SECRETARIA DE ENERGIA

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Comisión Reguladora de Energía.

RESOLUCION Núm. RES/119/2012

RESOLUCION POR LA QUE LA COMISION REGULADORA DE ENERGIA EXPIDE LAS REGLAS GENERALES DE INTERCONEXION AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL PARA GENERADORES O PERMISIONARIOS CON FUENTES DE ENERGIAS RENOVABLES O COGENERACION EFICIENTE.

RESULTANDO

PRIMERO. Que el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 determina como parte de sus estrategias, en materia de energía, promover el uso eficiente y la adopción de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, y fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, generando un marco jurídico que establezca las facultades del Estado para orientar sus vertientes y promoviendo inversiones que impulsen el potencial que tiene el país en la materia.

SEGUNDO. Que el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 establece, dentro de sus estrategias, proponer políticas públicas que impulsen el desarrollo y aplicación de tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía; promover la creación y fortalecimiento de empresas e impulsar la implementación de sistemas que realicen dicho aprovechamiento, y fortalecer las acciones del Gobierno Federal dedicadas a la promoción de las energías renovables.

TERCERO. Que el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 establece como meta que el Sistema Eléctrico Nacional deberá contar con una capacidad adicional instalada de 4246 MW en proyectos de generación de electricidad mediante fuentes renovables de energía, lo que implica que el impulso a las inversiones respectivas deberá seguir reforzando su papel complementario para contribuir a la satisfacción de la creciente demanda eléctrica de México.

CUARTO. Que el Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012 plantea entre sus objetivos el fomento a la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía, como herramienta para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para lo cual es necesario avanzar en la consolidación de marcos regulatorios adecuados.

QUINTO. Que la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía tiene como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética a través de, entre otras acciones, la promoción de la diversificación de fuentes primarias de energía incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable.

SEXTO. Que el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables establece como objetivos específicos impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables en México, y ampliar el portafolio energético del país, fortaleciendo la seguridad energética al no depender de una sola fuente de energía.

CONSIDERANDO

PRIMERO. Que la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), otorga diversas atribuciones a esta Comisión, con el objeto de regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica.

SEGUNDO. Que el artículo 7, fracción VI, de la LAERFTE establece que la Comisión tendrá la atribución de expedir las reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional que le deberá proponer el suministrador, escuchando la opinión de los Generadores Renovables y Cogeneradores Eficientes.

TERCERO. Que el artículo 31, fracción IV, del Reglamento de la LAERFTE reitera que, para la regulación de la generación de energía eléctrica con energías renovables y la cogeneración eficiente, esta Comisión expedirá e inscribirá en su registro público las reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, atendiendo los requerimientos planteados por el suministrador y escuchando la opinión de los generadores renovables y cogeneradores eficientes.

CUARTO. Que la regulación para el aprovechamiento de las energías renovables y la cogeneración eficiente a través de proyectos que pueden realizar los particulares, de manera complementaria a la inversión gubernamental, debe crear condiciones que reconozcan las características específicas de cada tecnología, con el propósito de que los costos en que se incurra con dichos proyectos resulten competitivos, en función de los recursos energéticos con los que cuenta el país.

QUINTO. Que este tipo de proyectos producen beneficios tales como el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos, el cuidado del medio ambiente y la salud, el desarrollo de la capacidad industrial, la creación de empleos, el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental y de cambio climático, la diversificación del parque de generación eléctrica con el consecuente aumento en la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, la disminución de la variabilidad de los costos de generación de electricidad, la participación social y privada en la inversión requerida por el sector eléctrico para satisfacer la demanda nacional, la disminución de la dependencia nacional de los hidrocarburos, y el desarrollo rural donde se encuentren disponibles las fuentes de energías renovables.

SEXTO. Que de conformidad con lo establecido en el Transitorio Cuarto del Reglamento de la LAERFTE, el 3 de diciembre de 2009, la Comisión Federal de Electricidad (la CFE) presentó ante la Comisión, el oficio No. 073/2009, a través del cual propone las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional.

SEPTIMO. Que la Comisión condujo el estudio necesario, con la participación de los principales actores del sector público del ámbito eléctrico y el trabajo de la CFE y el Centro Nacional de Control de Energía, para desarrollar las reglas generales de interconexión que permitan 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.

OCTAVO. Que, en alcance al oficio mencionado en el Considerando Sexto, la CFE presentó ante la Comisión, el 15 de julio de 2010, el oficio No. 030/2010, mediante el cual presenta una actualización de la propuesta originalmente enviada, en la que se tomaron en cuenta los comentarios y resultados del estudio establecido en el Considerando Séptimo.

NOVENO. Que, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, con fecha 7 de noviembre de 2011 esta Comisión, por conducto de la Oficialía Mayor de la SENER, remitió a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) la Manifestación de Impacto Regulatorio (MIR) correspondiente al anteproyecto de la presente Resolución.

DECIMO. Que, con fecha 29 de noviembre de 2011, esta Comisión recibió el oficio COFEME/11/2944 emitido por la COFEMER, en el que se comunicó el dictamen final sobre la MIR.

UNDECIMO. Que los actos administrativos de carácter general que expidan las dependencias y organismos descentralizados de la Administración Pública Federal deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación para que produzcan efectos jurídicos, de conformidad con el artículo 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Por lo anterior, y con fundamento en los artículos 2, fracciones II y IV, y último párrafo, 3, fracciones XIV y XXII, 4 y 11 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía; 7, fracción VI, de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética; 4 y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 31, fracción IV, del Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética; 154 del Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, y 1, 2, 6, fracción I, incisos A y C, 9, 19, 23, fracción VII, y 33 del Reglamento Interior de la Comisión Reguladora de Energía:

RESUELVE

PRIMERO. Se expiden las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional de los generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneradores eficientes, mismas que forma parte de la presente Resolución como Anexo Unico.

SEGUNDO. Publíquense la presente Resolución y su Anexo Unico en el Diario Oficial de la Federación.

TERCERO. Notifíquese la presente Resolución a la Comisión Federal de Electricidad, y hágase de su conocimiento que contra el presente acto administrativo podrá interponerse el recurso de reconsideración que prevé el artículo 11 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, y que el expediente respectivo se encuentra y puede ser consultado en las oficinas de esta Comisión Reguladora de Energía, ubicadas en Horacio 1750, Col. Los Morales Polanco, Del. Miguel Hidalgo, 11510, México, D. F.

CUARTO. Inscríbase la presente Resolución con el número RES/119/2012 en el registro a que se refiere la fracción XVI del artículo 3 de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía.

México, D.F., a 29 de marzo de 2012.- El Presidente, **Francisco J. Salazar Diez de Sollano**.- Rúbrica.- Los Comisionados: **Francisco José Barnés de Castro**, **Rubén F. Flores García**, **Israel Hurtado Acosta**.- Rúbricas.

REGLAS GENERALES DE INTERCONEXION AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

México, D.F. 8 de diciembre de 2011

1. INTRODUCCION

2. MARCO JURIDICO

3. OBJETIVO

4. ALCANCE

5. DEFINICIONES

6. REGLAS

6.1. SOLICITUD

6.2. ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD

6.2.1. Proyectos hasta 500 kW

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

6.3. OFICIO RESOLUTIVO

6.3.1. Obras necesarias para la interconexión

7. TRAMITE DEL CONTRATO DE INTERCONEXION Y EN SU CASO EL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISION

8. AUTORIZACION DE LAS PRUEBAS PARA LA SINCRONIZACION DEL GENERADOR O PERMISIONARIO

9. DEFINICION DE LA FECHA DE OPERACION NORMAL

10. CRITERIOS TECNICOS DE DESPACHO Y OPERACION DE LA INTERCONEXION DEL GENERADOR O PERMISIONARIO CON EL SISTEMA

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

ANEXO 2. REQUERIMIENTOS TECNICOS DE INTERCONEXION AL SISTEMA ELECTRICO NACIONAL

1. REQUERIMIENTOS PARA BAJA TENSION (BT)

1.1. Tensión, capacidad y frecuencia

1.1.1 Tensión:

1.1.2. Capacidad de generación en Pequeña Escala:

1.1.3. Frecuencia:

1.2. Equipo de medición y protección:

1.2.1. Equipo de Medición:

1.2.2. Equipo de Protección:

1.3 Calidad de la energía

1.4. Pruebas a los sistemas interconectados mediante inversores

2. REQUERIMIENTOS PARA MEDIA TENSION (MT)

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:

2.1.2. Capacidad de generación:

2.1.3. Rangos de Frecuencia:

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

2.3. Esquema de comunicación para la supervisión

2.4. Equipo de medición

2.5. Calidad de la energía

2.5.1 Niveles de armónicos

2.5.2 Variaciones periódicas de amplitud de la tensión

2.5.3 Desbalance y cambios rápidos de tensión

2.6. Pruebas a los sistemas fotovoltaicos

2.7. Generación en mediana escala

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

2.8. Operación básica de la interconexión

3. REQUERIMIENTOS PARA ALTA TENSION (AT)

3.1 Tensión y capacidad:

3.1.1. Tensión:

3.1.2. Capacidad de generación:

3.2. Equipo de protección y seccionamiento

3.2.1. Protecciones de Subestación y Punto de interconexión

3.2.2. Protecciones para líneas de transmisión de enlace

3.2.3. Protecciones para unidades generadoras

3.2.4. Registradores de disturbios

3.3. Esquemas de comunicaciones para la supervisión

3.4 Equipo de medición

3.5. Calidad de la energía

3.5.1. Niveles de armónicos

3.5.2. Variaciones periódicas de amplitud de la tensión

3.5.3. Desbalance y cambios rápidos de tensión

3.6. Operación de la Fuente de Energía ante fallas externas o en el Punto de Interconexión (eólicas o fotovoltaicas)

3.7. Esquemas de Control por Confiabilidad

4. PRUEBAS A LOS EQUIPOS

4.1 Pruebas a los aerogeneradores

4.1.1. Pruebas prototipo para aerogeneradores

4.1.2 Pruebas en sitio para aerogeneradores

4.2 Pruebas a los sistemas fotovoltaicos

5. ESTUDIOS

6. POTENCIA REACTIVA

7. REFERENCIAS

8. CREDITOS

1. INTRODUCCION

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 JURIDICO

- 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.
- RESOLUCION Núm. RES/054/2010 del 8 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.
- RESOLUCION 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:

- **Area de Control:** Area geográfica en que se ubica el sistema eléctrico coordinado por el Centro de Control de Area 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:** Características de los equipos de medición y comunicación del Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Mediana Escala conforme a publicación DOF 8/04/2010 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 8/04/2010 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**.
- **Estudio de Pre-Factibilidad:** Estudio preliminar para dar una indicación de la viabilidad técnica de incorporar al **Sistema** un proyecto de generación particular.
- **Estudio de Factibilidad:** Estudio para determinar la viabilidad de incorporar al **Sistema** un proyecto de generación particular y definir las obras requeridas para hacer la interconexión; se realiza para evaluar una solicitud de contrato de interconexión.
- **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.

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"**.

El proceso completo de solicitud de interconexión se presentará en el documento interno que para el efecto publique el **Suministrador** que estará acorde con el Trámite Registrado ante la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

6.2. ESTUDIOS DE PRE-FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD

6.2.1. Proyectos hasta 500 kW

Con base en la solicitud, el **Suministrador,** a través de la Zona de Distribución que 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

Previo a la solicitud formal de contrato de interconexión, se recomienda que el **Solicitante** gestione ante la **SP**, el estudio de **Pre-factibilidad.** Los resultados del estudio se comunicarán al **Solicitante** indicando las obras requeridas para realizar la interconexión al **Sistema**.

Es requisito indispensable que, para solicitar 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**.

El Solicitante deberá presentar la solicitud de Contrato de Interconexión al **Sistema** ante la **SP**. La **SP** realizará el **Estudio de Factibilidad** para evaluar la solicitud, y emitirá un pronunciamiento final sobre las obras requeridas.

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**, en donde se indicará cuando menos lo siguiente:

- Ubicación del **Punto de Interconexión**. Características técnicas.
- Obras necesarias, indicando el sustento técnico y sus costos correspondientes.
- 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.**

En caso de que el **Solicitante** elija construir las obras por sus propios medios, deberá presentar la ingeniería básica al **Suministrador** en la División de Distribución o zona correspondiente para su autorización. En su caso, el área correspondiente emitirá la autorización del proyecto.

6.3.1. Obras necesarias para la interconexión

6.3.1.1. Construcción de obras

El **Solicitante**, podrá realizar por su cuenta las obras de **Interconexión** bajo la supervisión del **Suministrador**. Dichas obras sólo 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 finalizar con la entrega de los equipos correspondientes 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, en su caso, 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 finalizar con la entrega de los equipos correspondientes 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 finalizar con la entrega de los equipos 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. TRAMITE DEL CONTRATO DE INTERCONEXION Y EN SU CASO EL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISION

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. AUTORIZACION DE LAS PRUEBAS PARA LA SINCRONIZACION DEL GENERADOR O PERMISIONARIO

Una vez que el **Solicitante** haya concluido y cumplido con los requerimientos técnicos y contractuales a satisfacción del **Suministrador,** conforme a lo establecido en el proyecto autorizado, procederá a solicitar 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. DEFINICION DE LA FECHA DE OPERACION NORMAL

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

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

10. CRITERIOS TECNICOS DE DESPACHO Y OPERACION DE LA INTERCONEXION DEL GENERADOR O PERMISIONARIO CON EL SISTEMA

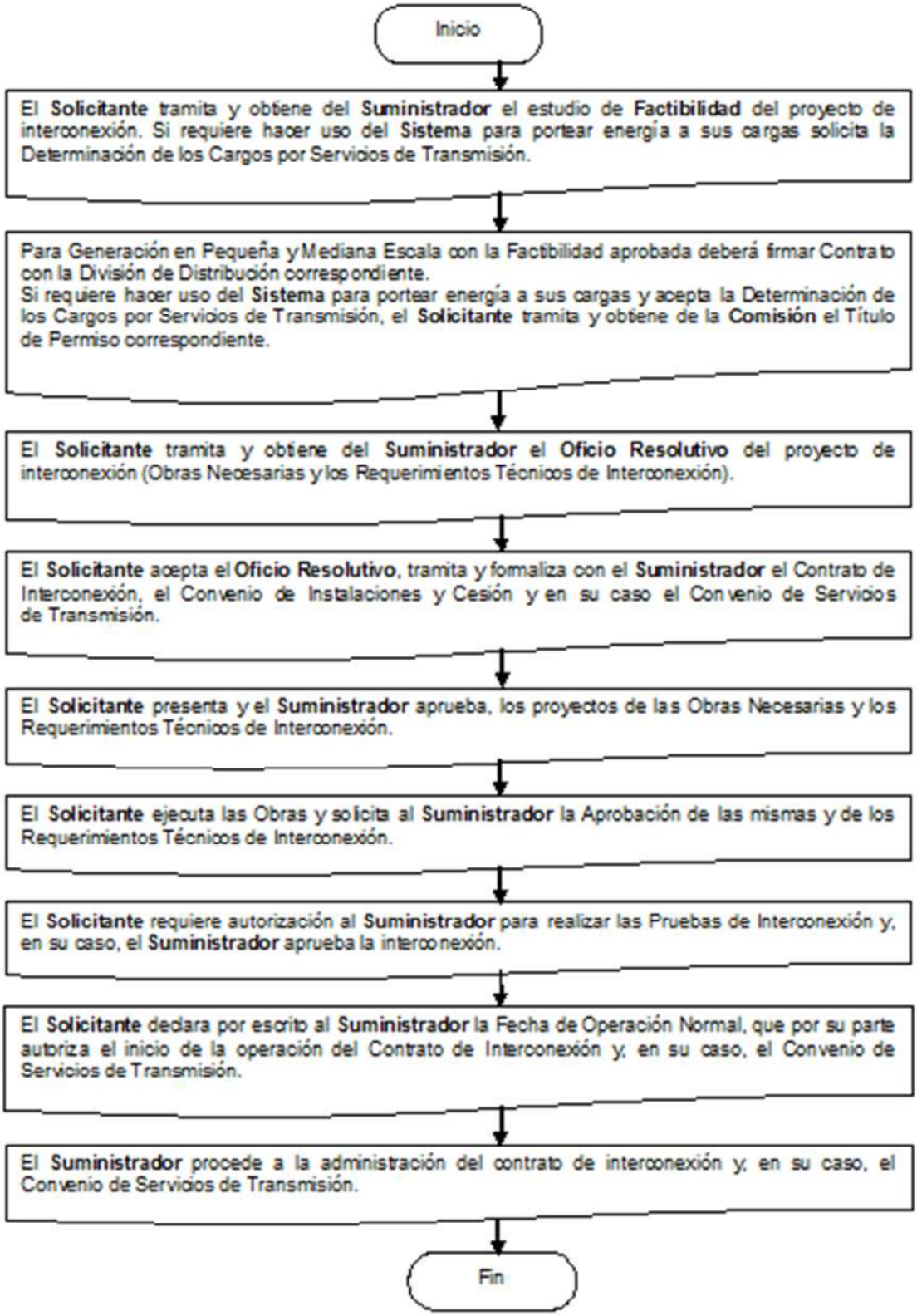
- Previo a la sincronización al **Sistema** de la central del **Solicitante**, deberán estar definidos los lineamientos y criterios operativos para el **Punto de Interconexión** que se trate.
- Para proyectos de interconexión que requieren hacer uso del **Sistema** para portear energía a **Puntos de 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 el ANEXO 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** deberán operar 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 la puesta 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 INTERCONEXION		
CONCEPTO	PARA FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN **PEQUEÑA ESCALA**	PARA FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN **MEDIANA ESCALA**	CENTRALES DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA CON ENERGIA RENOVABLE O COGENERACION EFICIENTE
RESOLUCION DE LA CRE	RES/054/2010	RES/054/2010	RES/067/2010
TENSION 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 TENSION HASTA 30 kW.	HASTA 500 kW	CAPACIDAD MAYOR A 500 kW Y EN HIDROELECTRICAS HASTA 30 MW
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	ZONA DE DISTRIBUCION	ZONA DE DISTRIBUCION	SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
DETERMINACION DE LOS CARGOS POR SERVICIOS DE TRANSMISION	NO APLICA	NO APLICA	SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
OFICIO RESOLUTIVO	ZONA DE DISTRIBUCION	ZONA DE DISTRIBUCION	DIVISION DE DISTRIBUCION
PERMISO DE LA CRE **(Trámites** **CRE-00-001,019,029,021,022,023)**	NO APLICA	NO APLICA	REQUISITO
SOLICITUD CONTRATO DE INTERCONEXION **(Trámite CFE-00-003-A)**	ZONA DE DISTRIBUCION	ZONA DE DISTRIBUCION	SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
CONTRATO DE INTERCONEXION	MODELO DE CONTRATO ANEXO UNO DE LA RES/054/2010	MODELO DE CONTRATO ANEXO DOS DE LA RES/054/2010	MODELO DE CONTRATO ANEXO DE LA RES/067/2010
CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISION **(Trámite CFE-00-003-D)**	NO APLICA	NO APLICA	REQUISITO SI VA A PORTEAR, SOLICITAR A SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
ELABORACION DEL CONTRATO DE INTERCONEXION	ZONA DE DISTRIBUCION	ZONA DE DISTRIBUCION	SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
ELABORACION DEL CONVENIO DE SERVICIOS DE TRANSMISION	NO APLICA	NO APLICA	SUBDIRECCION DE PROGRAMACION
COORDINACION PARA LA INTERCONEXION DEL PROYECTO	ZONA DE DISTRIBUCION	ZONA DE DISTRIBUCION	AREA DE CONTROL DEL CENACE

CUANDO LA CAPACIDAD DE LA FUENTE DE ENERGIA SEA MENOR A 500 kW, Y EL SOLICITANTE REQUIERA HACER USO DEL SISTEMA DEL SUMINISTRADOR PARA PORTEAR ENERGIA A SUS CARGAS, SE REQUERIRA UN PERMISO DE LA CRE Y DEBERA SEGUIR LOS CONCEPTOS ASOCIADOS A LAS CENTRALES DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA CON ENERGIA RENOVABLE O COGENERACION EFICIENTE.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ATENCION DE SOLICITUDES DE INTERCONEXION



ANEXO 2. REQUERIMIENTOS TECNICOS DE INTERCONEXION AL SISTEMA ELECTRICO 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 TENSION (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 8/04/2010

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:

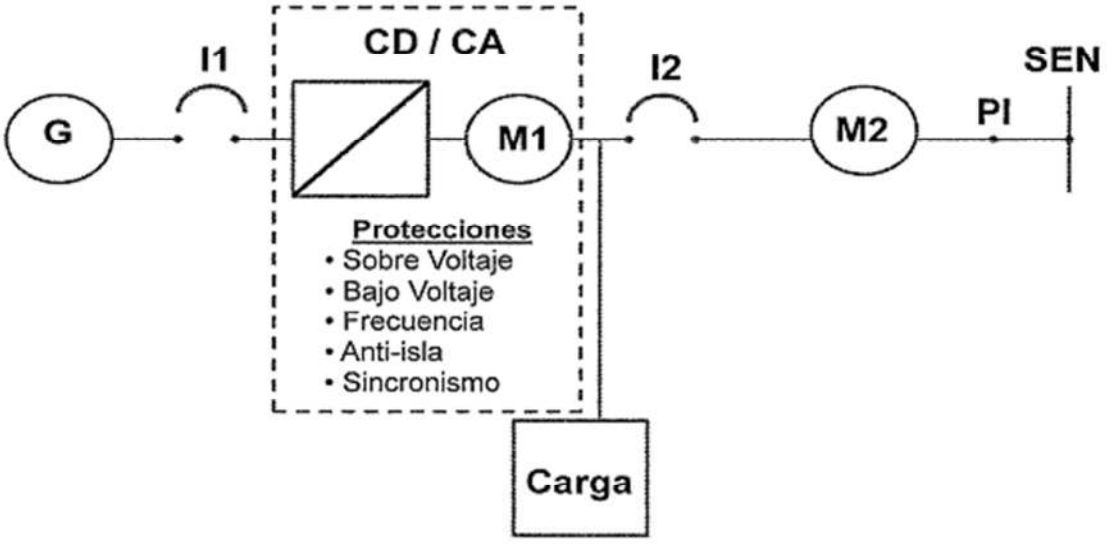


Figura 1. Esquema para la interconexión de generación en pequeña escala.

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 ESPECIFICACION 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 TENSION (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 ser capaces 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 sólo una referencia para el **Solicitante**.

2.1.3. Rangos de Frecuencia:

Las **Fuentes de Energía** deben ser capaces de 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 Angulo 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 (kVARh)
- 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. Para plantas de capacidad hasta 500 kW y que no requieren hacer uso del **Sistema** para portear energía a sus cargas, 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 valores 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:

a) 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.).

b) 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
E_{Psti}	0.35
E_{Plti}	0.25

Tabla 6. Límites de emisiones permisibles

Donde:

E_{Psti}, E_{Plti}: 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 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 ± 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 posibles fallas 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 TENSION (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 ser capaces de 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 ser capaces de 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 (kWh)
- Energía reactiva (kVARh)

En el punto de interconexión:

Mediciones:

- Corrientes en Amperes por fase
- Tensiones entre fases
- Potencia activa (de entrada y salida)
- Potencia reactiva (de entrada y salida)
- Energía activa (kWh)
- Energía reactiva (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 valores 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 THD_{AT} = 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:

a) 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.).

b) 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
E_{Psti}	0.35
E_{Plti}	0.25

Tabla10. Límites de emisiones permisibles.

Donde:

E_{Psti}, E_{Plti}: 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 o 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 Transitorias Tipo 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.

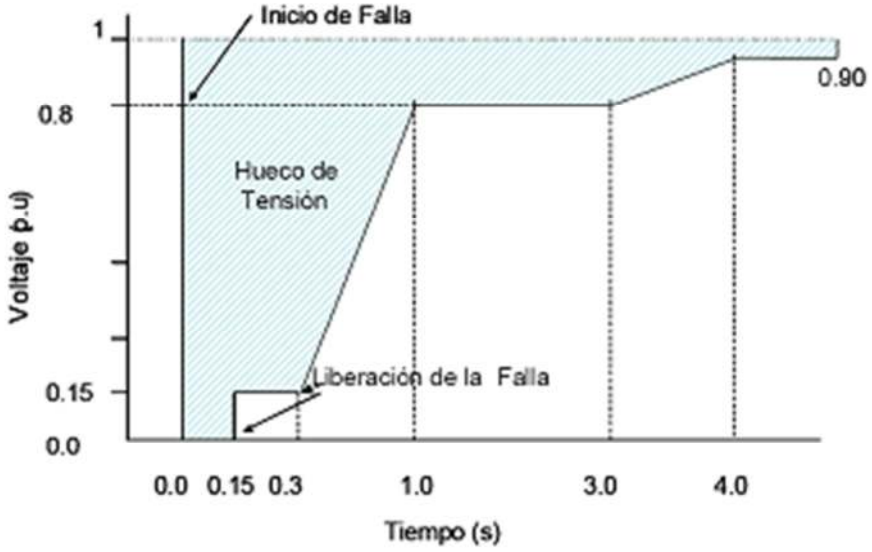


Figura 2. Gráfico de caída de tensión por falla.

Si la falla se origina en el interior de la planta, ésta 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.

3.7. Esquemas de Control por Confiabilidad

El Permisionario deberá poner a disposición de la Comisión, en el Punto de Interconexión, las mediciones, señales, canales de comunicación y demás infraestructura necesarias para que ésta pueda implementar:

- Disparo Automático de Generación (DAG)
- Disparo Automático de Carga (DAC)
- Control de Tensión
- Control de frecuencia
- Control de Generación

Los controles anteriores que apliquen para cada caso, son necesarios para mantener la confiabilidad del **Sistema** y tales acciones serán evaluadas y controladas desde el centro de control correspondiente del **CENACE**.

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:

a) Calidad de la energía. El propósito de esta prueba es documentar las características de calidad de la potencia generada por la turbina de viento.

b) 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.

c) Ruido acústico. El propósito de esta medición es documentar la característica de emisión de ruido acústico de la turbina de viento. En éstas 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:

a) Compatibilidad en la conexión de acuerdo a este documento. 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.

b) 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.

c) Verificación del ruido acústico en el sitio del proyecto. El propósito de esta prueba es verificar la emisión de ruido acústico de la turbina, en el sitio específico del proyecto.

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 operación del **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 varias unidades de generación, como es el caso de los parques eólicos, el **Solicitante** entregará además el modelo para cada tipo de 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] ESPECIFICACION CFE G0000-48 “Medidores multifunción para sistemas eléctricos”

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

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

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

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

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

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

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

[11] ESPECIFICACION 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	PROGRAMACION
Alfonso López Delgado	CENACE
Dagoberto López Galindo	CENACE

Eduardo Márquez Villanueva	CENACE
Eliud Cerqueda Pérez	DISTRIBUCION
Erith Hernández Arreortúa	CENACE
Fernando Guadalupe González	TRANSMISION
Filiberto Rojas Moreno	TRANSMISION
J. Antonio Domínguez Ortiz	CENACE
Jorge Betanzos Manuel	DISTRIBUCION
José Luis Silva Farías	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
Luis A. Flores Morfín	CENACE
Luis Barrios de la Orta	TRANSMISION
Miguel Armando Ochoa	DISTRIBUCION
Miguel Banda Domínguez	TRANSMISION
Miguel Tlaxcalteco Córdoba	CENACE
R. Angel Castillo González	DISTRIBUCION
Víctor Hernández Morales	CENACE