



EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA TÉCNICA QUE APLICA A LA INTERCONEXIÓN DE PERMISIONARIOS A LA RED DE TRANSMISIÓN



DATOS HISTORICOS

- * La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora que se instaló en el país (1879) estuvo en León, Guanajuato, casi inmediatamente se extendió esta forma de generar electricidad dentro de la producción minera y escasamente para la iluminación residencial y pública.
- * En 1889 operaba la primera planta hidroeléctrica en Batopilas (Chihuahua) y extendió sus redes de distribución hacia mercados urbanos y comerciales donde la población era de mayor capacidad económica.
- * Durante el régimen de Porfirio Díaz se otorgó al sector eléctrico el carácter de servicio público, colocándose las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, cien más en la Alameda Central y comenzó la iluminación de la entonces calle de Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México.



- En 1937 México tenía 18.3 millones de habitantes, de los cuales únicamente siete millones contaban con electricidad, proporcionada con serias dificultades por tres empresas privadas.
- * Estas empresas eran The Mexican Light and Power Company, con el primer gran proyecto hidroeléctrico: la planta Necaxa, en Puebla. Las tres compañías eléctricas tenían las concesiones e instalaciones de la mayor parte de las pequeñas plantas que sólo funcionaban en sus regiones. En ese momento las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas.



Para resolver esa situación que no permitía el desarrollo del país, el gobierno federal creó, el 14 de agosto de 1937, **la Comisión Federal de Electricidad (CFE)**, que tendría por objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales. **(Ley promulgada en la Ciudad de Mérida, Yucatán el 14 de agosto de 1937 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1937).** * En 1938 CFE tenía apenas una capacidad de 64 kW, misma que, en ocho años, aumentó hasta alcanzar **45,594 kW**. Hacia 1960 la CFE aportaba ya el **54%** de los **2,308 MW** de capacidad instalada, la empresa Mexican Light el **25%**, la American and Foreign el **12%**, y el resto de las compañías **9%**.

* El 27 de septiembre de 1960, el Presidente Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica, a fin de aumentar el nivel de electrificación, ya que en ese año era del **44%**.



- En esa década la inversión pública se destinó en más de 50% a obras de infraestructura. Se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal, y se instalaron otras plantas generadoras alcanzando, en 1971, una capacidad instalada de 7,874 MW.
- * Al finalizar esa década, se superó el reto de sostener el ritmo de crecimiento al instalarse, entre **1970 y 1980**, centrales generadoras que dieron una capacidad instalada de 17,360 MW.
- * En los **años 80** el crecimiento de la infraestructura eléctrica fue menor que en la década anterior. En **1991** la **capacidad instalada** ascendió a **26,797 MW**.



- * A inicios del año 2000, se tenía ya una capacidad instalada de generación de 35,385 MW, cobertura del servicio eléctrico del 94.70% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 kms, lo que equivale a más de 15 vueltas completas a la Tierra y más de 18.6 millones de usuarios, incorporando casi un millón cada año.
- * A partir octubre de 2009, CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país.
- * CFE es reconocida como una de las mayores empresas eléctricas del mundo.



* A partir de la modificación a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en el año de 1992, se autoriza la participación de los **Permisionarios** para generar y vender energía a CFE, hablando de Productores Independientes (PIEs) (>30MW), Pequeños Productores (hasta 30 MW), Cogeneradores, Exportadores, Importadores etc., la CFE se vió en la necesidad de implementar reglas para la interconexión de dichas centrales a la Red eléctrica.

* Este artículo se refiere principalmente a los requerimientos para los generadores que se interconectaron a la red de Transmisión, aplicando desde la normativa vigente en los años 90 en CFE y lo que se indicaba en la anterior Ley del servicio Público de Energía eléctrica, hasta la actual reglamentación, establecida en las NOM y NMX que aplican, así como las Normas de Referencia, Criterios de interconexión y Código de Red.

*
.



Surgieron nuevos Requerimientos para poder interconectar a los PIEs a la red de Transmisión tales como:

Canales de Comunicación para telemetria con la finalidad de adquirir información del DCS, estación de supervisión, Medidores de Energía.

Esquemas de protección , Esquemas de Teleprotección vía fibra óptica, Esquemas de acción remedial, Coordinación de Protecciones, interlocks para disparos , protocolos de comunicación .

Arreglo de barras, especificaciones del equipo primario de la subestación de interconexión, Transformadores de instrumento de alta exactitud en el punto de interconexión etc..



Estudios solicitados por CENACE, flujos de potencia, Transitorios electromagnéticos, Dinámica, para determinar el impacto en la Red .

Esto también para determinar el impacto en equipo primario asociado , por corto circuito, capacidad interruptiva, así como capacidad de compensación reactiva , distorsión armónica en el nodo, comportamiento ante sags, swells, frecuencia, desbalances en la tensión y en las corrientes.

Estos requerimientos se estipulaban en los contratos con los PEE (Productores Externos de Energía).Ejemplo: **PIF 029/2010, NORTE II**



LSPEE 1992

* **ARTICULO 1o.-** Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio publico, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

* **ARTICULO 3o.-** No se considera servicio publico:

* I.- La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;

* II.- La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;



- **III.- La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción**
- **IV.- La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios; y**
- **V.- La generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias, derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica.**

*** Artículo reformado DOF 23-12-1992**



En los años 90 existían ya en la IP y la I Pública formas de generar su propia energía y al mismo tiempo estar interconectados con las redes de distribución y subtransmisión, con lo cual podían vender sus excedentes a la CFE y recibir energía de respaldo y emergencia. Industrias, tales como el papel, así como las instalaciones petroquímicas (PEMEX). Este tipo de generación se le llamó “cogeneradores” que podían producir electricidad a partir de fuentes de calor, como son los vapores originados en procesos fabriles. Típicamente, estos generadores alimentaban parte de la carga en dichas instalaciones industriales y suministraban también energía de emergencia a las mismas durante interrupciones del servicio de la empresa eléctrica.



Este tipo de generadores al conectarse principalmente a las redes <115 kV requieren protección para la interconexión (generadores de 5MW o menores).

Estos circuitos de distribución están diseñados para alimentar cargas radiales. Por ende, la incorporación del generador ofrece una fuente de aportación al Corto Circuito, y es también una fuente potencial de sobrevoltaje.

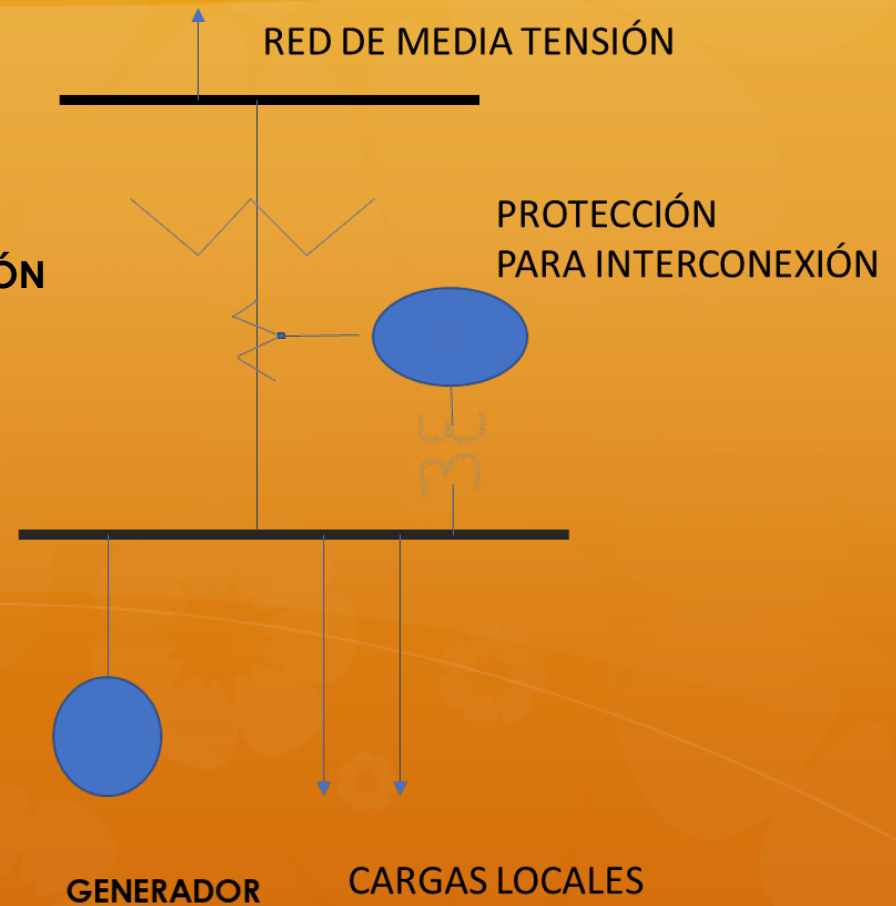
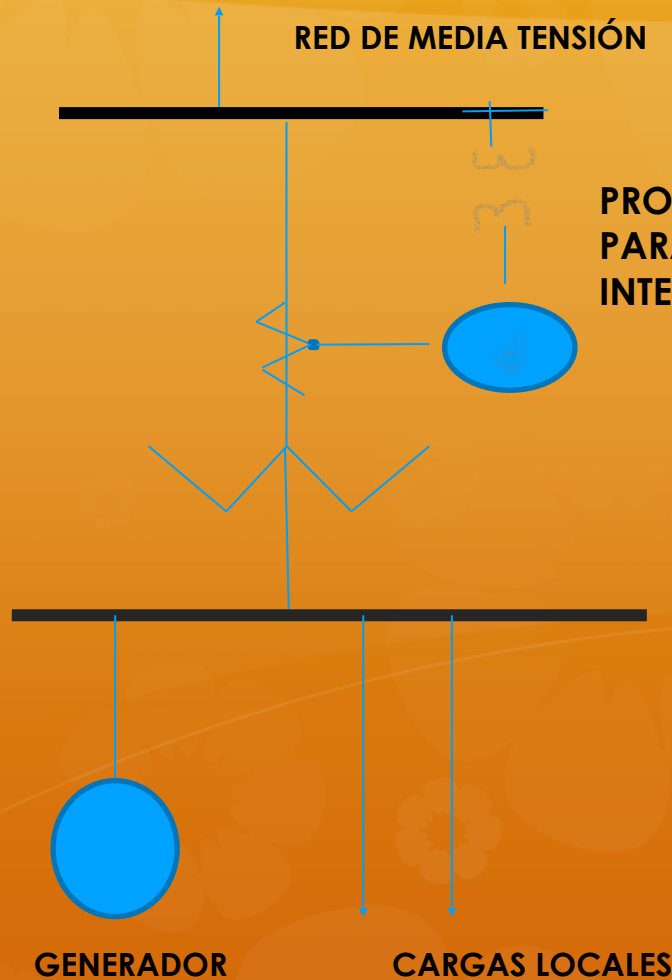
Típicamente, la protección de interconexiones para estos generadores se establece en el punto de acoplamiento común entre la red de la CFE y el permisionario.



La protección de las interconexiones debe satisfacer los requisitos de la CFE para permitir que el generador sea conectado a la red.

1. Desconecta el generador cuando ha dejado de operar en paralelo con el sistema de la CFE;
2. Protege el sistema eléctrico de CFE contra los daños ocasionados por la conexión del generador, incluyendo la corriente de CC que suministra el generador para fallas en la red de MT y sobrevoltajes transitorios;
3. Protege el generador contra daños producidos por la red de CFE, especialmente por el recierre automático .

La protección del generador típicamente se conecta en los terminales del generador, que considera las protecciones para CC internos, operación anormal como pérdida de campo, sobreexcitación, potencia inversa, corrientes desequilibradas. Normalmente se le permite al productor que proteja su equipo de generación de acuerdo a las normas de IEEE .





Sin embargo, la CFE, participa activamente en especificar la protección de las interconexiones.

Principalmente:

1. Transformador de interconexión.
2. Requisitos generales para relés de interconexión de acuerdo a normativa CFE.
3. Requisitos para TCs (transformadores de corriente) y TPs (transformadores de voltaje) de acuerdo a normativa de CFE.
4. Requisitos de protección de sistema — por ejemplo, 81O/U, 27 y 59.
5. Ajustes de algunas funciones de interconexión de acuerdo a normativa de CFE.
6. Velocidad de operación de acuerdo a normativa CFE.

NOTA: En ese entonces no había una normativa específica para sistemas de protección en enlaces de interconexión para la red de MT y BT. Por eso había que participar en forma particular con los productores. Transmisión proporcionó apoyo a Distribución para implementar algunas reglas básicas. Los sistemas de medición de energía en el punto de interconexión los definía la oficina de Medición de Distribución en base a la normativa existente. Estos equipos aún no contaban con la medición para Calidad de energía.



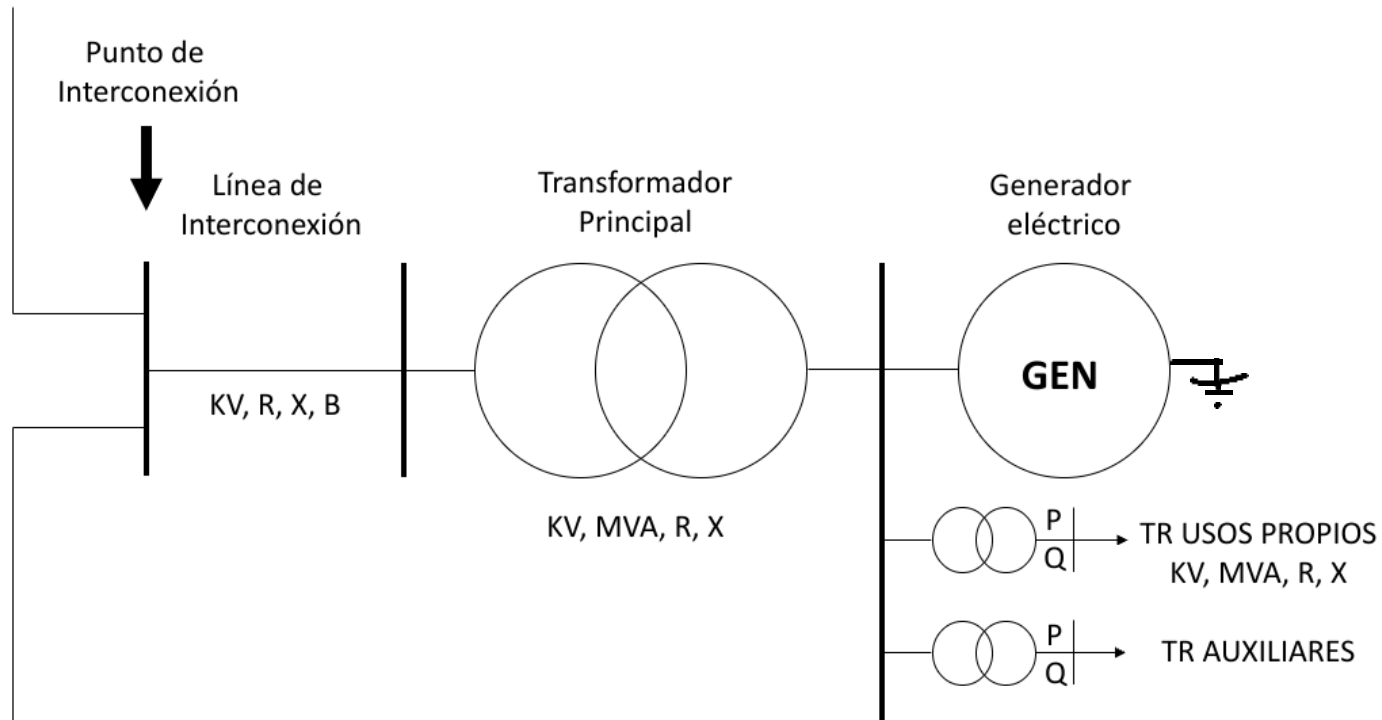
Grandes Generadores como Productores Independientes de Energía (PIE)..

Los grandes generadores de PIE se conectan al sistema de transmisión de la CFE.

Estos grandes generadores están típicamente “conectados en unidad”—esto es, el generador alimenta directamente un transformador elevador conectado en DY aterrizada

El generador está típicamente conectado a tierra a través de una alta impedancia para limitar la corriente de falla a tierra del estator.

GENERADOR TIPO PIE





Para la interconexión de estos grandes generadores de PIES al sistema de la CFE, se les daba la opción de hacerlo en un sitio opcional o distinto al opcional;

Sitio opcional, conectarse a la red de CFE a través de una extensión de barras de la propia subestación de CFE, a través de interruptores de enlace, traslapando la operación de las protecciones diferenciales de barra y 50 Fis.

Sitio distinto al opcional, conectarse a la red de CFE a través de 2 líneas de enlace, en 115, 230 o 400 kV.

Ejemplo de referencia el contrato: **PIF 029/2010, NORTE II**

PUNTO DE INTERCONEXIÓN

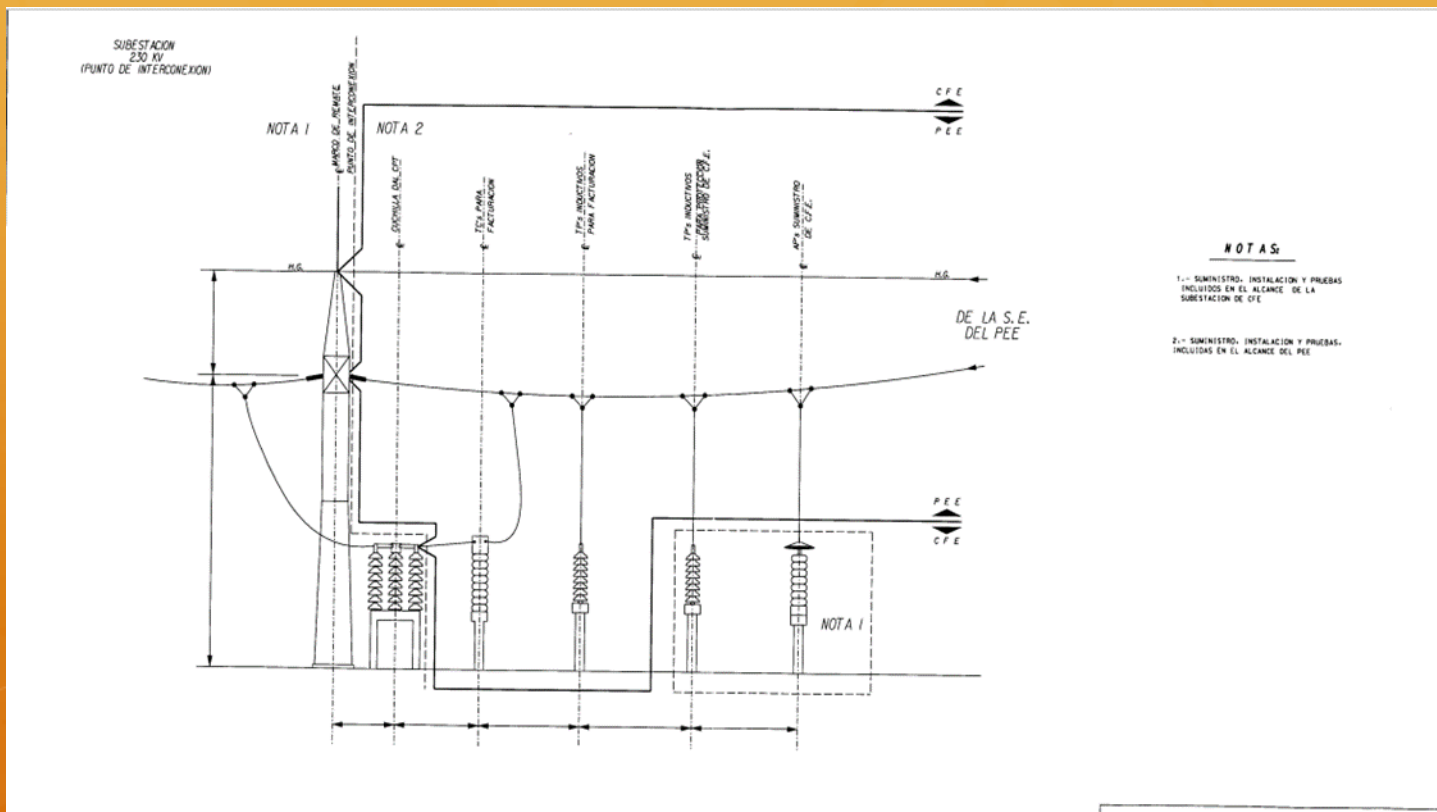


DIAGRAMA DE PROTECCIONES PUNTO DE INTERCONEXIÓN SITIO OPCIONAL

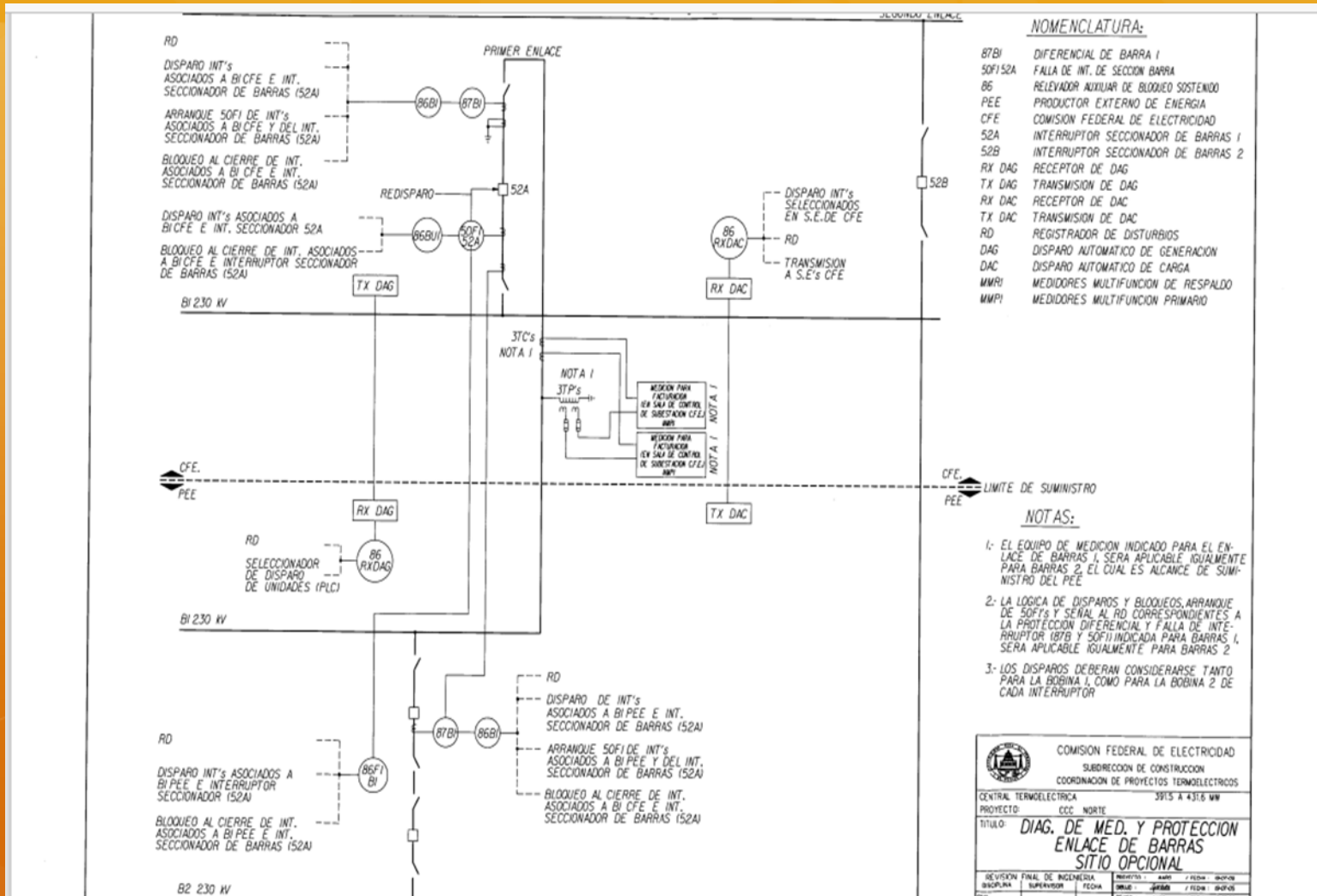
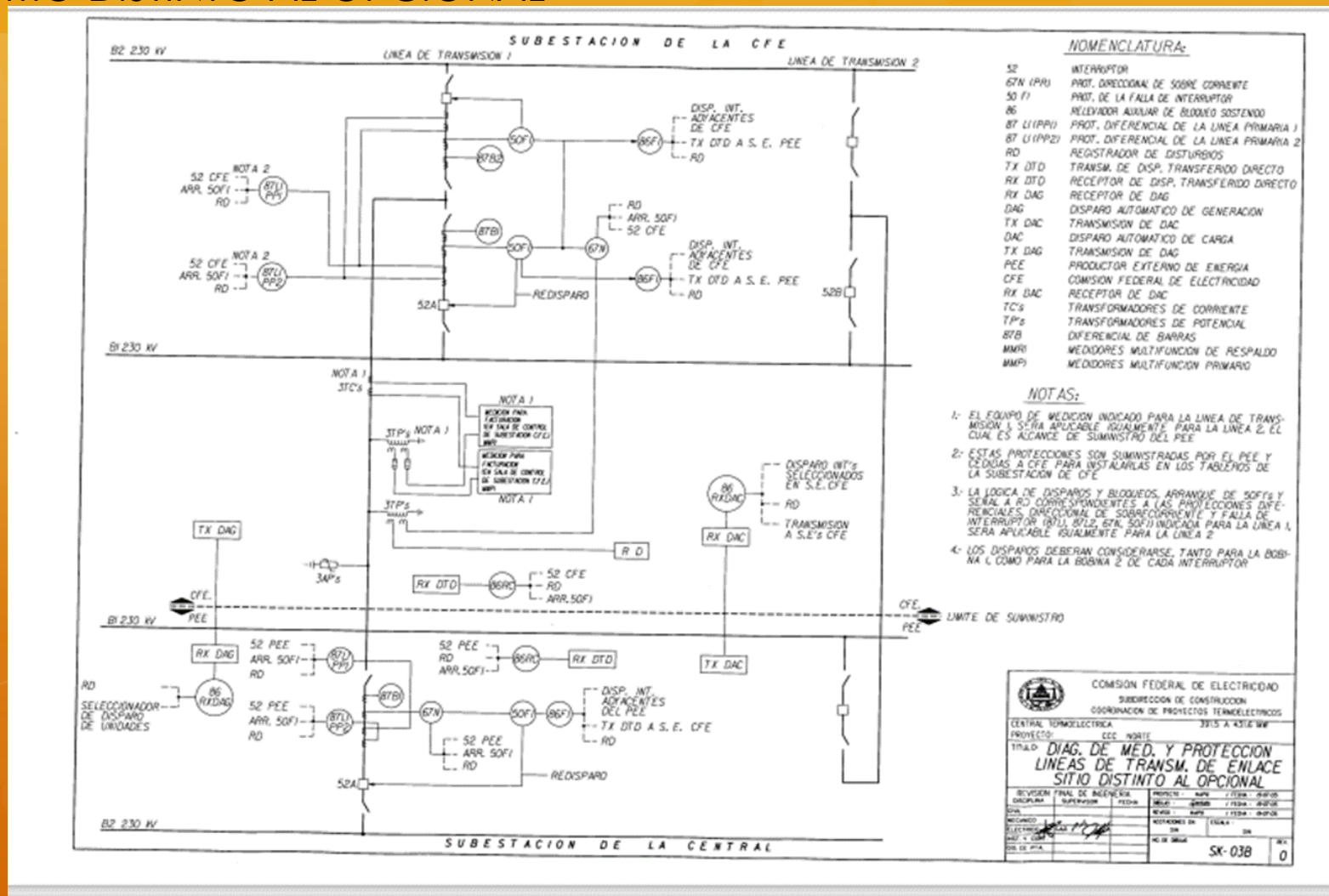


DIAGRAMA DE PROTECCIONES PUNTO DE INTERCONEXIÓN SITIO DISTINTO AL OPCIONAL



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SUBDIRECCION DE CONSTRUCCION
COORDINACION DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS

CENTRAL TERMOELECTRICA 3305 A 4350 MW
PROYECTO: CCC NORTE

TITULO: DIAG. DE MED. Y PROTECCION LINEAS DE TRANSM. DE ENLACE SITIO DISTINTO AL OPCIONAL

ELABORADO	REVISADO	PROYECTADO	VERIFICADO
ENCARGADO	ENCARGADO	ENCARGADO	ENCARGADO
APROBADO	APROBADO	APROBADO	APROBADO
NO	NO	NO	NO
NO	NO	NO	NO
NO	NO	NO	NO
NO	NO	NO	NO

NO. DE BOBINA: SK-038

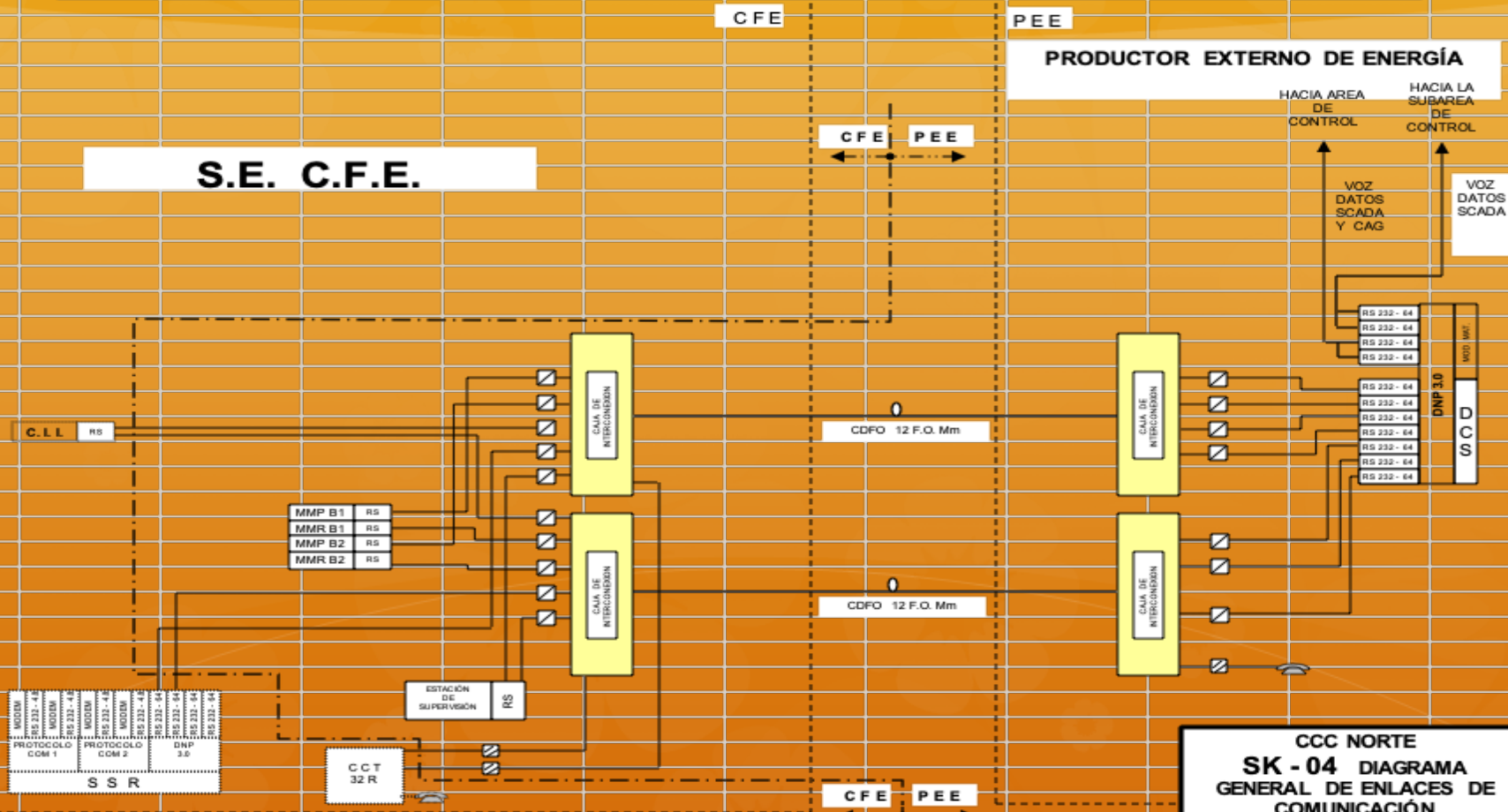


EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA

ENLACES DE COMUNICACION S.E. C.F.E. - PRODUCTOR EXTERNO DE ENERGÍA (ENLACE DE BARRAS, SITIO OPCIONAL)

S.E. C.F.E.

PRODUCTOR EXTERNO DE ENERGÍA



**CCC NORTE
SK - 04 DIAGRAMA
GENERAL DE ENLACES DE
COMUNICACION
(SITIO OPCIONAL)**

Fecha: 26-05-06 REV. 1

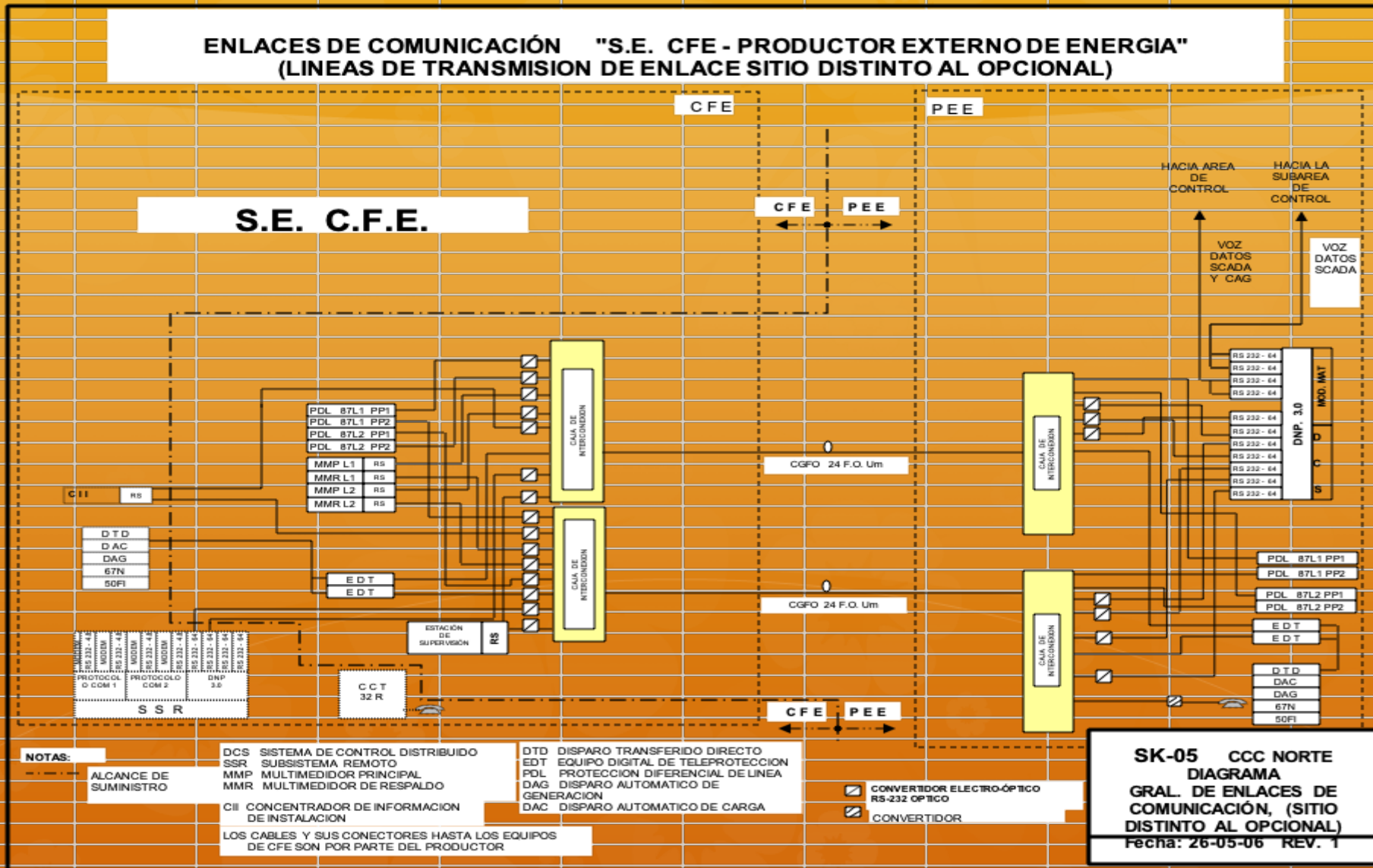
NOTAS:

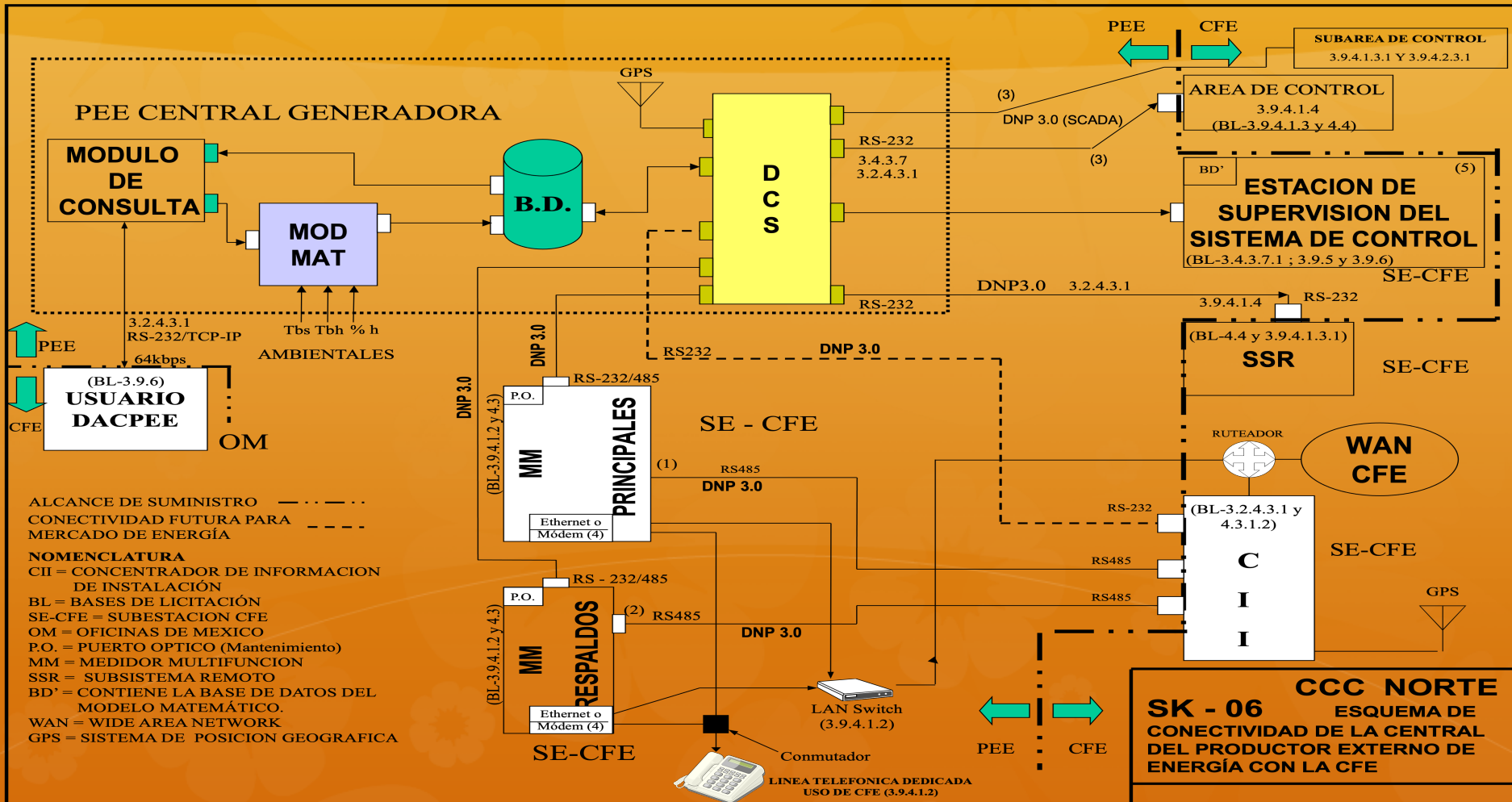
ALCANCE DE SUMINISTRO

- DCS - SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO
- SSR - SUBSISTEMA REMOTO
- MMP - MULTIMEDIDOR PRINCIPAL
- MMR - MULTIMEDIDOR DE RESPALDO
- CII - CONCENTRADOR DE INFORMACION DE INSTALACION

- CONVERTIDOR ELECTRO-ÓPTICO RS-232 ÓPTICO
- CONVERTIDOR

LOS CABLES Y SUS CONECTORES HASTA LOS EQUIPOS DE CFE SON ALCANCE DE SUMINISTRO DEL PRODUCTOR







- **Ingeniería Eléctrica de parte del PIE.**

Cálculos cómo mínimo, los siguientes:

Puesta a tierra del neutro del generador.

Coordinación de aislamiento de los equipos de alta tensión.

Flechas y tensiones mecánicas de los conductores aéreos, de la subestación de alta tensión y de los enlaces de barras principales de las líneas de transmisión de enlace.

Capacidad de los transformadores principales.

Corto Circuito de los sistemas de corriente alterna y corriente directa.

PIF 029/2010, NORTE II



Regulación de tensión (flujos de potencia) en sistemas de tensión media y de subestaciones unitarias.

Sistema de tierras de las instalaciones.

Selección, ajuste y coordinación de protecciones del generador y de los enlaces de barras principales o de las líneas de transmisión de enlace.

*** Ajuste del regulador automático de voltaje del sistema de excitación.**



Especificaciones de CFE que debe cumplir el PIE para adquisición de los siguientes equipos:

-Generador eléctrico y sistema de excitación.

-Transformador principal y auxiliar.

-Equipo de medición para facturación (medidores y equipo primario).

-Protecciones de la subestación de alta tensión, enlaces de barras principales o líneas de transmisión de enlace.



- Comunicación, tele medición y control para el CENACE.
- Manuales de operación y mantenimiento de todos los equipos.
- * Cálculos para la selección del equipo principal y materiales de las instalaciones eléctricas, así como el cálculo de flechas y tensiones de los enlaces de barras principales o de las líneas de transmisión de enlace.
- Copia de reporte de pruebas de fábrica de equipos principales de cada sistema eléctrico.
- Descripción actualizada de los sistemas “Tal como se construyó”, incluyendo datos de placa de cada equipo.
- Llenado del formato C para análisis de resonancia subsíncrona.



NORMATIVA DE TRANSMISIÓN APLICABLE A LOS PIE

- NRF-026-CFE Transformadores de potencial inductivos de 13.8 a 400 kV
- NRF-027-CFE Transformadores de corriente de 0.6 a 400 kV
- ESPECIFICACIÓN CFE G0000-48 Medidores Multifunción para Sistemas Eléctricos
- NRF-041 Esquemas Normalizados de Protección para Líneas de Transmisión y Subtransmisión.
- 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.

NOTA: APLICAN EN TODOS LOS CASOS DE INTERCONEXIÓN A LA RNT

PIF 029/2010, NORTE II



* En el punto 12.1 del Anexo 12 del contrato PIF-029/2010. CCC Norte II En Limites técnicos de operación y mantenimiento, se describen las necesidades de CENACE para regulación de frecuencia y de tensión.



En el año 2012 aparece la Resolución RES/119/2012, Se establecen las reglas para la regulación de la interconexión de las centrales con fuentes de energía renovables

- **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.



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.



Que la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), otorga diversas atribuciones a la CRE , 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.

Que el **artículo 7, fracción VI, de la LAERFTE** establece que la CRE 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



La CRE 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.

Las obras, instalaciones y demás componentes serán objeto de Normas Oficiales Mexicanas o autorizadas previamente por la Secretaría de Energía.

Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que expida la Secretaría de Energía, escuchando a la CFE relativas a las obras e instalaciones objeto de los permisos a que se refiere el artículo 36,

c) La entrega de energía eléctrica a la red de servicio público, se sujetará a las reglas de despacho y operación del Sistema Eléctrico Nacional que establezca la Comisión Federal de Electricidad



Del Reglamento de la LSPEE CAPITULO III

De las Obras Eléctricas para el Servicio Público

ARTICULO 13.- Las obras eléctricas necesarias para la prestación del servicio se sujetarán a las normas oficiales mexicanas y, en su caso, a las especificaciones técnicas del suministrador. REF. LSPEE 2012

ARTICULO 13 Bis.- Para la revisión y aprobación de las especificaciones técnicas del suministrador, se estará a lo siguiente:
El suministrador entregará a la Secretaría la propuesta de las especificaciones técnicas del suministrador;



ARTICULO 6o. Para los efectos del articulo anterior, la Secretaria de Energía autorizará, en su caso, los programas que someta a su consideración la Comisión Federal de Electricidad, en relación con los actos previstos en el articulo 4o. Todos los aspectos técnicos relacionados con la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica serán responsabilidad exclusiva de la Comisión Federal de Electricidad. REF. LSPEE 2012

Articulo reformado DOF 27-12-1983, 09-04-2012

ARTICULO 20.- Las obras e instalaciones eléctricas necesarias para la prestación del servicio publico de energía eléctrica, se sujetaran a las especificaciones que expida la Comisión Federal de Electricidad y que aprueba la Secretaria de Energía y a la inspección periódica de dicha Dependencia. REF LSPEE.2012

Articulo reformado DOF 27-12-1983, 09-04-2012



REQUERIMIENTOS PARA ALTA TENSION (AT) DE ACUERDO A LAS REGLAS DE INTERCONEXIÓN PARA GENERADORES DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Tensión y capacidad:

Tensión

Capacidad de generación

Equipo de protección y seccionamiento

Protecciones de Subestación y Punto de interconexión

Protecciones para líneas de transmisión de enlace

Protecciones para unidades generadoras

Registradores de disturbios

Esquemas de comunicaciones para la supervisión

Equipo de medición



Calidad de la energía

Niveles de armónicos

Variaciones periódicas de amplitud de la tensión

Desbalance y **cambios rápidos de tensión**

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

Esquemas de Control por Confiabilidad

PRUEBAS A LOS EQUIPOS

Pruebas a los aerogeneradores

Pruebas prototipo para aerogeneradores

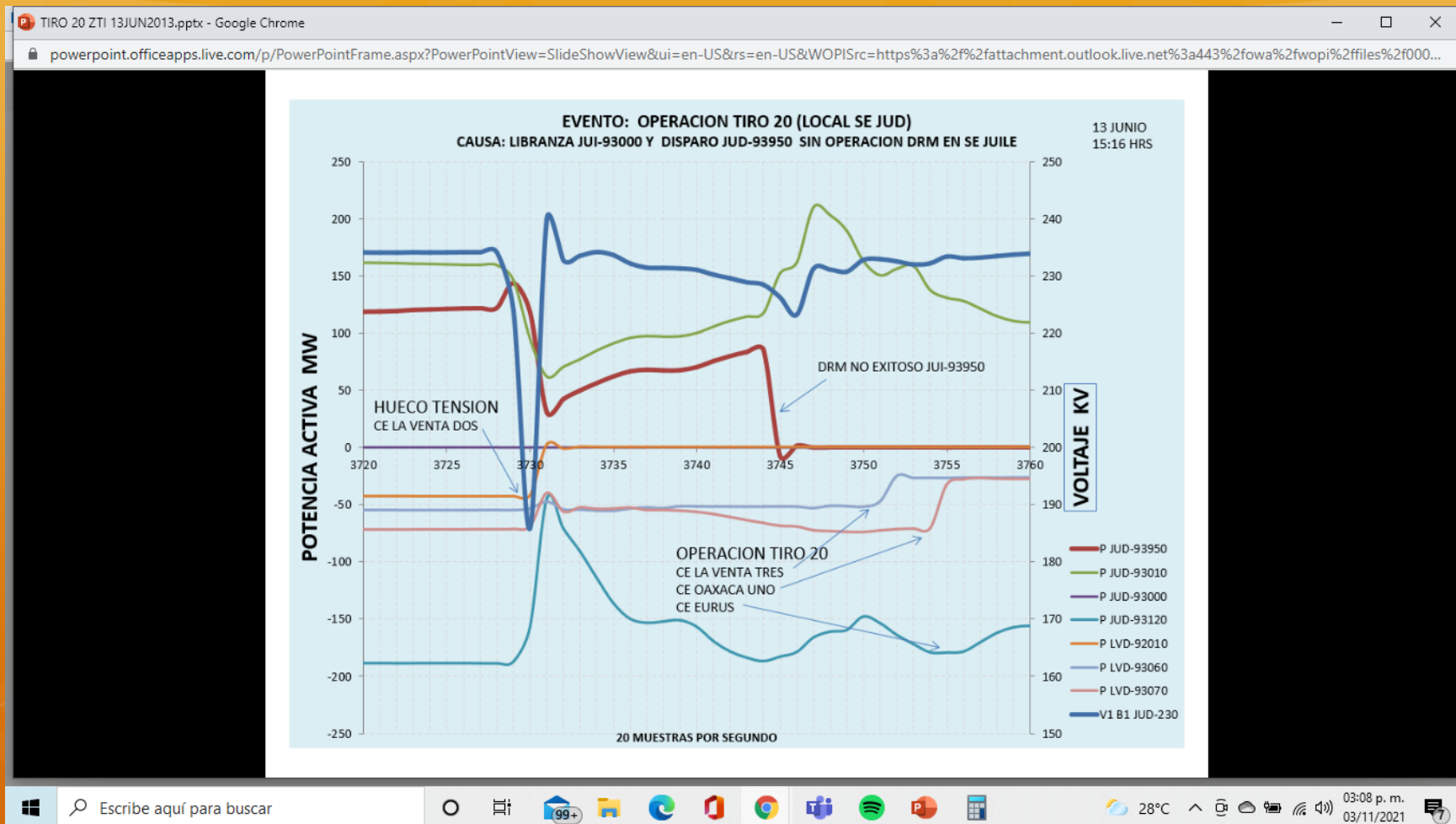
Pruebas en sitio para aerogeneradores

Pruebas a los sistemas fotovoltaicos

ESTUDIOS

POTENCIA REACTIVA

TIRO 20, ESQUEMA DE ACCIÓN REMEDIAL POR FALLA EN LA LT JUD-93050-JUI Y DISPARO TRIPOLAR





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.

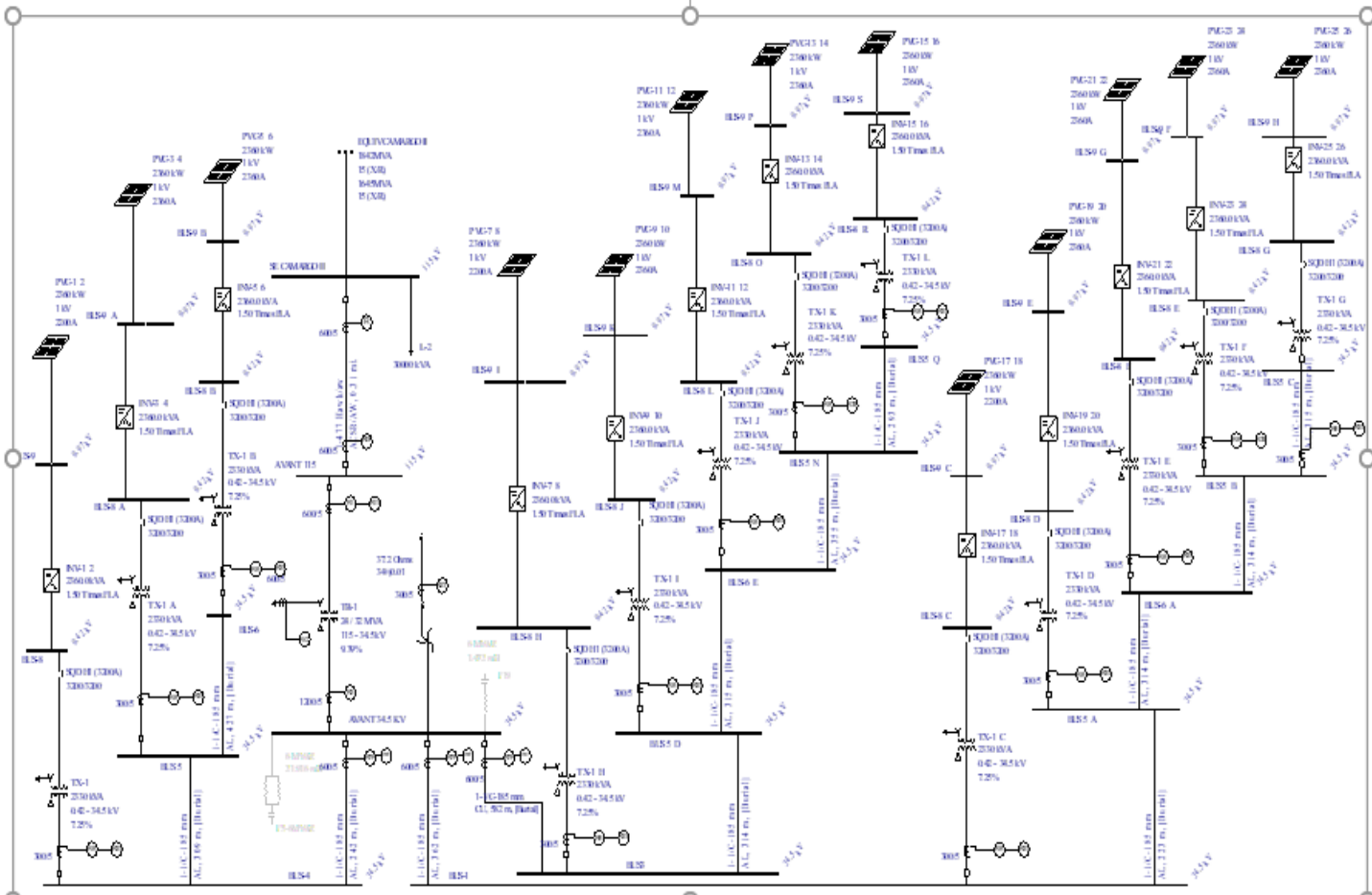


Para sistemas fotovoltaicos se deberá cumplir con las normas: IEC 62109-1 ed1.0 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems Part 1: General requirements y la IEC 62109 2 ed1.0 Part 2: Particular requirements for inverters.

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.

SIMULACIÓN DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO.

2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AVANT SOLAR, 30 MW, ZONA CAMARGO – DELICIAS, REGIÓN NORTE





RESOLUCIÓN Núm. RES/151/2016

RESOLUCIÓN POR LA QUE LA COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA EXPIDE LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL QUE CONTIENEN LOS CRITERIOS DE EFICIENCIA, CALIDAD, CONFIABILIDAD, CONTINUIDAD, SEGURIDAD Y SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL: **CÓDIGO DE RED**, CONFORME DISPONE EL ARTÍCULO 12, FRACCIÓN XXXVII DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA



El 11 de agosto de 2014 se publicaron en el DOF los Decretos por los que se expidieron, entre otras, la Ley de los Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética (LORCME) y la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), ambas publicadas el 11 de agosto de 2014.

Con fecha 20 de diciembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Energía (el Decreto de Reforma Energética).



El 28 de agosto se prevé la **constitución del CENACE** que de acuerdo al art.107 de la LIE es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios. Es el encargado de operar el M. Eléctrico Mayorista y el acceso abierto a la RNT (Red Nacional de Transmisión) y RGD (Redes Generales de Distribución).



TRANSITORIOS

Primero. El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Para efectos de la fracción III del artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la **Secretaría de Energía fijará como meta una participación máxima de 65 por ciento de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica para el año 2024, del 60 por ciento en el 2035 y del 50 por ciento en el 2050.**



CÓDIGO DE RED

Documento que establece los requerimientos técnicos mínimos para el desarrollo eficiente de los procesos de:

Planeación

Medición

Control Operativo y Físico

Acceso y uso de la

Infraestructura Eléctrica

OBJETIVO:

Incentivar el desarrollo, operación, mantenimiento, modernización y ampliación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de forma coordinada, con base en requerimientos técnicos y operativos, y de la manera más eficiente y económica.



Requerimientos para la interconexión en general

Criterio INTG - 1. Los requerimientos de interconexión se determinarán de acuerdo con las capacidades de las Centrales Eléctricas considerando las Áreas Síncronas a las que deseen interconectarse de acuerdo al **Manual Regulatorio de Interconexión**.

Criterio INTG - 2. Los requerimientos de interconexión serán aplicables o referidos al Punto de Interconexión, a menos que un requerimiento específico indique lo contrario.

Criterio INTG - 3. Para la interconexión de Centrales Eléctricas deben considerarse los siguientes **requerimientos relacionados con la estabilidad de frecuencia:**

- a. Rangos de frecuencia,
- b. Respuesta ante rapidez de cambio de frecuencia,
- c. Respuesta ante baja y alta frecuencia,
- d. Condiciones de potencia activa ante cambios de frecuencia,
- e. Limitación total o parcial de potencia activa a solicitud del CENACE,

,



- f. Condiciones para la reconexión automática,
 - g. Controlabilidad de potencia activa,
 - h. Controles primarios de frecuencia,
 - i. Desconexión ante baja frecuencia,
 - j. Control Secundario de Frecuencia
- K. Monitoreo de tiempo real del control primario de frecuencia.

Criterio INTG - 4. Para la interconexión de Centrales Eléctricas deben considerarse los siguientes requerimientos relacionados con la **estabilidad de tensión:**

- a. Rangos de tensión del punto de interconexión y tiempo de operación,
- b. Capacidad de potencia reactiva,



- c. Sistemas de control de tensión,
- d. Respuesta de corriente ante Fallas simétricas y asimétricas.
- e. Modos de control de potencia reactiva,
- f. Amortiguamiento de oscilaciones de potencia.,

Criterio INTG - 5. Para la interconexión de Centrales Eléctricas deben considerarse los siguientes requerimientos relacionados con el comportamiento de las Centrales Eléctricas en condiciones dinámicas o de Falla:

- a. Respuesta ante Fallas,
- b. Estabilidad en estado estable,
- c. Recuperación de potencia activa post Falla,
- d. Especificaciones de la respuesta de potencia activa post Falla.

Criterio INTG - 6. Para la interconexión de Centrales Eléctricas deben considerarse los siguientes requerimientos relacionados con la restauración del SEN:

- a. Reconexión después de un evento,
- b. Arranque de emergencia,
- c. Operación en isla, y
- d. Resincronización.



Criterio INTG - 7. Las Centrales Eléctricas, según su clasificación, deben cumplir con los siguientes requerimientos generales de administración del SEN:

- a. Esquemas de control y ajustes,
- b. Esquemas de Protección y ajustes,
- c. Esquemas de Acción Remedial y Esquemas de Protección de Sistema,
- d. Prioridad de protección y control,
- e. Intercambio de información,
- f. Tasas de cambio de potencia activa,
- g. Pérdida de estabilidad o control angular,
- h. Instrumentación,
- i. Modelos de simulación,
- j. Equipos para operación o seguridad del sistema,
- k. Métodos de aterrizamiento del neutro,
- l. Sincronización de Centrales Eléctricas,
- m. Filtros para armónicos (en caso de requerirlo).



Criterio INTG - 8. Las Centrales Eléctricas deben cumplir con los valores y rangos definidos durante la operación normal respecto a la Calidad de la energía. Estos requerimientos estarán orientados a atender los siguientes aspectos:

- a. Desbalance máximo en estado estable,
- b. Variaciones máximas de tensión,
- c. Variaciones periódicas de amplitud de la tensión,
- d. Severidad de parpadeo,
- e. Variaciones rápidas de tensión,
- f. Contenido armónico máximo,
- g. Inyección de corriente directa.

Criterio INTG - 9. La interconexión física de Centrales Eléctricas se realizará por instrucciones del CENACE hacia el Transportista o Distribuidor, según corresponda, previa comprobación realizada por una Unidad Verificadora o Unidad de Inspección, según corresponda, de que se cumplan con las características específicas de la infraestructura requerida para la interconexión.

g. 1



Los tipos de Análisis que integrarán los Estudios de Interconexión o Conexión son:

- a. Análisis en Estado Estable;**
- b. Análisis de Estabilidad Transitoria;**
- c. Análisis de Corto Circuito;**
- d. Análisis de Coordinación de EAR y EPS, y**
- e. Análisis de Calidad del Servicio de la Energía.**

NOTA: LAS ESPECIFICACIONES DE CFE SIGUEN APLICANDO



CONCLUSIONES:

Siempre que se interconecta una unidad generadora al sistema De Transmisión y/o Distribución, se requieren reglas claras , los estudios son indispensables para evitar afectaciones al sistema eléctrico, sea en MT o AT.

A partir de la entrada en operación de las primeras centrales de PIE (2006) con paquetes de ciclos combinados de 500MW o más, la CFE ha participado en todos los casos. Al principio se utilizaba la normativa existente y se integraban a los contratos con el Productor, siendo la División de Administración de Contratos de Productores Externos quién coordinaba las actividades en el seguimiento de la puesta en operación de la central.

Actualmente se cuenta con herramientas digitales más eficientes para Simular las condiciones de operación de los generadores, bajo estado estable o dinámico.



CONCLUSIONES:

Se cuenta con guías de parámetros de calidad de energía basadas en la experiencia del sistema eléctrico (CFE-L000070), utilizando equipos de medición de alta frecuencia de muestreo, pudiendo detectar el más mínimo transitorio, Armónicos, desbalances, caídas de tensión, etc. Con este tipo de sistemas es factible ubicar las áreas con mayor cantidad de sags, swells y su duración, lo que puede ayudar a analizar la ubicación de los nuevos centros de generación, además de las necesidades por la ubicación de las cargas y disponibilidad de la Red de Transmisión.

Cómo se pudo observar, fue evolucionando la forma de establecer las reglas de interconexión. Los requisitos de protección de las interconexiones también han evolucionado a través de los años. En los 1980s, el IEEE participó en el desarrollo de recomendaciones y directrices para la interconexión de generadores privados. La Norma ANSI/IEEE 1001-1988 [1] proporcionó las directrices básicas que adoptaron muchas empresas eléctricas para la interconexión--



CONCLUSIONES:

de pequeños generadores de IP (generalmente de menos de 5 MW) a sus sistemas.

En los años 1990 La CFE adoptó algunas de estas normas para poder integrar los nuevos generadores privados o de PEMEX (Cogeneradores) a la red de subtransmisión.

A fines de los 1990 CFE transmisión ya contaba con una sólida infraestructura normativa que podía aplicar perfectamente a la interconexión de generadores mucho más grandes. Ésta se aplicó y se incluyó en los contratos con los PIEs y Autoabastecimiento principalmente.

En 2012 con la RES/119/2012 se establecen los criterios para la integración al sistema, de centrales de energía renovables.

En 2016 aparece RES/151/2016 que considera el Código de Red, un documento que aplica tanto para cargas como Centrales de generación, se establece el MANUAL REGULATORIO DE INTERCONEXIÓN,----



CONCLUSIONES:

En el cual se definen las reglas que aplican a la interconexión, establece los requisitos , define las obligaciones y derechos que deben observarse en las solicitudes de interconexión y conexión, Incluyéndose la mecánica bajo la cual se lleva a cabo el análisis y la atención de los estudios de interconexión y conexión a la RNT y las RGD.



FIN