía.
* **Centro de Consumo**: Cada una de las instalaciones propiedad del **Permisionario** o de cualquiera de los **Socios** que recibe energía eléctrica proveniente de la **Fuente de Energía**, a través del **Sistema.**
* **Cogeneración Eficiente**: Como se establece en el artículo 2, fracción II, del **RLAERFTE.**
* **Cogeneración**: Como se establece en el artículo 36, fracción II de la **Ley**.
* **Comisión**: La Comisión Reguladora de Energía;
* **CPTT**: Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación del **Suministrador**.
* **Energías Renovables**: Como se establece en el artículo 3, fracción II, de la **LAERFTE**.
* **Factibilidad**: Estudio preliminar para determinar la viabilidad técnica de incorporar al **Sistema** un proyecto de generación particular.
* **Fuente de Energía**: Central de generación de energía eléctrica que utiliza **Energías Renovables** y **Cogeneración Eficiente**
* **Generador**: Como se establece en el artículo 3, fracción V, de la **LAERFTE**.
* **Generación en mediana escala:** Aquella con capacidad menor o igual a 500 kW y tensión mayor a 1 kV y menor a 69 kV.
* **Generación en pequeña escala:** aquella con capacidad menor o igual a 30 kW y tensión menor a 1 kV.
* **Interconexión**: Conexión eléctrica entre dos áreas de control o entre la instalación de un **Permisionario** y un área de control. Asimismo, la conexión eléctrica del **Generador o Permisionario** al **Sistema**.
* **Isla**: Condición en la cual una porción del **Sistema** es energizado por uno o más sistemas eléctricos locales a través de los **Puntos de Interconexión** separados eléctricamente del **Sistema.**
* **Isla Intencional:** Una condición de operación de una **Fuente de Energía** en **Isla** planeada.
* **Isla No Intencional:** Una condición de operación de una **Fuente de Energía** en **Isla** no planeada.
* **LAERFTE**: Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
* **Ley**: Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
* **MT**: Media Tensión mayor a 1 kV y menor a 69 kV.
* **Oficio Resolutivo**: Documento a través del cual el **Suministrador** notifica al **Solicitante** o al **Permisionario** el presupuesto de las obras necesarias para la interconexión de su proyecto al **Sistema**.
* **Permisionario**: Titular de un permiso de generación o importación de energía eléctrica otorgado por la **Comisión**.
* **Punto de interconexión**: Punto en donde se conviene la entrega de energía eléctrica de un **Generador** o **Permisionario** al **Suministrador**, en el cual se medirá la potencia entregada.
* **Punto de Carga**: Cada uno de los sitios en donde el **Suministrador** entrega la energía transportada a uno o más **Centros de Consumo.**
* **REDOSEN**: Reglas del Despacho y Operación del Sistema Eléctrico Nacional.
* **Reglamento**: Reglamento de la **Ley**.
* **RLAERFTE**: Reglamento de la **LAERFTE**.
* **Sistema**: Sistema Eléctrico Nacional.
* **Socio:** Cada uno de los beneficiarios de energía eléctrica autorizados en el **Permiso** que autoriza la **Comisión** y que es propietario de un **Centro de Consumo**
* **Solicitante**: Persona física o moral que gestiona ante el **Suministrador** la suscripción de un contrato de interconexión y convenios asociados al **Sistema**.
* **SP:** Subdirección de Programación del **Suministrador**.
* **Suministrador**: La Comisión Federal de Electricidad.

# 6. REGLAS

Sin excepción alguna, no se podrán conectar al **Sistema** las instalaciones de **Generadores** o **Permisionarios** con **Fuentes de Energías Renovables** o **Cogeneración Eficiente**, que no cuenten con su respectivo Contrato de Interconexión.

El **Suministrador** se obliga a entregar a petición del **Solicitante** los requerimientos técnicos de interconexión establecidos en el ANEXO 2, así como los administrativos y legales necesarios para la interconexión al **Sistema**.

Las obras asociadas a la **Interconexión** determinadas por el **Suministrador** quedan sujetas a revisión si se modifica la ubicación, capacidad de generación, la fecha de entrada en operación del proyecto o se celebre el contrato de interconexión o en su caso el convenio de servicio de transmisión de un **Generador** o **Permisionario**.

## 6.1. SOLICITUD

El **Solicitante** presentará al **Suministrador** una solicitud para interconexión al **Sistema** que incluya los datos principales y características del proyecto establecidas en los formatos que le proporcionará el **Suministrador**. En el caso de requerir los servicios de transmisión (porteo de energía a sus cargas) el **Suministrador** determinará el costo de dichos servicios de acuerdo con lo establecido en la “Metodología para la Determinación de los Cargos correspondientes a los Servicios de Transmisión que preste el **Suministrado**r a los **Permisionarios** con Centrales de Energía Eléctrica con Fuente de Energía Renovable o Cogeneración Eficiente” aprobada por la Comisión y se los comunicará al **Solicitante** por escrito.

El **Solicitante** entregará la solicitud a la instancia que para tal efecto le haya comunicado el **Suministrador,** conforme al ANEXO 1:“Conceptos de aplicación de los modelos de los contratos de interconexión y de los convenios de servicios de transmisión para **Fuentes de Energías Renovables** o **Cogeneración Eficiente”**.

## 6.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### 6.2.1. Proyectos hasta 500 kW

Con base en la solicitud, el **Suministrador,** a través de la Zona de Distribuciónque corresponda,realizará el estudio de factibilidad del proyecto.

El resultado del estudio será notificado por escrito al **Solicitante**, indicando los requerimientos técnicos para la interconexión al **Sistema.**

### 6.2.2. Proyectos que requieren hacer uso del Sistema para portear energía a sus cargas

El **Solicitante** deberá gestionar ante la **SP**, el estudio preliminar básico de **Factibilidad.** Los resultados del estudio se comunicarán al **Solicitante** indicando las obras requeridas para realizar la interconexión al **Sistema**.

En caso de que el **Solicitante** considere factible su proyecto, es requisito indispensable que, para celebrar un Contrato de Interconexión al **Sistema**, obtenga ante la **Comisión** el permiso de generación de energía eléctrica correspondiente conforme al art. 36 de la **Ley**.

## 6.3. OFICIO RESOLUTIVO

Con base en el estudio de **Factibilidad**, el **Solicitante** podrá solicitar al **Suministrador** en la División de Distribución o zona correspondiente el costo de las obras necesarias para la **Interconexión.**

El **Suministrador** comunicará mediante un **Oficio Resolutivo** el costo de las obras necesarias para la **Interconexión**,endonde se indicará cuando menos lo siguiente:

* Ubicación del **Punto de Interconexión**.
* Características técnicas.
* Obras necesarias.
* Programa de las obras necesarias.
* Vigencia del documento.
* Responsabilidad de la operación y mantenimiento de las instalaciones.
* Aspectos complementarios y normatividad aplicable.

Las obras que sean necesarias realizar o las modificaciones a las instalaciones existentes para lograr la interconexión, serán a cargo del **Solicitante,** conforme a lo estipulado en el Artículo 13 de la **LSPEE** y Artículo 158 del **RLSPEE.**

### 6.3.1. Obras necesarias para la interconexión

#### 6.3.1.1. Construcción de obras

El **Solicitante**, podrárealizar por su cuenta las obras de **Interconexión** bajo la supervisión del **Suministrador**. Dichas obras solo se podrán iniciar una vez que el **Suministrador** haya aprobado el proyecto correspondiente.

El **Solicitante**, podrá optar a que el **Suministrador** ejecute la construcción de las obras de **Interconexión.** Para tal efecto, deberá suscribir el convenio correspondiente. El costo asociado a dichas obras será a cargo del **Solicitante.**

#### 6.3.1.2. Esquema de protecciones eléctricas

El **Suministrador** entregará al **Solicitante**, los requerimientos para el proyecto de protecciones eléctricas necesarias, conforme a la normatividad establecida por el **Suministrador**.

**El Solicitante,** procederá a elaborar el proyecto mencionado y lo presentará para la aprobación del **Suministrador.**

Una vez aprobado el proyecto, el **Solicitante,** podrá iniciar el proceso de adquisición, instalación, inspección, pruebas y entrega a satisfacción del **Suministrador**.

#### 6.3.1.3. Equipo de medición en el Punto de interconexión y en los Puntos de carga

El **Suministrador** entregará al **Solicitante,** los requerimientos para el proyecto del equipo de medición, los accesorios necesarios, canal de comunicación para la interrogación fiscal de los medidores y caseta de medición conforme a la normatividad establecida por el **Suministrador**.

**El Solicitante,** procederá a elaborar el proyecto mencionado y lo presentará para la aprobación del **Suministrador.**

Una vez aprobado el proyecto, el **Solicitante** podrá iniciar el proceso de adquisición, instalación, inspección, pruebas y entrega a satisfacción del **Suministrador**.

El o los medidores deberán ser cedidos al **Suministrador**.

Los proyectos de generación de pequeña escala quedan exentos del canal de comunicación para la interrogación remota del medidor.

#### 6.3.1.4. Esquema de comunicación para la supervisión

El **Suministrador** conforme a la normatividad establecida proporcionará al **Solicitante,** las características y descripción de las funciones y capacidades de:

i) un concentrador de datos o un equipo similar en funciones y capacidades,

ii) de los canales y protocolos de comunicación,

iii) de las interfaces para voz y datos

iv) la base de datos de las variables eléctricas,

v) estado de interruptores, alarmas y mediciones

vi) y las necesarias para la supervisión de la central generadora del **Permisionario**.

**El Solicitante** procederá a elaborar el proyecto mencionado y lo presentará para la aprobación del **Suministrador.**

Una vez aprobado el proyecto**,** el **Solicitante** podrá iniciar el proceso de adquisición, instalación, inspección, pruebas y entrega a satisfacción del **Suministrador**.

El **Permisionario** será responsable de la operación y del mantenimiento de sus canales de comunicación.

Los proyectos de generación de mediana y pequeña escala quedan exentos de este requisito.

# 7. TRÁMITE DEL CONTRATO DE INTERCONEXIÓN Y EN SU CASO EL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISIÓN

Las áreas de atención del **Suministrador** para el trámite del Contrato de Interconexión y en su caso el convenio de servicios de transmisión se indican en el ANEXO 1.

El **Suministrador** conforme a sus facultades, le proporcionará al **Solicitante,** los requerimientos técnicos, administrativos y legales para cumplir con este trámite.

Una vez solicitado el trámite del contrato de interconexión y en su caso el convenio de servicios de transmisión, el **Solicitante** se coordinará con el **Suministrador** para la elaboración de los anexos asociados al Contrato de Interconexión en los casos que aplique y en los formatos que le sean proporcionados.

# 8. AUTORIZACIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA SINCRONIZACIÓN DEL GENERADOR O PERMISIONARIO

Una vez que el **Solicitante** haya concluido y entregado los requerimientos técnicos y contractuales a satisfacción del **Suministrador,** procederá asolicitar las pruebas para la sincronización**,** mismas que se programarán y se llevarán a cabo conforme a lo estipulado en el **REDOSEN** así como en el Contrato de Interconexión respectivo.

# 9. DEFINICIÓN DE LA FECHA DE OPERACIÓN NORMAL

El **Solicitante** comunicará por escrito al **Suministrador** la fecha y hora de entrada en operación normal.

El **Suministrador** confirmará por escrito, de no haber inconveniente, la fecha de entrada en operación normal.

# 10. CRITERIOS TÉCNICOS DE DESPACHO Y OPERACIÓN DE LA INTERCONEXIÓN DEL GENERADOR O PERMISIONARIO CON EL SISTEMA

* Previo a la sincronización al **Sistema** de la central del **Solicitante**, deberán estar definidos los lineamientos y criterios operativos para el **Punto de Interconexión** que se trate.
* Para proyectos de interconexión que requieren hacer uso del **Sistema** para portear energía a **Puntos de Carga**, el personal operativo de la **Fuentes de Energía** del **Permisionario** deberá obtener la constancia de **Acreditación de la Aplicación del** **REDOSEN** de parte del **Suministrador**. Los criterios para la interconexión al **Sistema** de aerogeneradores están contenidos en elANEXO 2 de este documento, el cual especifica el conjunto de requerimientos que deben cumplir los generadores impulsados por el viento para interconectarse al **Sistema.**
* Los proyectos de interconexión de **Fuentes de Energías Renovables** o **Cogeneración Eficiente** deberánoperar dentro de los rangos permisibles (indicados en el ANEXO 2) de perturbaciones de frecuencia, tensión y corriente para no afectar la calidad del suministro de la energía eléctrica del **Suministrador.** Previo a lapuesta en servicio el **Suministrador** realizará al equipo de las **Fuentes de Energía** las siguientes pruebas:
* Verificación de parámetros de la salida de la generación como son, frecuencia, tensión y corriente en condiciones dadas.
* Prueba de operación en Isla No Intencional

# ANEXO 1. Conceptos de aplicación de los modelos de contratos de interconexión y de los convenios de servicios de transmisión para Fuentes de Energías Renovables o Cogeneración Eficiente

|  |  |
| --- | --- |
|  | **MODELO DE CONTRATO DE INTERCONEXIÓN** |
| **CONCEPTO** | PARA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN **PEQUEÑA ESCALA** | PARA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN **MEDIANA ESCALA** | CENTRALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON ENERGÍA RENOVABLE O COGENERACIÓN EFICIENTE |
| **RESOLUCIÓN DE LA CRE** | RES/054/2010 | RES/054/2010 | RES/067/2010 |
| **TENSIÓN DE SUMINISTRO** | MENORES O IGUALES A 1 kV | MAYORES A 1 kV y MENORES A 69 kV | MAYORES A 1 kV y HASTA 400 kV |
| **CAPACIDAD DE LA CENTRAL GENERADORA** | SERV. USO RESIDENCIAL HASTA 10 kW.SERV. USO GRAL. EN BAJA TENSIÓN HASTA 30 kW. | HASTA 500 kW | CAPACIDAD MAYOR A 500 kW Y EN HIDROELECTRICAS HASTA 30 MW  |
| **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD** | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN |
| **DETERMINACIÓN DE LOS CARGOS POR SERVICIOS DE TRANSMISIÓN**  | NO APLICA  | NO APLICA  | SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN  |
| **OFICIO RESOLUTIVO** | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | DIVISION DE DISTRIBUCIÓN |
| **PERMISO DE LA CRE** | NO APLICA | NO APLICA | REQUISITO (\*) |
| **SOLICITUD CONTRATO DE INTERCONEXIÓN**  | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN |
| **CONTRATO DE INTERCONEXION** | MODELO DE CONTRATOANEXO UNO DE LA RES/054/2010 | MODELO DE CONTRATOANEXO DOS DE LA RES/054/2010 | MODELO DE CONTRATOANEXO DE LA RES/067/2010 |
| **CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISIÓN** | NO APLICA | NO APLICA | REQUISITO SI VA A PORTEAR, SOLICITAR A SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN |
| **ELABORACIÓN DEL CONTRATO DE INTERCONEXIÓN** | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | ZONA DE DISTRIBUCIÓN | SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN |
| **ELABORACIÓN DEL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISIÓN** | NO APLICA | NO APLICA | SUBDIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN |
| **COORDINACIÓN PARA LA INTERCONEXIÓN DEL PROYECTO**  | ZONA DE DISTRIBUCIÓN  | ZONA DE DISTRIBUCIÓN  | ÁREA DE CONTROL DEL CENACE |

 **(\*) SE REQUIERE PERMISO DE LA COMISIÓN, AÚN CUANDO LA CAPACIDAD DE LA FUENTE DE ENERGÍA SEA MENOR A 500 kW , SIEMPRE Y CUANDO EL PERMISIONARIO REQUIERA HACER USO DEL SISTEMA DEL SUMINISTRADOR PARA PORTEAR ENERGÍÁ A SUS CARGAS.**

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ATENCIÓN DE SOLICITUDES DE INTERCONEXIÓN**

Inicio

El **Solicitante** tramita y obtiene del **Suministrador** el estudio de **Factibilidad** del proyecto de interconexión. Si requiere hacer uso del **Sistema** para portear energía a sus cargas solicita el estudio para la Determinación de los Cargos.

Para Generación en Pequeña y Mediana Escala con la Factibilidad aprobada deberá firmar Contrato con la División de Distribución correspondiente.

Si requiere hacer uso del **Sistema** para portear energía a sus cargas y acepta la Determinación de los Cargos por Servicios de Transmisión, el **Solicitante** tramita y obtiene de la **Comisión** el Título de Permiso correspondiente.

El **Solicitante** tramita y obtiene del **Suministrador** el **Oficio Resolutivo** del proyecto de interconexión (Obras Necesarias y los Requerimientos Técnicos de Interconexión).

El **Solicitante** acepta el **Oficio Resolutivo**, tramita y formaliza con el **Suministrador** el Contrato de Interconexión, el Convenio de Instalaciones y Cesión y en su caso el Convenio de Servicios de Transmisión.

El **Solicitante** presenta y el **Suministrador** aprueba, los proyectos de las Obras Necesarias y los Requerimientos Técnicos de Interconexión.

El **Solicitante** ejecuta las Obras y solicita al **Suministrador** la Aprobación de las mismas y de los Requerimientos Técnicos de Interconexión.

El **Solicitante** requiere autorización al **Suministrador** para realizar las Pruebas de Interconexión y, en su caso, el **Suministrador** aprueba la interconexión.

El **Solicitante** declara por escrito al **Suministrador** la Fecha de Operación Normal, que por su parte autoriza el inicio de la operación del Contrato de Interconexión y, en su caso, el Convenio de Servicios de Transmisión.

El **Suministrador** procede a la administración del contrato de interconexión y, en su caso, el Convenio de Servicios de Transmisión.

Fin

# ANEXO 2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE INTERCONEXIÓN AL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

Los proyectos de interconexión serán atendidos por el **Suministrador** en las Zonas de Distribución, donde se validará la información del proyecto proporcionado por el **Solicitante,** el cual deberá contener el equipo básico que se indica en los siguientes capítulos.

# 1. REQUERIMIENTOS PARA BAJA TENSIÓN (BT).

Descripción:

Las plantas pueden estar constituidas por una o varias unidades de generación por ejemplo: eólicas o fotovoltaicas en pequeña escala.

## 1. 1. Tensión, capacidad y frecuencia

### 1.1.1 Tensión:

 Menor o igual a 1 kV

En estado permanente las **Fuentes de Energía** deberán operar y mantenerse conectadas ante fluctuaciones que no excedan de un rango de +5 % a -10% de la tensión nominal en el **Punto de Interconexión** conforme a la norma NMX –J-098 ANCE 1999.

### 1.1.2. Capacidad de generación en Pequeña Escala:

Conforme al ANEXO UNO de la Resolución RES/054/2010 de la CRE, DOF 08/04/2010

Capacidad máxima a instalar:

* Servicio de uso residencial hasta 10 kW.
* Servicio de uso general en baja tensión hasta 30 kW.

### 1.1.3. Frecuencia:

 **Fuentes de Energía**

Cuando la frecuencia del Sistema se encuentre dentro de los rangos dados en la Tabla 1, la protección en el **Punto de Interconexión** deberá operar con los tiempos totales indicados en la misma. Los dispositivos de frecuencia podrán ser fijos o ajustables en campo para las **Fuentes de Energía** menores o iguales a 30 kW de capacidad total y ajustable en campo para **Fuentes de Energía** mayores a 30 kW de capacidad total.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Capacidad de la **Fuente de Energía** | Rango de frecuencia (Hz) | Tiempo de operación (s) |
| ≤ 30 kW | > 60.5 | 0.16 |
| < 59.3 | 0.16 |

Tabla 1.- Tiempo de respuesta **del Sistema** ante frecuencias anormales.

## 1.2. Equipo de medición y protección:

El equipo de medición y protección aplica conforme al esquema siguiente:



Figura 1. Esquema para la interconexión de generación en pequeña escala.

### 1.2.1. Equipo de Medición:

El medidor de la generación total M1 puede venir integrado al equipo, por lo que el **Solicitante** deberá proporcionarlo e instalarlo a la salida del inversor antes de la carga.

Para fines estadísticos se requiere la instalación del medidor M1 a la salida de la fuente de generación conforme al RLAERFTE.

Para tal efecto el **Generador** se obliga a facilitar el acceso a sus instalaciones a fin de que el personal del **Suministrador**, obtenga la información de la generación total del medidor M1, de su **Fuente de Energía**.

El medidor M2 corresponde al medidor para facturación y tiene las siguientes características:

Medidor electrónico de clase 15 de 100 amperes o clase 30 de 200 amperes, según corresponda a la carga y tipo de medición del cliente; 1, 2 o 3 fases y rango de 120 a 480 Volts, base tipo “S”, formas 1S, 2S, 12S o 16S. La clase de exactitud de 0.5% de acuerdo a la Especificación de CFE GWH00-78, con medición de kWh bidireccional.

### 1.2.2. Equipo de Protección:

I1.- Dispositivo de protección y desconexión acorde a las características del generador.

I2.- Dispositivo de protección y desconexión acorde a las características de la carga y del nivel de corriente de corto circuito en el **Punto de Interconexión.**

Ante condiciones anormales de operación para prevenir daños y garantizar la seguridad de los usuarios, las **Fuentes de Energía** se desconectarán automáticamente del **Sistema** mediante las protecciones indicadas en la Figura. 1.

## 1.3 Calidad de la energía

Valores máximos permitidos en la operación:

* Componente armónico individual máximo de tensión: 6 %
* Distorsión armónica total de tensión: 8 %
* Desbalance máximo permitido en la tensión: 3 %
* Desbalance máximo permitido en la corriente: 5 %

En estos indicadores se considera hasta la 50va armónica. La distorsión armónica total será medida en forma continua y las armónicas individuales sólo cuando se exceda la distorsión total.

## 1.4. Pruebas a los sistemas interconectados mediante inversores

Los convertidores e inversores utilizados para la interconexión de **Fuentes de Energía**, tales como aerogeneradores y sistemas fotovoltaicos, deben cumplir con los requerimientos de seguridad y eficiencia especificados en las normas: IEC 61800-3 ed2.0 Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods y IEC 61400 -1 Wind turbine generators systems- Safety requirements, ambas para aerogeneradores.

Para sistemas fotovoltaicos se deberá cumplir con las normas: IEC 62109-1 ed1.0 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements y la IEC 62109 – 2 ed1.0 Part 2: Particular requirements for inverters.

Los requerimientos para la interconexión a la Red Eléctrica de Baja Tensión de sistemas fotovoltaicos de Pequeña Escala con capacidad hasta 30 kW, se definen en la ESPECIFICACIÓN CFE G0100-04.

En la etapa de puesta en servicio el **Suministrador** realizará al equipo las siguientes pruebas:

* Verificación de parámetros de la salida de la generación como son frecuencia, tensión y corriente en condiciones dadas.
* Prueba de operación Isla No Intencional

# **2. REQUERIMIENTOS PARA MEDIA TENSIÓN (MT).**

Descripción:

Las **Fuentes de Energía** pueden estar constituidas por una o varias unidades de generación:

Para **Fuentes de Energía** en Mediana Escala ver 2.7 y 2.7.1

## 2.1. Tensión, capacidad y frecuencia cuando el Solicitante hace uso del Sistema para portear energía a los Puntos de Carga.

### 2.1.1. Tensión:

 Mayor a 1 kV y menor a 69 kV.

En estado permanente las **Fuentes de Energía** deberán operar y mantenerse conectadas ante fluctuaciones que no excedan de un rango de +5 % a -10% de la tensión nominal en el **Punto de Interconexión** conforme a la norma NMX –J-098 ANCE 1999.

### 2.1.2. Capacidad de generación:

Las capacidades de generación permitidas en los diferentes niveles de tensión se indican en la Tabla 2:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nivel de Tensión Nominal del **Sistema** (kV) | A lo largo del alimentador, hasta (MW) | En buses de la subestación del **Suministrador**, hasta (MW) |
| 13.8 | 4 | 8 |
| 23.0 | 8 | 16 |
| 34.5 | 10 | 20 |

Tabla 2.- Límite de capacidad de generación a interconectar para media tensión.

Estas capacidades son los valores acumulados a lo largo del alimentador. Pudiendo ser mayor a la capacidad indicada en la Tabla 2 cuando los estudios técnicos así lo determinen, dependiendo de la ubicación del **Punto de Interconexión** en el **Sistema**.

En todo proyecto en media tensión, el **Suministrador** tendrá que realizar un estudio de factibilidad para determinar, en base a la capacidad del proyecto el **Punto de Interconexión**. Por lo que la Tabla 2 es solo una referencia para el **Solicitante**.

### 2.1.3. Rangos de Frecuencia:

Las **Fuentes de Energía** deben operar, ante cambios de frecuencia, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3. El ajuste del tiempo será determinado por el **Suministrador.**

|  |  |
| --- | --- |
| Frecuencia (Hz) | Tiempo de ajuste de las protecciones |
| 57.5 > frecuencia | Instantáneo |
| 57.5 ≤ frecuencia < 59.3 | Tiempo ajustable hasta 5 s |
| 59.3 ≤ frecuencia ≤ 60.5 | Operación continua |
| 60.5 < frecuencia ≤61.2 | Tiempo ajustable hasta 5 s |
| 61.2 < frecuencia | Instantáneo |

Tabla 3 Tiempo de respuesta ante frecuencias anormales.

## 2.2. Equipo de protección y seccionamiento cuando el Solicitante hace uso del Sistema para portear energía a los Puntos de Carga.

Dependiendo del proyecto específico de que se trate, el **Suministrador** proporcionará al **Solicitante** la lista de protecciones que le apliquen conforme al listado LAPEM-05L.

En caso de fallas en el **Sistema**,las **Fuentes de Energía** deberán contar con los dispositivos de protección para desconectarse del mismo.

Se debe contar con un sistema de protección para las unidades de las **Fuentes de Energía**, transformador y tramo de la línea de media tensión con que se interconecta al **Sistema**.

Los ajustes y pruebas de los sistemas de protección del **Punto de Interconexión**, del generador y de los enlaces con el **Sistema**, deberán estar coordinados y supervisados por el **Suministrador.** El equipo requerido de protecciones deberá cumplir con las especificaciones del **Suministrador**, de acuerdo con lo siguiente

**Protecciones básicas en el punto de interconexión:**

* 25 Verificador de sincronismo
* 27. Protección para baja tensión (tiempo ajustable).
* 59 Protección para sobre tensión (tiempo ajustable).
* 81U Protección para baja frecuencia (tiempo ajustable).
* 81O Protección para sobre frecuencia (tiempo ajustable).
* 51/51N Relevadores sobrecorriente de fase y tierra

50 Protección sobrecorriente instantáneo

Nota: Generalmente, si se cuenta con relevadores 51/51N, también se incluye en los interruptores la protección 50.

Dependiendo del tipo de fuente de generación y de las características específicas del proyecto el esquema de protección se podrá complementar con algunas de las protecciones siguientes:

* Protección por desplazamiento de neutro
* 67/67N. Direccional de sobrecorriente de fase y tierra
* 51V Sobrecorriente con restricción de tensión
* 46 Secuencia negativa
* 32 Potencia inversa
* 51NT Sobrecorriente a tierra en el
* 47 Secuencia negativa de tensión
* 64N Falla a tierra
* 78 Ángulo de fase
* Disparo transferido directo DTD
* 3V0 Secuencia cero de tensión

## 2.3. Esquema de comunicación para la supervisión.

Independientemente de la capacidad de generación de la central del **Solicitante**, el proyecto debe contar con medios de comunicación para los servicios de voz y datos. Dichos servicios deberán contar con un canal dedicado hacia el centro de control definido por el **Suministrador** que garantice las interfaces, ancho de banda y protocolos de comunicación para la transmisión de datos en tiempo real.

Los proyectos de generación de mediana y pequeña escala establecidos en la RES/054/2010 quedan exentos de este requisito.

Si el **Solicitante** requiere utilizar la red de fibra óptica propiedad del **Suministrador**, debe previamente contratar los servicios de provisión y arrendamiento de la misma.

La base de datos de las señales requeridas por el **Suministrador** se acordará con el **Solicitante** (estados de interruptores, alarmas y mediciones entre otros) como se enuncian a continuación:

**En el generador:**

Estados:

* Generador sincronizado
* Generador fuera de servicio

Mediciones (Por generador o grupo de generadores):

* Tensiones entre fases (salida)
* Potencia activa (salida)
* Potencia reactiva (salida)
* Energía Activa en la hora (MWh)
* Energía Reactiva en la hora (MVARh)

**En el punto de interconexión:**

Mediciones:

* Corrientes en Amperes por fase
* Tensiones entre fases
* Potencias Activa (de entrada y salida)
* Potencias reactiva (de entrada y salida)
* Energía Activa en la hora (kWh)
* Energía Reactiva en la hora (kVARh)Frecuencia
* Frecuencia (Hz)

Alarmas:

* Banderas de Operación de la protección
* Interruptor bloqueado
* Bajo nivel de tensión de CD del banco de baterías
* Falta de tensión de CD en el circuito de protección
* Bobina de disparo

Estados (abierto/cerrado):

* Interruptor

Para el caso de plantas eólicas:

Variables Meteorológicas: Dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad y presión atmosférica.

## 2.4. Equipo de Medición

Los medidores y los transformadores de instrumento destinados a la facturación deben ser instalados en el **Punto de Interconexión**. Los medidores deben contar con acceso remoto mediante un canal dedicado. Las características del acceso remoto serán definidas según cada proyecto por el área de medición del **Suministrador**. Se debe cumplir con la especificación **CFE G0000-48** “Medidores Multifunción para Sistemas Eléctricos” y con las normas NRF-027-CFE y NRF-026-CFE para los transformadores de instrumento.

Los esquemas de medición deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

* Medición bidireccional redundante para facturación, excepto para plantas de capacidad hasta 500 kW y que no requieren hacer uso del **Sistema** para portear energía a sus cargas, a los que se solicitará sólo un medidor.
* En los puntos de carga se deberá contar con un medidor fiscal con características definidas por el **Suministrador**.
* Medición capaz de grabar en memoria masiva los parámetros de Calidad de la Energía, tales como: decrementos repentinos de la tensión (Sags), incremento repentino de tensión (Swells), interrupciones, Parpadeo, Forma de Onda con límites programables y captura de forma de onda con muestreo de al menos 128 muestras por segundo. Aplicable a plantas que requieren hacer uso del **Sistema** para portear energía a sus cargas.
* Sincronización de tiempo con Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Esta sincronización aplica al **Punto de Interconexión** y a los **Puntos** de **Carga** cuando se portee energía.
* Caseta de medición con acceso exclusivo a personal del **Suministrador**, de acuerdo con las especificaciones que el **Suministrador** proporcionará al **Solicitante.**

## 2.5. Calidad de la energía

En caso de existir variaciones cíclicas de tensión o repercusiones indeseables como desbalanceo de fases y corrientes armónicas los cuales demeriten la calidad del servicio que el **Suministrador** le otorga al resto de sus usuarios, el **Solicitante** deberá instalar los sistemas de compensación requeridos.

### 2.5.1 Niveles de Armónicos

El nivel de distorsión de armónica se medirá en el **Punto de Interconexión**. Los límites de distorsión armónica de la tensión en la interconexión aplican conforme a las Tablas 4 y 5. El intervalo de tensión abarca las posibles tensiones de interconexión de las **Fuentes de Energía** consideradas en este documento. A continuación se muestran los valores de los niveles de armónicas impares y pares permitidos:

| Orden de la armónica | Nivel de armónica(% de la tensión fundamental) |
| --- | --- |
| 3 | 4 |
| 5 | 5 |
| 7 | 4 |
| 9 | 1.2 |
| 11 | 3 |
| 13 | 2.5 |
| 15 | 0.3 |
| 17 | 1.7 |
| 19 | 1.5 |
| 21 | 0.2 |
| 23 | 1.2 |
| 25 | 1.09 |
| 27 | 0.20 |
| 29 | 0.91 |
| 31 | 0.84 |
| 33 | 0.20 |
| 35 | 0.72 |
| 37 | 0.67 |
| 39 | 0.20 |
| 41 | 0.59 |
| 43 | 0.55 |
| 45 | 0.20 |
| 47 | 0.49 |
| 49 | 0.46 |

Tabla 4. Niveles armónicas (impares) en la tensión para MT (% de la fundamental).

| Orden de la armónica | Nivel de armónica(% de la tensión fundamental) |
| --- | --- |
| 2 | 1.8 |
| 4 | 1.0 |
| 6 | 0.5 |
| 8 | 0.5 |
| 10 | 0.47 |
| 12 | 0.42 |
| 14 | 0.39 |
| 16 | 0.37 |
| 18 | 0.35 |
| 20 | 0.34 |
| 22 | 0.33 |
| 24 | 0.32 |
| 26 | 0.32 |
| 28 | 0.31 |
| 30 | 0.30 |
| 32 | 0.30 |
| 34 | 0.29 |
| 36 | 0.29 |
| 38 | 0.29 |
| 40 | 0.28 |
| 42 | 0.28 |
| 44 | 0.28 |
| 46 | 0.27 |
| 48 | 0.27 |
| 50 | 0.27 |

Tabla 5.Niveles armónicas (pares) en la tensión para MT (% de la fundamental).

El nivel de distorsión armónica total permitida es THDMV = 6.5%

La distorsión armónica total será medida en forma continua y las armónicas individuales sólo cuando se exceda la distorsión total.

### 2.5.2 Variaciones periódicas de amplitud de la tensión

Hay dos índices básicos que se emplean para evaluar la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión:

1. Indicador de variación de tensión a corto plazo (Pst): Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a corto plazo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del Pst se expresa en unidades de perceptibilidad en (p.u.).
2. Indicador de variaciones de tensión a largo plazo (Plt): Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a largo plazo, con intervalos de observación de 2 horas. Se calcula a partir de valores sucesivos de Pst.

La interconexión de una **Fuente de Energía** en un alimentador de MT no debe causar niveles de emisión individuales que se encuentren fuera de los límites establecidos permisibles en la Tabla 6:

|  |  |
| --- | --- |
| Indicador | Límite |
| EPsti | 0.35 |
| EPlti | 0.25 |

Tabla 6 Límites de emisiones permisibles

Donde:

EPsti, EPlti: son los límites de emisión para los usuarios de la instalación i directamente suministrados en MT.

Las variaciones periódicas de amplitud de la tensión serán medidas en **Fuentes de Energía** que por sus características presenten este fenómeno.

La combinación para severidad de variaciones periódicas de amplitud de la tensión causadas por varias instalaciones puede encontrarse en la siguiente forma:

$$Pst=\sqrt[3]{\sum\_{i}^{}Psti^{3}}$$

$$Plt=\sqrt[3]{\sum\_{i}^{}Plti^{3}}$$

Las expresiones anteriores permitirán encontrar el nivel de variaciones periódicas de amplitud de la tensión resultante de varias fuentes, como es el caso de una planta generadora formada por varias unidades.

### 2.5.3 Desbalance y cambios rápido de tensión

El desbalance máximo de la tensión en estado estable en un lapso de 10 minutos o más será de 2 %.

Para **Fuentes de Energía** eólicas se deben limitar los cambios rápidos de tensión a valores por debajo de ± 6% de la tensión nominal con no más de 4 eventos por día.

## 2.6. Pruebas a los sistemas fotovoltaicos

La verificación y pruebas de un sistema fotovoltaico se deben realizar respecto a los equipos y paneles de generación con referencia a la norma de instalaciones IEC 60364-6 en general y a la IEC 60364-7-712 en particular.

Además realizar las pruebas de funcionamiento a los equipos de comunicación, protección, señalización y medición en el **Punto de Interconexión**

## 2.7. Generación en mediana escala

Con tensión igual o mayor a 1 kV y menor a 69 kV y con potencia máxima a instalar de hasta 500 kW y que no requieren hacer uso del **Sistema** del **Suministrador** para portear energía a sus cargas.

### 2.7.1. Requerimientos técnicos y de medición de la Fuente de Energía en Mediana Escala

Los requerimientos técnicos de interconexión en mediana escala están contenidos en los ANEXOS E-RMT y E-RDT del ANEXO DOS de la resolución RES/054/2010 expedida por la **Comisión,** publicada en el Diario Oficial de la Federación del 8 de abril de 2010.

El medidor de la generación total M1 puede venir integrado al equipo, por lo que el **Solicitante** deberá proporcionarlo e instalarlo a la salida del inversor antes de la carga.

Para fines estadísticos se requiere la instalación del medidor de la energía total M1 a la salida de la fuente de generación conforme al RLAERFTE.

El **Generador** se obliga a facilitar el acceso a sus instalaciones a fin de que el personal del **Suministrador**, obtenga la información de la generación total del medidor M1, de su Fuente de Energía.

El medidor M2 corresponde al medidor para facturación y deberá cumplir con las características indicadas en el ANEXO E-RMT Características de los equipos de medición, de la RES-054-2010 ANEXO DOS. Una vez formalizado el Contrato de Interconexión se realizará el cambio del medidor convencional en caso de que ya tenga uno instalado la **Fuente de Energía**, por el medidor especificado en el Anexo E-RMT.

En los casos de circuitos de media tensión que alimenten carga urbana y rural donde se pretenda interconectar un generador, el **Suministrador** definirá previo análisis operativo, la necesidad de instalar un restaurador con cargo al usuario cercano al **Punto de Interconexión,** que permita discriminar posiblesfallas que afecten la continuidad de la generación.

El proyecto de interconexión debe contar con medio de comunicación vía telefónica convencional o celular según disponibilidad.

### 2.8. Operación básica de la interconexión

El **Suministrador** establecerá el procedimiento operativo para la operación confiable y segura de la interconexión que hará del conocimiento del **Solicitante** y que formará parte como anexo del Contrato de Interconexión respectivo.

# 3. REQUERIMIENTOS PARA ALTA TENSIÓN (AT)

Descripción:

Las **Fuentes de Energía** pueden estar constituidas por una o varias unidades de generación:

## 3.1 Tensión y capacidad:

### 3.1.1. Tensión:

De 69 a 400 kV

En estado permanente las **Fuentes de Energía** deberán operar y mantenerse conectadas ante fluctuaciones que no excedan de un rango de +5 % a -10% de la tensión nominal conforme a la norma NMX-J-098 ANCE 1999.

En lo que respecta al parque de generación eólica el rango será de ± 5% de la tensión nominal y hasta un ± 10% en condiciones de emergencia.

### 3.1.2. Capacidad de generación:

Dependerá de los estudios técnicos y de seguridad operativa realizados por el **Suministrador**, de la ubicación del **Punto de Interconexión** y de la disponibilidad de la infraestructura del **Sistema** en la región correspondiente.

Las **Fuentes de Energía** deben operar, ante cambios de frecuencia, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 7. El ajuste del tiempo será determinado por el **Suministrador.**

Para **Fuentes de Energía** eólicas las frecuencias de corte se indican en la Tabla 7

|  |  |
| --- | --- |
| *Frecuencias de Corte*Rango de Frecuencia, (Hz) | Tiempo de Ajuste de la Protección |
| Frecuencia > 62 | Instantáneo  |
| 57.5 ≤ frecuencia ≤ 62.0 | Operación continua  |
| Frecuencia < 57.5 Hz | Instantáneo  |

Tabla 7.- Tiempos de respuesta ante frecuencias anormales para aerogeneradores.

## 3.2. Equipo de protección y seccionamiento

El equipo de desconexión debe ser de operación automática ante fallas.

Se debe contar con un sistema de protección para cada unidad de la **Fuente de Energía**, transformador principal y auxiliar, líneas de transmisión de enlace, interruptores y de las barras principales.

Por confiabilidad, para el caso de proyectos de interconexión al **Sistema**, no se permitirá la conexión en derivación Tap a una línea.

Dependiendo de los estudios técnicos y de seguridad operativa realizados por el **Suministrador,** el proyecto se podrá conectar a la subestación eléctrica más cercana o a una línea, mediante la construcción de un cuadro o subestación de maniobra. En cualquiera de los casos las obra necesarias para la interconexión, serán a cargo del **Solicitante**.

La normatividad que aplique será proporcionada por el **Suministrador** al **Solicitante** o **Permisionario**, por lo que el proyecto deberá cumplir con las características particulares requeridas dependiendo en el punto en que se ubique el proyecto de interconexión en el **Sistema**.

El equipo requerido de protecciones para la subestación de interconexión y el tramo de línea con la que se interconectan al **Sistema** deberá cumplir con lo especificado para el proyecto y avalado por el **Suministrador**, de acuerdo con la siguiente normatividad:

* + NRF-041-CFE Esquemas Normalizados de Protección para Líneas de Transmisión.
	+ Especificación CFE G0000-81 Características Técnicas para Relevadores de Protección.
	+ LAPEM-05L Listado de Relevadores Aprobados.
	+ Especificación CFE V6700-62 Tableros de Protección, Control y Medición para Subestaciones Eléctricas.
	+ Especificación CFE G0000-62 Esquemas Normalizados para Protección de Transformadores de Potencia.
	+ Especificación CFE-GARHO-89 Registradores Digitales de Disturbio para Sistemas Eléctricos

El proyecto de interconexión para cada caso en particular deberá ser aprobado por el **Suministrador** al **Solicitante**.

El **Solicitante** y el **Suministrador** deberán proteger sus instalaciones y equipos ante fallas internas y externas, evitando que sus fallas internas afecten los equipos y las personas ubicados después del **Punto de Interconexión**, para lo cual deberán coordinarse con los especialistas de protecciones del **Suministrador**.

Los ajustes serán verificados mediante pruebas en sitio. Los valores de ajuste y el reporte de pruebas deberán ser entregados al Suministrador al término de las mismas, así como los diagramas unifilares de protección, las memorias de los cálculos de ajuste y el diagrama unifilar de la subestación principal y las unidades de la **Fuente de Energía**.

### 3.2.1. Protecciones de Subestación y Punto de interconexión.

Las protecciones para la subestación, transformador de potencia, líneas de enlace y equipos auxiliares deben estar montados en Tableros de control y Protección que cumplan con los requerimientos establecidos en la especificación V6700-62 y los relevadores utilizados deben estar en la listado de relevadores aprobados LAPEM-05L:

### 3.2.2. Protecciones para líneas de transmisión de enlace.

Los esquemas de protección de las líneas de transmisión de enlace deben cumplir con los requerimientos establecidos en la norma de referencia NRF-041-CFE “Esquemas Normalizados de Protección para Líneas de Transmisión”, debiendo aplicar relevadores que se encuentren aprobados en el “Listado de Relevadores Aprobados” LAPEM-05L.

Las protecciones principales Protección Primaria 1 (PP1) y Protección Primaria 2 (PP2), deben ser de modelo diferente, es decir, con diferente algoritmo de operación.

Dependiendo del proyecto específico de que se trate, el **Suministrador** proporcionará al **Permisionario** la lista de protecciones conforme al listado LAPEM-05L.

Los ajustes y pruebas de los sistemas de protección del **Punto de Interconexión**, del generador y de los enlaces con el **Sistema**, deberán estar coordinados y supervisados por el **Suministrador.** El equipo requerido de protecciones deberá cumplir con las especificaciones del **Suministrador**.

###  3.2.3. Protecciones para unidades generadoras.

Para la protección de las unidades de generación, se deben utilizar relevadores digitales, la alimentación a éstos deberá ser redundante y de distintos bancos de baterías.

El **Permisionario** deberá cumplir con las mejores prácticas de la Industria, para proteger sus unidades ante fallas internas y externas, evitando que sus fallas internas afecten los equipos y las personas ubicados después del **Punto de Interconexión**.

### 3.2.4. Registradores de disturbios.

El transformador de potencia principal y las líneas de enlace deben contar con registradores de disturbios, los cuales deben tener la capacidad de almacenar en memoria la información relevante de una falla eléctrica con suficiente velocidad de respuesta, debiendo contar con la funcionalidad de medición sincronizada de fasores (PMU).

## 3.3. Esquemas de comunicaciones para la supervisión.

Independientemente de la capacidad de generación de la planta de generación del **Permisionario**, el proyecto debe contar con medios de Comunicación para los servicios de voz y datos. Dichos servicios deberán contar con doble canal dedicado hacia a los centros de control definidos por el **Suministrador** que garanticen las interfaces, ancho de banda y protocolo de comunicación para la transmisión de datos. La base de datos de las señales requeridas por el **Suministrador** se acordará con el **Permisionario** (estados de interruptores, alarmas y mediciones entre otros) como se enuncian a continuación:

**En el generador:**

Estados:

* Generador sincronizado
* Generador fuera de servicio

Mediciones:

* Tensiones entre fases (salida)
* Potencia activa (salida)
* Potencia reactiva (salida
* Energía Activa en la hora (kWh)
* Energía Reactiva en la hora (kVARh)

**En el punto de interconexión:**

Mediciones:

* Corrientes en Amperes por fase
* Tensiones entre fases
* Potencias Activa (de entrada y salida)
* Potencias reactiva (de entrada y salida)
* Energía Activa en la hora (kWh)
* Energía Reactiva en la hora (kVARh)
* Frecuencia

Alarmas:

* Banderas de Operación de la protección
* Interruptor bloqueado
* Bajo nivel de tensión de CD del banco de baterías
* Falta de tensión de CD en el circuito de protección
* Bobina de disparo

Estados (abierto/cerrado):

* Cuchilla de seccionamiento
* Interruptor

Para el caso de plantas eólicas:

Variables Meteorológicas: Dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad y presión atmosférica.

## 3.4 Equipo de Medición

Los medidores y los transformadores de instrumento destinados a la facturación deben ser instalados en el **Punto de Interconexión**. Los medidores deben contar con acceso remoto mediante un canal dedicado. Las características del acceso remoto serán definidas según el caso por el área de medición del **Suministrador**. Se debe cumplir con la especificación **CFE G0000-48** “Medidores Multifunción para Sistemas Eléctricos” y con las normas NRF-027-CFE Transformadores de Corriente para Sistemas con Tensiones Nominales de 0.6 kV a 400 kV y NRF-026-CFE Transformadores de Potencial Inductivos para Sistemas con Tensiones Nominales.

Los esquemas de medición deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

* Medición bidireccional redundante para facturación,
* En los puntos de carga se deberá contar con un medidor fiscal con características definidas por el **Suministrador**.
* Medición capaz de grabar en memoria masiva los parámetros de Calidad de la Energía, tales como: decrementos repentinos de la tensión (Sags), incremento repentino de tensión (Swells), interrupciones, Parpadeo, Forma de Onda con límites programables y captura de forma de onda con muestreo de al menos 128 muestras por segundo.
* Sincronización de tiempo con Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Esta sincronización aplica al punto de interconexión y a los puntos de carga cuando se portee energía.
* Caseta de medición con acceso exclusivo a personal del **Suministrador**, de acuerdo con las especificaciones que el **Suministrador** proporcionará al **Solicitante.**
* Gabinete de medición de acuerdo con las especificaciones que proporcionará el **Suministrador.**

## 3.5. Calidad de la energía

En caso de existir variaciones cíclicas de tensión o repercusiones indeseables como desbalanceo de fases y corrientes armónicas los cuales demeriten la calidad del servicio que el **Suministrador** le otorga al resto de sus usuarios, el **Solicitante** deberá instalar los sistemas de compensación requeridos.

### 3.5.1. Niveles de armónicos

El nivel de distorsión de armónica se medirá en el **Punto de Interconexión**. Los límites de distorsión armónica de la tensión en la interconexión aplican conforme a las Tablas No 8 y 9. El intervalo de tensión abarca las posibles tensiones de interconexión de la **Fuente de Energía** consideradas en este documento. A continuación se muestran los valores de los niveles de armónicas impares y pares permitidos:

| Orden de la armónica | Nivel de armónica(% de la tensión fundamental) |
| --- | --- |
| 3 | 2.00 |
| 5 | 2.00 |
| 7 | 2.00 |
| 9 | 1.00 |
| 11 | 1.50 |
| 13 | 1.50 |
| 15 | 0.30 |
| 17 | 1.20 |
| 19 | 1.07 |
| 23 | 0.89 |
| 25 | 0.82 |
| 29 | 0.70 |
| 31 | 0.66 |
| 33 | 0.20 |
| 35 | 0.58 |
| 37 | 0.55 |
| 39 | 0.20 |
| 41 | 0.50 |
| 43 | 0.47 |
| 45 | 0.20 |
| 47 | 0.43 |
| 49 | 0.42 |

Tabla 8 Niveles armónicas (impares) para AT (% de la fundamental).

| Orden de la armónica | Nivel de armónica(% de la tensión fundamental) |
| --- | --- |
| 2 | 1.40 |
| 4 | 0.80 |
| 6 | 0.40 |
| 8 | 0.40 |
| 10 | 0.35 |
| 12 | 0.32 |
| 14 | 0.30 |
| 16 | 0.28 |
| 18 | 0.27 |
| 20 | 0.26 |
| 22 | 0.25 |
| 24 | 0.24 |
| 26 | 0.23 |
| 28 | 0.23 |
| 30 | 0.22 |
| 32 | 0.22 |
| 34 | 0.22 |
| 36 | 0.21 |
| 38 | 0.21 |
| 40 | 0.21 |
| 42 | 0.21 |
| 44 | 0.20 |
| 46 | 0.20 |
| 48 | 0.20 |
| 50 | 0.20 |

Tabla 9 Niveles armónicas (pares) en la tensión para AT (% de la fundamental).

El nivel de distorsión armónica total permitido es THDAT = 3.0%

La distorsión armónica total será medida en forma continua y las armónicas individuales sólo cuando se exceda la distorsión total.

### 3.5.2. Variaciones periódicas de amplitud de la tensión

Hay dos índices básicos que se emplean para evaluar la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión:

1. Indicador de variación de tensión a corto plazo (Pst): Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a corto plazo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del Pst se expresa en unidades de perceptibilidad en (p.u.).
2. Indicador de variaciones de tensión a largo plazo (Plt): Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a largo plazo, con intervalos de observación de 2 horas. Se calcula a partir de valores sucesivos de Pst.

La interconexión de una planta de generación en un alimentador de AT no debe causar niveles de emisión individuales que se encuentren fuera de los límites establecidos permisibles en la Tabla 10:

|  |  |
| --- | --- |
| Indicador | Límite |
| EPsti | 0.35 |
| EPlti | 0.25 |

Tabla 10 Límites de emisiones permisibles.

Donde:

EPsti, EPlti: son los límites de emisión para los usuarios de la instalación i directamente suministrados en AT.

Las variaciones periódicas de amplitud de la tensión serán medidas en **Fuentes de Energía** que por sus características presenten este fenómeno.

La combinación para severidad de variaciones periódicas de amplitud de la tensión causadas por varias instalaciones puede encontrarse en la siguiente forma:

$$Pst=\sqrt[3]{\sum\_{i}^{}Psti^{3}}$$

$$Plt=\sqrt[3]{\sum\_{i}^{}Plti^{3}}$$

Las expresiones anteriores permitirán encontrar el nivel de variaciones periódicas de amplitud de la tensión resultante de varias fuentes, como es el caso de una **Fuente de Energía** formada por varias unidades.

### 3.5.3. Desbalance y cambios rápidos de tensión

El desbalance máximo de la tensión en estado estable en un lapso de 10 minutos o más será de 2%.

Para **Fuentes de Energía** eólicas se deben limitar los cambios rápidos de tensión a valores por debajo de ± 5 % de la tensión nominal con no más de 4 eventos por día.

### 3.6. Operación de la Fuente de Energía ante fallas externas o en el Punto de Interconexión Eólicas ó Fotovoltaicas

La **Fuente de Energía** deberá tener la capacidad de permanecer conectada al **Sistema** sin perder estabilidad, ante fallas transitorias externas a la, **Fuente de Energía** durante el tiempo máximo de liberación de la falla; soportando el abatimiento de la tensión ocasionado por la misma (hueco de tensión). Durante este periodo la **Fuente de Energía** deberá aportar la potencia reactiva necesaria. Posterior a la liberación de la falla transitoria la planta deberá aportar la potencia activa y mantener el flujo de reactivos que se tenía previo a la falla.

Los tipos de falla y tiempos de duración de falla en el punto de interconexión se describen en la Tabla 11

| Fallas TransitoriasTipo de Falla | Tiempo máximo de duración de Falla (milisegundos)  |
| --- | --- |
| Nivel de Tensión kV |
| 69 -161 kV | 230 kV | 400 kV |
| Falla Trifásica a tierra | 150 | 100 | 80 |
| Bifásica con o sin conexión a tierra | 150 | 100 | 80 |
| Monofásica a tierra | 150 | 100 | 80 |

Tabla 11 Tipos de fallas y tiempos de duración.

Una vez liberada la falla, el sistema eléctrico se recuperará al 80% de la tensión en un tiempo de 1 segundo del inicio de la falla, con la participación de todos los elementos conectados al **Sistema**, ante esta perturbación la planta de generación no deberá dispararse.

En la Figura No.2, se muestra el hueco de tensión que incluye efectos de fallas en el **Punto de Interconexión** y externas que debe soportar la planta o grupo de plantas en las tensiones de 69 a 400 kV sin desconectarse de la red eléctrica.



Figura 2. Gráfico de caída de tensión por falla.

Si la falla se origina en el interior de la planta, esta debe desconectarse inmediatamente del **Sistema**. En el caso de Fuentes de Energía eólicas o fotovoltaicas, no se requiere el soporte ante falla cuando operan en menos de 5% de su capacidad nominal o durante condiciones de altas velocidades de viento para **Fuentes de Energía** eólicas cuando más del 50% de las turbinas están fuera de operación.

Las **Fuentes de Energía** deberán permanecer conectadas al Sistema cuando ocurran dos fallas consecutivas (monofásicas, bifásicas, trifásicas o alguna combinación de ellas) en un lapso de dos minutos.

En condiciones de falla en **el Sistema** y mientras se mantenga sin liberarse, los consumos de potencia activa por los aerogeneradores o plantas fotovoltaicas, deberán ser mínimos, de acuerdo a la tecnología utilizada. Los valores máximos permitidos se definirán en cada caso.

# 4. PRUEBAS A LOS EQUIPOS.

## 4.1 Pruebas a los aerogeneradores

Para las **Fuentes de Energía** con aerogeneradores, el **Solicitante** debe entregar, por modelo de unidad de generación, un certificado mediante el cual se confirme la aplicación de los criterios, requerimientos y estándares en el diseño y fabricación de la turbina y el equipo asociado. La certificación debe ser expedida por una entidad de certificación acreditada y debe cumplir con lo establecido en el estándar IEC 61400-22.

## 4.1.1. Pruebas prototipo para aerogeneradores

Las pruebas consideradas en el estándar mencionado, cubiertas en las certificaciones del equipo son:

1. Calidad de la energía. El propósito de esta prueba es documentar las características de calidad de la potencia generada por la turbina de viento.
2. Huecos de tensión. En este inciso se verificará que el procedimiento de medición esté de acuerdo a los estándares aplicables y que las condiciones de medición, instrumentación y equipo, calibraciones y análisis estén descritos en el reporte y de acuerdo a los estándares aplicables. El principal estándar aplicable es el IEC 61400-22, otros documentos establecidos entre ambas partes y este mismo documento.
3. Ruido acústico. El propósito de esta medición es documentar la característica de emisión de ruido acústico de la turbina de viento. En estas se debe incluir al menos el nivel de potencia aparente, índice de directividad, tonalidad y tonos arriba del umbral de acuerdo a IEC 61400-11.

Adicionalmente el **Suministrador** puede solicitar la ejecución de algunas pruebas de cumplimiento, para unidades o grupos de unidades, las cuales deberán ser realizadas por el **Solicitante**.

## 4.1.2 Pruebas en sitio para aerogeneradores

Las pruebas consideradas en el estándar IEC 61400 en sus partes 12, 21 y 22 establecidas en las certificaciones del proyecto son:

1. Compatibilidad en la conexión de acuerdo a este documento. El propósito de esta prueba es verificar la emisión de ruido acústico de la turbina, en el sitio especifico del proyecto.
2. Verificación de la potencia generada en el sitio del proyecto. El propósito de esta prueba es verificar la potencia generada por la turbina o de algunas unidades, en el sitio específico de la instalación y la medición de los parámetros de calidad de energía.
3. Verificación del ruido acústico en el sitio del proyecto. El propósito de esta prueba es verificar la compatibilidad de la conexión de la turbina o todas las unidades del proyecto, en el sitio específico de la instalación.

Además realizar las pruebas a los equipos de comunicación, protección, señalización y medición en el **Punto de Interconexión**, de acuerdo al protocolo de pruebas establecido por el **Suministrador**.

## 4.2 Pruebas a los sistemas fotovoltaicos

La verificación y pruebas de un sistema fotovoltaico se deben realizar respecto a los equipos y paneles de generación con referencia a la norma de instalaciones IEC 60364-6 en general y a la IEC 60364-7-712 en particular.

Además realizar las pruebas a los equipos de comunicación, protección, señalización y medición en el **Punto de Interconexión**, de acuerdo al protocolo de pruebas establecido por el **Suministrador**.

# 5. ESTUDIOS

Los estudios determinan el impacto que tendrá la interconexión de una **Fuente de Energía** con el **Sistema**. Estos estudios se centran en los efectos de la operación, seguridad y confiabilidad del **Sistema**.

Los estudios pueden ser desde una comparación simple de atributos de la **Fuente de Energía** y el **Sistema**, hasta análisis detallados que van más allá de los estudios tradicionales.

Los estudios detallados incluyen los siguientes:

| Estudio | Responsable |
| --- | --- |
| Flujos de potencia | **Suministrador** |
| Análisis de fallas o cortocircuito | **Solicitante y****Suministrador** |
| Coordinación de Protecciones | **Solicitante y****Suministrador** |
| Estabilidad transitoria y dinámica | **Suministrador** |
| Estabilidad de Tensión | **Suministrador** |
| Análisis de contingencias | **Suministrador** |
| Calidad de la energía para el Análisis de Armónicos de las Corrientes y Tensiones | **Solicitante****(a la entrada en operación)** |

Tabla 12.- Estudios para la interconexión

*Estos estudios no aplican para proyectos en baja tensión.*

Estos estudios permitirán identificar las violaciones a los criterios de confiabilidad, sobre esfuerzos de equipos, impacto en la calidad de la energía, problemas de estabilidad y operacióndel **Sistema**. Además, con estos estudios se pueden identificar fácilmente la forma de solucionar los problemas, emitir recomendaciones e incluir una estimación de costo y tiempo de construcción.

Los estudios a realizar se indican en la Tabla 12, para lo cual el **Solicitante** debe entregar el modelo eléctrico equivalente de las unidades de generación, características de diseño y de operación del equipo eléctrico y las cargas en general, sensibles del proyecto de interconexión de la **Fuente de Energía**, de acuerdo a la tecnología utilizada, para realizar los estudios dinámicos y de estado estable. Los modelos que se entreguen deben ser implementados en la plataforma comercial S-PTI PSS/E o PSLF/PSDS. Cuando la planta esté formada por un número de unidades de generación, como es el caso de los parques eólicos, el **Solicitante** entregará además el modelo para cada unidad.

Para el estudio de algunas interconexiones puede requerirse métodos de análisis más detallados tal como el análisis transitorio. Ante estas situaciones el **Suministrador**, solicitará el modelo para estos estudios el cual debe ser entregado por el**Solicitante**. La plataforma para este modelo y sus características serán acordadas por las partes.

# 6. POTENCIA REACTIVA

La **Fuente de Energía** debe tener la capacidad de producción y absorción de potencia reactiva como requerimiento para transmitir su potencia activa, y ajustar sus reactivos a solicitud del **Suministrador.**

Las **Fuentes de Energía** interconectadas en media y alta tensión deberán contar con capacidad de control del factor de potencia en el rango de 0,95 en atraso o adelanto. Para el caso de las **Fuentes de Energía** de capacidad mayor a 10 MW deben participar en el control de tensión.

# 7. REFERENCIAS

[1] NRF-026-CFE “Transformadores de potencial inductivos con tensiones nominales de 13.8 a 400 kV”

[2] NRF-027-CFE “Transformadores de corriente para sistemas con tensiones nominales 0.6 a 400 kV”.

[3] ESPECIFICACIÓN CFE G0000-48 “Medidores multifunción para sistemas eléctricos”

[4] NRF-041 “Esquemas Normalizados de Protección para Líneas de Transmisión”

[5] ESPECIFICACIÓN CFE G0000-81- “Características Técnicas para Relevadores de Protección”

[6] LAPEM-05L “Listado de Relevadores Aprobados”

[7] ESPECIFICACIÓN CFE V6700-62 “Tableros de Protección, Control y Medición para Subestaciones Eléctricas”

[8] ESPECIFICACIÓN CFE G0000-62 “Esquemas Normalizados para Protección de Transformadores de Potencia”

[9] ESPECIFICACIÓN CFE GAHR0-89 “Registradores Digitales de Disturbios para Sistemas Eléctricos”

[10] ESPECIFICACIÓN CFE L0000-45 “Desviaciones permisibles en las formas de onda de tensión y corriente en el suministro y consumo de energía eléctrica”

[11] ESPECIFICACIÓN CFE G0100-04-Interconexión a la Red Eléctrica de Baja Tensión de Sistemas Fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.

[12] IEC-60364, “Low voltage electrical installations – Part 6: Verification”

[13] IEC-60634-7-712:2002, “Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems”.

[14] IEC 61000-3-2, “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)”.

[15] IEC 61000-3-3, “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection”.

[16] IEC 61000-3-12, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current >16 A and ≤ 75 A per phase.”

[17] IEC 61000-3-5, “Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3 – Section 5: Limits – Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current > 16 A.

[18] IEC 61400-1 ed3.0 Wind turbines-Part 1: Design requirements.

[19] IEC 6172, 2004, “Photovoltaic (PV) Systems-characteristics of the utility interface.

[20] IEC 61800-3 ed2.0 Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods.

 [21] IEC 62109-1 ed1.0 Safety of power converters for use in photovoltaic power system- Part 1: General requirements; IEC 62109 – 2 ed1.0 Part 2: Particular requirements for inverters.

[22] IEC 62446 ed1:2009, “Grid Connected Photovoltaic Systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection”

Departamento de Normalización y Metrología**.**

Av. Apaseo s/n.- Ciudad Industrial 36541; Irapuato, Gto. CFE LAPEM

(462) 623-9400 ext. 7286

(462) 623-9409 (fax)

jorge.perez08@cfe.gob.mx

# 8. CREDITOS

|  |  |
| --- | --- |
| A. Rogelio Cortés Blancas | CENACE |
| Akihito Escobar López | PROGRAMACIÓN |
| Alfonso López Delgado | CENACE |
| Dagoberto López Galindo | CENACE |
| Eduardo Márquez Villanueva | CENACE |
| Eliud Cerqueda Pérez | DISTRIBUCIÓN |
| Erith Hernández Arreortúa | CENACE |
| Fernando Guadalupe González | TRANSMISIÓN |
| Filiberto Rojas Moreno | TRANSMISIÓN |
| J. Antonio Domínguez Ortiz | CENACE |
| Jorge Betanzos Manuel | DISTRIBUCIÓN |
| José Luis Silva Farías | INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELÉCTRICAS |
| Luis A. Flores Morfín | CENACE |
| Luis Barrios de la Orta | TRANSMISIÓN |
| Miguel Armando Ochoa | DISTRIBUCIÓN |
| Miguel Banda Domínguez | TRANSMISIÓN |
| Miguel Tlaxcalteco Córdoba | CENACE |
| R. Ángel Castillo González | DISTRIBUCIÓN |
| Víctor Hernández Morales | CENACE |