

## **RESOLUCIÓN 157-15**

### **EL ADMINISTRADOR DEL MERCADO MAYORISTA**

#### **CONSIDERANDO:**

**Que el Artículo 44 del Decreto 93-96 del Congreso de la República, Ley General de Electricidad, determina la conformación del Ente Administrador del Mercado Mayorista, señalando su conformación, funcionamiento y mecanismos de financiamiento.**

#### **CONSIDERANDO:**

**Que es función del Administrador del Mercado Mayorista, garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica del País, tomando en consideración, la coordinación de la operación, el establecimiento de precios de mercado dentro de los requerimientos de calidad de servicio y seguridad; y administrando todas las transacciones comerciales del Mercado Mayorista.**

#### **CONSIDERANDO:**

**Que de conformidad con las normas vigentes, corresponde al Administrador del Mercado Mayorista, emitir las Normas de Coordinación que permitan completar el marco regulatorio de la operación del Mercado Mayorista, debiendo consecuentemente después de su emisión, remitirlas a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, para su aprobación.**

#### **POR TANTO:**

**En uso de las facultades que le confieren los Artículos 1, 2, 13, literal j), 14 y 20, literal c) del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.**

#### **EMITE:**

La siguiente;

#### **Norma de Coordinación Operativa No. 4**

**Artículo 1. Contenido de la Norma.**

### **DETERMINACIÓN DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD Y NIVELES MINIMOS DE SERVICIO**

#### **4.1 FUNDAMENTOS**

El AMM controlará permanentemente que la operación del SNI se efectúe dentro de los niveles de calidad especificados en las Normas Técnicas y en el presente capítulo de las NCO. En tal sentido ejecutará y hará ejecutar las acciones que estime necesarias, tanto en condiciones de operación normales como de emergencia.

## **4.2 Criterios de calidad y confiabilidad**

- 4.2.1 La CNEE definirá en las Normas Técnicas los criterios de calidad y confiabilidad para condiciones normales, de emergencia y excepcionales.
- 4.2.2 Todos los Participantes deberán instalar de acuerdo a lo que defina la CNEE en las Normas Técnicas, los sistemas de protección necesarios para evitar daños a sus equipos por fallas originadas dentro de sus instalaciones o en el SNI y la propagación de aquéllas a equipos de otros Participantes.
- 4.2.3 Los criterios indicados en el presente capítulo de las NCO podrán ser convalidados o modificados posteriormente por el AMM sobre la base de estudios técnico-económicos de la operación del SNI, tomando en cuenta los sistemas interconectados.
- 4.2.4 Cualquier Participante podrá requerir a su costo servicios complementarios que mejoren la calidad de desempeño del SNI o de una parte de éste respecto de los niveles programados por el AMM.
- 4.2.5 Todos los agentes y participantes del MM deberán integrarse a los esquemas de control suplementario (ECS) que con criterio técnico y económico el AMM juzgue necesario implementar para preservar la seguridad del Sistema Nacional Interconectado o de la mayor parte del mismo que sea posible. Estos esquemas podrían ser, entre otros: Esquema de Desconexión Automática de Carga por Baja Frecuencia (EDACBF), Esquema de Desconexión Automática de Carga por Bajo Voltaje (EDACBV), Esquema de Desconexión Automática de Transmisión por Alto Voltaje (EDATAV), Esquema de Disparo Automático de Generación (EDAG), Esquema de Separación Controlada en Islas (ESCI).

## **4.3 Reservas operativas**

### **4.3.1 Definiciones**

Las reservas operativas incluyen:

- (a) Reserva Rodante, definida como la suma de la capacidad de generación sincronizada disponible en el SNI, que sirve para cubrir incrementos imprevistos de demanda y contingencias de generación o de transporte de energía;
- (b) Reserva Rápida, definida como la generación que puede ser arrancada y conectada al SNI en un plazo no superior a una (1) hora;

- (c) Reserva Fría, definida como la generación que puede ser arrancada y conectada al SNI en un plazo comprendido entre una (1) y cuarenta y ocho (48) horas.

#### **4.3.2 Márgenes de reserva**

4.3.2.1 Los márgenes de reserva a mantener en todo momento serán los siguientes:

- (a) Reserva Rodante: De 0:00 horas a 4:59 horas, 7% de la potencia generada en el SNI. De 5:00 horas a 17:59 horas, 6% de la potencia generada en el SNI. De 18:00 horas a 21:59 horas, 5% de la potencia generada en el SNI. De 22:00 horas a 24:00 horas, 7% de la potencia generada en el SNI. En todo caso, por requerimientos operativos, la reserva rodante no deberá ser menor que 30 MW.
- (b) Reserva Rodante más Reserva Rápida: Todas las unidades comprometidas en el Mercado a Término que tengan tiempos de arranque y conexión no superior a una (1) hora, deberán permanecer en disponibilidad durante las veinticuatro horas del día para ser convocadas por el CDC. La capacidad disponible como reserva rápida deberá ser como mínimo igual a la capacidad que corresponda a la reserva rodante. Cuando la capacidad disponible como reserva rápida en el SNI no iguale al valor mínimo requerido, se remunerarán unidades con tiempos de arranque y conexión no superior a una (1) hora y que no formen parte del Mercado a Término, para que estén disponibles dentro de la reserva rápida, a fin de alcanzar la capacidad en reserva rápida requerida.

4.3.2.2 Las unidades con tiempos de arranque y conexión no superior a una (1) hora que formen parte del Mercado a Término, no serán objeto de remuneración por concepto de Reserva Rápida.

4.3.2.3 La Reserva Fría será comercializada exclusivamente mediante Contratos a Término entre Participantes Consumidores y Generadores o entre distintos Generadores a fin de hacer frente a eventuales contingencias. Su liquidación no estará a cargo del AMM.

4.3.2.4 El AMM podrá celebrar acuerdos con los países interconectados a fin de compartir los servicios de reservas operativas, estipulando las condiciones técnicas, operativas y económicas, de lo cual informará a los participantes del MM.

#### **4.4 Regulación de frecuencia**

##### **4.4.1 Definición**

4.4.1.1 La frecuencia nominal del SNI es 60 Hz y permanecerá constante mientras haya un balance exacto entre la generación y la demanda más las pérdidas.

4.4.1.2 La frecuencia del SNI deberá mantenerse dentro de los límites establecidos en las Normas Técnicas para condiciones normales y de emergencia. En tanto la CNEE no defina estos valores los límites serán, en condiciones normales 59.9 Hz y 60.1 Hz, en condiciones de emergencia 59.8 Hz y 60.2 Hz.

4.4.1.3 A fin de suministrar una base de tiempo confiable para equipos que utilizan la frecuencia de línea a tal efecto, el AMM procurará que el error de tiempo tienda a cero. La corrección se iniciará cuando la desviación sea de treinta (30) segundos.

4.4.1.4 El control de frecuencia se obtiene por los siguientes medios:

- (a) Regulación Primaria: mediante el gobernador de las unidades generadoras;
- (b) Regulación Secundaria: mediante unidades generadoras con control automático de generación o control local de frecuencia;
- (c) órdenes del AMM para modificar el valor de referencia de los gobernadores anticipándose a cambios en la demanda;
- (d) reducción de tensión (ver punto 4.4.4.1 de estas NCO) para disminuir la carga del SNI;
- (e) reducción manual de carga;
- (f) actuación de los relés de desconexión de cargas por baja frecuencia;
- (g) esquema de desconexión automática de generadores por alta frecuencia.

4.4.1.5 El AMM podrá celebrar acuerdos con los países interconectados a fin de compartir el servicio de regulación de frecuencia, estipulando las condiciones técnicas, operativas y económicas.

#### **4.4.2 Regulación Primaria de Frecuencia**

Todas las unidades generadoras deberán operar con sus gobernadores desbloqueados, salvo autorización en contrario del AMM. Su estatismo deberá ajustarse a niveles establecidos por el AMM, comprendidos entre 2 y 6 %. La banda muerta deberá ser inferior al 0,1 % (0,06 Hz):

#### **4.4.3 Regulación Secundaria de Frecuencia**

4.4.3.1 Una vez que el AMM disponga del equipamiento adecuado, los Generadores con unidades habilitadas para control automático de generación deberán acatar inmediatamente las instrucciones del AMM para conectarlo o desconectarlo.

4.4.3.2 La capacidad total bajo control automático deberá mantenerse en principio como mínimo a 5% de la potencia generada en el SNI. En condiciones normales de operación el AMM procurará que el control automático no alcance los valores límites.

4.4.3.3 En tanto el AMM no disponga del equipo adecuado para implementar el Control Automático de Generación, la regulación continua de frecuencia podrá encomendarse a una o un grupo de plantas equipadas para tal fin.

#### **4.4.4 Reducción de tensión**

- 4.4.4.1 Si el AMM detectara que la frecuencia del SNI hubiera caído o estuviera por caer por debajo de 59,7 Hz y no dispusiera de reservas de generación suficientes para restablecerla a valores normales, declarará una condición de emergencia y ordenará a los agentes tomar acciones específicas a fin de lograr una reducción de los niveles de tensión del SNI. Esta reducción se efectuará hasta valores que no pongan al sistema en riesgo inminente de caer en un colapso de tensión (véase punto 4.6.1.1. inciso c) de estas normas), o bien hasta valores que mediante estudios adecuados se determine que aún son seguros.
- 4.4.4.2 Una vez superada la situación el AMM ordenará el restablecimiento de los valores de tensión normales.

#### **4.4.5 Reducción manual de carga**

Si, durante una condición de emergencia, el AMM detectara que la frecuencia del SNI hubiera caído o estuviera por caer por debajo de 59,5 Hz y no dispusiera de reservas de generación suficientes para restablecerla a valores normales, ordenará a los Distribuidores y Grandes Usuarios Participantes del MM la desconexión manual de carga conforme las ofertas de demanda interrumpible. Si esta medida no fuera suficiente para restablecer la frecuencia por lo menos hasta el valor de 59.5 Hz, entonces se administrará el déficit conforme lo expuesto en el Artículo 42 del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.

#### **4.4.6 Desconexión automática por baja frecuencia**

- 4.4.6.1 A fin de asegurar el balance entre generación y demanda en condiciones de emergencia, por lo menos el 45 % de la carga del SNI debe estar controlado por equipos de desconexión automática por baja frecuencia. Sólo las cargas esenciales (hospitales, comisarías, cuarteles de bomberos, estaciones de radio y TV, torres de control de aeropuertos y otras instalaciones de seguridad pública) no formarán parte de este esquema, al que se denominará Esquema de Desconexión Automática de Carga por Baja Frecuencia (EDACBF).
- 4.4.6.2 Para establecer el EDACBF se efectuarán los estudios técnicos correspondientes, los que deberán tomar en consideración a los sistemas interconectados con Sistema Nacional Interconectado. El número y los valores de frecuencia de disparo de las etapas de desconexión de carga por baja frecuencia, se establecerán de acuerdo a los resultados de los estudios correspondientes, asignándose a los agentes consumidores un porcentaje de participación igual al porcentaje que su demanda representa con relación a la demanda total del sistema Nacional Interconectado. Se procurará en la medida que sea posible, que la carga a desconectar se distribuya en todas las etapas del Esquema y que tenga la mayor dispersión geográfica. Los relés de disparo de las unidades generadoras deberán ajustarse conforme los valores que se determinen en los estudios técnicos correspondientes.

#### **4.5 Control de potencia reactiva y tensión**

#### **4.5.1 Definición**

- 4.5.1.1 El control de las tensiones del SNI es crítico para asegurar que los niveles de tensión de los usuarios permanezcan dentro de valores aceptables como para no producir daños a equipos por alta o baja tensión.
- 4.5.1.2 El mantenimiento de las tensiones cerca de los máximos niveles de seguridad reduce las pérdidas del SNI y la vulnerabilidad a un colapso de tensión y a problemas de estabilidad estática o dinámica.
- 4.5.1.3 La provisión de un servicio satisfactorio incluye también el control de desbalance de tensiones y de armónicas.
- 4.5.1.4 El control de tensión se obtiene por los siguientes medios:
  - (a) generadores sincrónicos equipados con reguladores de tensión, los cuales, complementados con lazos estabilizantes (PSS), pueden contribuir a mejorar la estabilidad dinámica del SNI;
  - (b) compensadores sincrónicos o compensadores estáticos de VAR's;
  - (c) capacitores o reactores;
  - (d) conmutadores de tomas en transformadores y/o auto transformadores;
  - (e) Unidades Generadoras Forzadas.
  - (f) Desconexión Automática de Carga por Bajo Voltaje (DACBV).
  - (g) Desconexión Automática de Transmisión por Alto Voltaje (DATAV).
- 4.5.1.5 En las Normas Técnicas se definen los límites admisibles de tensión en el SNI en condiciones de operación normales y de emergencia.

#### **4.5.2 Responsabilidades**

- 4.5.2.1 El AMM es responsable de determinar los niveles de tensión en cada subestación que forme parte del sistema de transporte para una operación segura del SNI, de comunicarlos a los Participantes responsables y a los conectados directamente a cada una de ellas y de operar el SNI de manera que esos niveles se mantengan. En los casos de subestaciones que formen parte de una red de distribución que esté cumpliendo función de transportista, el Agente Distribuidor definirá y el AMM aprobará, los niveles de tensión de las mismas para una operación segura de dicha red.
- 4.5.2.2 Si se observaran oscilaciones en el SNI el AMM efectuará estudios y determinará eventualmente la instalación de lazos estabilizantes (PSS) en determinadas unidades generadoras. Dicha instalación será efectuada por los respectivos Generadores, a quienes el AMM otorgará un plazo razonable para ello y será costeadada conforme lo estipula la Ley y sus Reglamentos.

4.5.2.3 Los Participantes del MM a cuyo cargo estén los equipos de control mencionados anteriormente deberán acatar las instrucciones para su operación que reciban del AMM. Cualquier problema que impida cumplir con los requerimientos del AMM deberá ser comunicado de inmediato a éste.

#### **4.5.3 Desbalance de corrientes y tensiones, contenido armónico y fluctuaciones de tensión**

Lo referente a estos aspectos se regirá conforme lo contemplado en las Normas Técnicas emitidas por la CNEE.

### **4.6 Estabilidad del SNI**

#### **4.6.1 Definiciones**

El SNI está sujeto a varios tipos de perturbaciones mayores debido a problemas de estabilidad. Ellos son:

- (a) Inestabilidad transitoria: normalmente es resultado de una falla y/o pérdida de generación que origina oscilaciones no amortiguadas entre partes del sistema, las cuales pueden conducir a su separación en pocos segundos.
- (b) Inestabilidad dinámica: cuando el sistema es operado muy cerca de una condición inestable pueden aparecer pequeñas oscilaciones no amortiguadas sin una causa aparente.
- (c) Inestabilidad de tensiones: cuando las tensiones caen a niveles inferiores a los mínimos controlables por los equipos de control de tensión puede llegarse al colapso de tensiones.

#### **4.6.2 Responsabilidades por los estudios de estabilidad**

4.6.2.1 Será responsabilidad del AMM el desarrollo o la supervisión del desarrollo de todos los estudios necesarios para establecer zonas de operación segura que permitan superar problemas de estabilidad debidos a desconexiones y condiciones operativas creibles.

4.6.2.2 Todos los Participantes del MM deberán suministrar los datos e información necesarios para los estudios.

#### **4.6.3 Responsabilidades por la operación estable**

Las responsabilidades por la operación estable del SNI serán las siguientes:

- (a) el AMM debe operar el SNI dentro de las zonas de operación segura definidas por los estudios periódicos de estabilidad;
- (b) los Generadores deben cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) mantener sus equipos de control de tensión para asegurar que el SNI disponga de un soporte reactivo total;
  - (2) mantener en todo momento la capacidad reactiva de diseño de sus equipos;
  - (3) no desconectar sus equipos durante perturbaciones del SNI, salvo que existan condiciones preestablecidas de alta o baja frecuencia o tensión que pudieran dañarlos;
- (c) los Distribuidores y Grandes Usuarios Participantes del MM deben mantener todos los equipos de control de tensión de sus sistemas de manera que puedan operar según las previsiones y contribuir con la amortiguación de fenómenos transitorios.

## **4.7 Recuperación del servicio**

### **4.7.1 Responsabilidades**

Todos los Participantes del MM deben cumplir las instrucciones del AMM para asegurar la recuperación del SNI en forma rápida, segura y sin inconvenientes.

### **4.7.2 Recuperación luego de una desconexión parcial del sistema**

Cuando se hayan establecido una o más islas de operación estable se procederá como sigue:

- (a) el AMM evaluará rápidamente, con la información que le brinden los Participantes del MM, el estado del SNI y determinará el grado y naturaleza de los daños sufridos por las instalaciones;
- (b) el o los Participantes responsables de las instalaciones dañadas deberán planificar las reparaciones provisorias o definitivas a encarar;
- (c) se estabilizarán las islas separadas a 60 Hz y se las resincronizará en la medida de lo posible;
- (d) se suministrará energía auxiliar a las centrales más importantes para permitir el arranque de sus unidades y su posterior sincronización, cuando el AMM lo ordene;
- (e) se arrancarán todas las unidades que, a juicio del AMM, sean necesarias para facilitar el proceso de recuperación y se las sincronizará cuando lo indique el AMM;
- (f) se arrancarán las unidades aptas para arranque en negro en las áreas fuera de servicio y se las sincronizará cuando se restablezca la tensión en el punto de conexión de la central y el AMM lo ordene;

- (g) el AMM ordenará la toma de carga por las unidades generadoras, cuidando de no sobrecargar el sistema de transmisión ni provocar caídas de tensión inadmisibles;
- (h) se restablecerá lo más rápidamente posible alimentación auxiliar a todas las subestaciones fuera de servicio a fin de posibilitar las maniobras de reenergización de líneas, cuidando que éstas no ocasionen sobretensiones;
- (i) el AMM instruirá a los Distribuidores la iniciación del proceso de recierre de alimentadores abiertos, evitando sobrecargas o caídas de tensión excesivas en el sistema de transmisión, sobrecargas en los alimentadores y una disminución de la Reserva Rodante hasta niveles inseguros; en la medida que sea técnicamente posible, se dará prioridad al recierre de cargas esenciales y luego a aquellas cargas que tengan contrato de suministro con los generadores que se vayan reintegrando a la operación;
- (j) se evitará la toma de carga por unidades generadoras aisladas, salvo que resultara imposible su previa sincronización con islas estables y que tales unidades estuvieran habilitadas para aquella operación.

#### **4.7.3 Recuperación luego de una desconexión total del sistema**

Luego de una desconexión total del sistema deberán adicionarse los siguientes pasos a los indicados para apagones parciales:

- (a) deberán arrancarse las unidades aptas para arranque en negro y para toma de carga en forma aislada, iniciándose un proceso de energización de líneas y subestaciones y de toma de carga local;
- (b) el proceso anterior deberá extenderse con el agregado de generación local y de otras líneas, subestaciones y cargas;
- (c) una vez establecidas varias islas autosuficientes y estables, deberán extenderse para permitir su sincronización con las islas vecinas;
- (d) dependiendo de la duración y extensión del apagón, deberá recargarse las baterías de centrales y subestaciones antes de reponer en servicio estas instalaciones y escalonar la energización de alimentadores para evitar su sobrecarga y facilitar la estabilización de la carga.

#### **DISPOSICIONES TRANSITORIAS.**

En tanto se finalicen los estudios técnicos correspondientes para la determinación Esquema de Desconexión Automática de carga por Baja Frecuencia, los distribuidores participarán de acuerdo a las etapas, valores de frecuencia y porcentajes de carga a desconectar de acuerdo al "ESQUEMA DE DESCONEXIÓN DE CARGA POR BAJA FRECUENCIA DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS INTERCONECTADOS CEL – INDE" Elaborado por representantes del INDE, EEGSA y CEL, en mayo de 1996.

**Artículo 2. PUBLICACION Y VIGENCIA.** La presente norma cobra vigencia a partir de su aprobación y deberá publicarse en el Diario Oficial.

**Artículo 3.** Pase a la comisión Nacional de Energía Eléctrica para que en cumplimiento del Artículo 13, Literal j) del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista se sirva aprobarlas.

**Artículo 4.** Se derogan todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente norma.

Dada en la Ciudad de Guatemala el treinta de Octubre de dos mil.