28 de febrero de 2019

Licenciado
Roberto Meana Meléndez
Administrador General
Autoridad Nacional de los
Servicios Públicos.
Edificio Office Park.
Vía España y Vía Fernández de Córdoba

Yo **ALCIBIADES MAYTA THACHAR, CIP 8-108-751**, actuando en mi propio nombre y representación, y según lo requerido en la Resolución AN No. 13100-Elec. de 4 de febrero de 2019, presento la nota remisoria a la que adjunto la documentación que contiene los comentarios, realizados por mi persona a la consulta pública 003-2019 para la modificación de los artículos 56 y 57 del Capítulo V.12 del Título V del Régimen de Distribución y Comercialización, aprobadas mediante Resolución AN No. 411-Elec de 16 de noviembre de 2006 y sus modificaciones, y nuevo procedimiento para la aplicación de dichos artículos.

Atentamente,

A. Mayta Thachar

Alcibíades Mayta T

CIP 8-108-751

CONSULTA PÚBLICA 003-2019

COMENTARIOS

28 DE FEBRERO DE 2019

ALCIBÍADES MAYTA THACHAR

Comentarios a la propuesta de modificación de los Artículos 56 y 57 del Régimen de Suministro del Reglamento de Distribución y Comercialización.

Soy ALCIBÍADES MAYTA THACHAR, CIP 8-108-751, Ingeniero Electricista con idoneidad No 72- 013 -005, Ingeniero Civil con idoneidad No. 66-006-021, Maestría en Ingeniería Eléctrica, con especialización en Sistemas de Potencia, Maestría en Ingeniería de Control, con 48 años de ejercicio profesional en el campo de la ingeniería eléctrica, de los cuales durante 26 años laboré en el desaparecido Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación desempeñando, entre otros cargos, el de Jefe de Mantenimiento de la Central Hidroeléctrica de Bahía las Minas, Jefe de Montaje de Electromecánico de la Central Hidroeléctrica de Bayano y, al culminar la construcción de esta, fui su primer Superintendente. Fui Jefe de Protección en l Gerencia de Transmisión del IRHE y Jefe del Departamento de Ingeniería de Distribución en la Dirección Ejecutiva de Distribución. A la fecha presente, tengo cerca de 37 años de ejercer como docente en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá, en donde, a partir de septiembre de 1997, paseé de ser profesor de tiempo parcial a Profesor Titular Regular al tomar posesión de una cátedra que obtuve por concurso de méritos. He dictado, y dicto, cursos de Circuitos Eléctricos, Conversión de la Energía, Calidad de la Energía, Protección de Sistemas de Potencia, Análisis de Sistemas de Potencia, Transitorios en Sistemas de Potencia, Diseño de Líneas y Subestaciones. También poseo el Título de Licenciado en Derecho y Ciencias Políticas, Idoneidad 21,569, Maestría en Derecho Procesal.

La razón de la introducción anterior es por respeto a quien pudiera interesar este documento, para que tenga conocimiento de que muchas de las citas y comentarios, de índole científico, que se presente en el desarrollo de esta exposición no son de carácter subjetivo sino que están respaldadas por el conocimiento científico, desarrollado por la humanidad a lo largo de los siglos, aparte de la experiencia real y efectiva, de mi persona, con relación al Sistema de Potencia Eléctrico Panameño o Sistema Interconectado Nacional (SIN) y las leyes de la naturaleza que rigen el Universo en el que vivimos.

Mi posición:

Como ciudadano, como cliente del servicio público de electricidad, como profesional en el sector eléctrico y como profesor universitario no puedo dejar de estar de acuerdo en la importancia de un

AMT

servicio público de electricidad, confiable, seguro, con continuidad razonable y tarifas cónsonas con los costos necesarios para producir un servicio satisfactorio. No obstante, es necesario comprender que no se pueden tener expectativas ideales con relación a los sistemas eléctricos cuyo comportamiento medular está regido por las leyes físicas de la naturaleza y no, las leyes desarrolladas por los seres humanos. Las leyes que rigen los sistemas eléctricos existen desde antes que apareciera el género humano en la Tierra; de modo que sería presuntuoso pensar que el hombre pueda exigir, a los sistemas eléctricos, un comportamiento diferente al que dictan sus propias leyes.

Las modificaciones propuestas a los Artículo 56 y 57, del Régimen de Suministro, propenden obtener un comportamiento ideal e irrealizable de los sistemas eléctricos, en general y desatienden principios científicos conocidos y transmiten la impresión de que el propietario de los equipos, susceptibles de daño, no tiene ninguna responsabilidad de cuidado con esto, cuando es, precisamente, todo lo contrario. Es así, que mi posición es que las propuestas de modificación no sean aceptadas tal como están redactadas. Igual rechazo debería recibir por parte de todos los agentes del mercado y por la comunidad científica panameña y la sociedad en general, porque, de ponerse en vigencia dichas modificaciones, las tarifas eléctricas tendrán que llegar a valores exorbitantes o si no, se provocará la quiebra de todos los agentes del mercado, al no poder transferir los costos que impondría una regulación que atenta contra el principio de eficiencia económica que propugna la Ley 6 de 1997.

Más que la modificación de solo dos artículos se requiere la revisión completa de las Normas de Calidad del Servicio Técnico, del Anexo B, de la Resolución AN No. 6001-Elec de 13 de marzo de 2006, y una interpretación correcta, no subjetiva, de los artículos de la Ley 6, relacionados con el tema de reclamos o daños y perjuicios, para que no pretendan competir o subrogar las leyes físicas del Universo en el que vivimos.

Dicho lo anterior, procedemos a presentar nuestros comentarios:

1. Las modificaciones propuestas, a los Artículos 56 y 57, del Régimen de Suministro, están relacionados con las reclamaciones por daños y perjuicios que puedan presentar los clientes ante la empresa distribuidora. Este aspecto, en el mercado eléctrico panameño, debe verse con la mayor seriedad y respeto a los asuntos técnicos, de modo que se garantice que la

AHQ

persona afectada pueda ejercer su derecho en forma rápida, eficaz y sin mayores complicaciones. No obstante, para reclamar, el reclamante necesita conocer cuáles son las caracterices del suministro que contrató, para conocer si está recibiendo el producto convenido o no. De lo contrario se generan falsas expectativas al comprobar que lo que se recibe no es lo que cada uno suponía debía recibir lo que enturbia la relación entre el cliente y el prestador al generarse malos entendidos.

2. **Del desconocimiento de las características del producto eléctrico:**

Citamos el Artículo 49 de la Constitución Política

> ARTICULO 49. El Estado reconoce y **garantiza el derecho de toda persona a obtener bienes y servicios de calidad, información veraz, clara y suficiente sobre las características y el contenido de los bienes y servicios que adquiere**; así como a la libertad de elección y a condiciones de trato equitativo y digno.
>
> La Ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, su educación y los procedimientos de defensa del consumidor y usuario, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la trasgresión de estos derechos. (Énfasis y subrayado suplidos)

El servicio que presta la distribuidora es proveer el suministro eléctrico. El suministro eléctrico, físicamente, es la onda de voltaje que presenta la red del distribuidor en el punto de conexión con la red del cliente. También, el suministro eléctrico debe ser capaz de proveer la potencia y energía contratada. Sin embargo, la onda de voltaje está sujeta, en ocasiones, a perturbaciones transitorias y el propio suministro puede ser interrumpido, es decir que la expresión "prestación regular y continua", del servicio eléctrico de distribución, que propugna la Ley 6 de 1997, no puede interpretarse de modo absoluto como si significase que nunca pudiese haber interrupciones. Esto fue aclarado en la Resolución JD-1231 de 25 de octubre de 2007, en la que la ASEP, refiriéndose al ´termino confiabilidad, aclaró que: "La definición propuesta para el término "confiabilidad" **no implica o significa una ausencia total de interrupciones en el suministro eléctrico,** sino que la misma guarda relación con el nivel de calidad exigido para las interrupciones del servicio." (Subrayado suplido)

AHC

De libro "The Art of Science of Protective Relaying" de Rusell Mason[1] que es un libro clásico en el tema de Protección de los Sistema de Potencia, extraemos lo siguiente:

> "Las previsiones para la operación normal implican el mayor gasto para equipo y operación, pero un sistema diseñado de acuerdo con este solo aspecto podría no cumplir posiblemente los requerimientos de los tiempos presentes. Las fallas en los equipos eléctricos podrían causar indisponibilidades intolerables.
>
> Debe haber previsiones adicionales para minimizar el daño a equipos e interrupciones al servicio cuando las fallas ocurren.
>
> Dos recursos están abiertos: (1) incorporar características de diseño dirigidas a prevenir las fallas, y (2) incluir previsiones para mitigar los efectos de la falla cuando esto ocurre. El diseño de los sistemas de potencia modernos emplea varios grados de ambos recursos, tal como es dictado por la economía de cualquier situación particular. Avances notables continúan siendo hechos hacia una mayor confiabilidad. Pero también, mayor dependencia está siendo colocada en la potencia eléctrica.
>
> Consecuentemente, aunque la probabilidad de falla sea disminuida, la tolerancia del posible daño al servicio también es disminuida. **Pero es fútil o al menos no económicamente justificable tratar de prevenir las fallas completamente. Tarde o temprano la ley de los rendimientos decrecientes se hará sentir por sí misma. Donde esto ocurre variará entre sistemas y entre partes de un sistema, cuando este punto es alcanzado, son desalentados los gastos adicionales para la prevención de fallas. Es mucho más beneficioso, entonces, permitir que algunas fallas ocurran y proveer medios para mitigar sus efectos**." (Subrayado suplido)

En miles de otros libros y en la bibliografía mundial se reconoce, sin discusión, que el sistema eléctrico, y por tanto el suministro que de él se deriva, no es de naturaleza ininterrumpida y que es susceptible de tener interrupciones y perturbaciones y, por tanto, los equipos eléctricos deben ser capaces de tolerar el comportamiento del ambiente eléctrico en el que deben funcionar o ser protegidos.

En Panamá se ha establecido una posverdad con relación al suministro eléctrico consistente en culpar a la interrupción eléctrica de cuanto daño ocurre a equipos eléctricos y utilizar la expresión "fluctuación de voltaje" de manera incondicional sin saber qué significa. El servicio eléctrico ideal no existe y si, se procurase lograr tal ideal,

[1] General Electric: http://www.gegridsolutions.com/multilin/notes/artsci/artsci.pdf

esto, aparte de ser contrario a la práctica de una buena ingeniería, sería tan excesivamente costoso que nadie podría pagar por su consumo.

Otra posverdad, existente en Panamá, es con relación a los transitorios eléctricos que popularmente se califican como fluctuaciones de voltaje y se tiene la creencia que son una manifestación de mal funcionamiento y no, como lo que son, la respuesta natural del sistema eléctrico ante un cambio de estado..

Presentaremos algunas citas de autores de reconocida reputación internacional en el campo de los Sistemas Eléctricos de Potencia:

Transients en Power Systems,
Electrical Transients in Power Systems
Allan Greenwood
Segunda Edición

> **"Nociones fundamentales acerca de transitorios eléctricos.**
>
> **Introducción**
>
> Un transitorio es la manifestación externa de un cambio súbito en las condiciones del circuito, como cuando un interruptor abre o cierra o una falla ocurre en el sistema. **El periodo transitorio es usualmente muy corto**. La fracción del tiempo que la mayoría de los circuitos pasa en este estado es insignificante comparado con el que ellos pasan en el estado estable. Sin embargo, **estos periodos transitorios son extremadamente importantes**, porque es en estas ocasiones que los componentes del circuito son sometidos a los mayores esfuerzos debido a las corrientes excesivas o voltajes. En los casos extremos se producen daños. Estos pueden inhabilitar una máquina, detener una planta, o apagar una ciudad, dependiendo de los circuitos implicados. **Por esta razón una apreciación clara de los eventos que tienen lugar durante los periodos transitorios es esencial para la clara comprensión del comportamiento de los circuitos eléctricos**.
>
> **Es desafortunado que muchos ingenieros eléctricos tengan solamente una concepción vaga de lo que sucede en el circuito durante esos momentos.** Pareciera que el tema bordea las fronteras de lo oculto. No obstante, los transitorios pueden ser comprendidos: pueden ser calculados y algunas veces prevenidos, o al menos controlados, de modo que sean inocuos al circuito o sistema de potencia en el cual ellos aparecen." (Énfasis y subrayado suplidos)

Y del libro de Lou Van der Sluis, Transient in Power Systems, 2001 John Wiley & Sons Ltd. Encontramos, también en la introducción:

> "Actos de conmutación, ya sea conectar o desconectar cargas o desconectar secciones falladas después de un cortocircuito, y perturbaciones externas, tales como un impacto de rayo en o en la vecindad de líneas de transmisión de alto

> voltaje, hacen necesario examinar el sistema de potencia en una escala de tiempo aún más pequeña, de microsegundos a milisegundos. Nosotros hablamos en este caso de transitorios eléctricos. **El tiempo que los transitorios eléctricos están presentes en el sistema es corto, pero durante un período transitorio, los componentes en el sistema están sujetos a picos de altas corrientes y voltajes que pueden causar considerable daño**." (Énfasis y subrayado suplidos)

Del estándar IEEE 1100-2005 "Emerald Book", página 21, extraemos lo siguiente:

> La necesidad de proveer potencia confiable con voltaje y frecuencia estables ha sido reconocida desde los inicios de la industria eléctrica. No obstante, **la realidad ingenieril de un gran sistema de potencia es que las perturbaciones son inevitables**. Estas perturbaciones en la calidad de la potencia entregada pueden ocurrir durante la operación normal del sistema eléctrico de potencia, como la inserción de un dispositivo para corrección de factor de potencia, o durante eventos anormales, como el despeje de un cortocircuito en un alimentador. **Dependiendo del equipo final del usuario o la inmunidad del proceso, puede resultar daño, alteración operacional, o ningún efecto.** Una incompatibilidad puede ser corregida en la compañía eléctrica, en el equipo, o añadiendo algún dispositivo acondicionador de potencia, y la responsabilidad es difícil de asignar. **Esta dicotomía puede ser una fuente de malentendidos, en el mejor de los caos, o una fuente de disputas, en el peor, entre suplidores y usuario de la potencia eléctrica, y entre fabricantes y usuarios de equipo susceptible y sensible…**" (Énfasis y subrayado suplidos)

En el ámbito mundial, nadie duda de la existencia de los problemas de calidad de onda y su incidencia en equipos electrónicos sensibles, y, por ello, se han adoptado numerosas soluciones técnicas, ingenierilmente diseñadas, para enfrentar el problema. Todo la anterior dio lugar al surgimiento de materias de estudio como las conocidas como calidad de la energía o "power quality" que ha producido millones de documentos y estudios en todo el mundo. Una búsqueda en Google de la expresión "power quality" arrojó un resultado de 4,300 millones de documentos en inglés y el de "calidad de la energía" 228 millones de documentos en español. Sin embargo, cuando se examinan las Normas de Calidad del Servicio Técnico, del Anexo B, de la Resolución AN No. 6001-Elec de 2013 y toda la normativa del sector eléctrico no se encuentra la menor mención a los fenómenos y problema de calidad de onda, compatibilidad electromagnética y mucho menos el de los transitorios electromagnéticos. Tal omisión es especialmente grave ya que estos temas son de importancia medular en el comportamiento de los sistemas eléctricas, y toda normativa que intente supervisar o evaluar el comportamiento de un sistema eléctrico será totalmente errada si ignora tan importante realidad.

AHQ

Para no abundar más en el tema, pasaremos a comentar, primero el Articulado de los Artículos 56 y 57 del Régimen de Suministro y luego el procedimiento para la determinación de la responsabilidad:

Artículo 56:

Artículo 56: "En el caso en que se produzcan daños a los bienes propiedad del cliente o usuario, provocados por deficiencias en la idoneidad técnica del suministro imputable a la empresa distribuidora o provocado por otro agente del mercado, la empresa distribuidora deberá hacerse cargo de la reparación y/o reposición correspondiente, salvo caso fortuito o fuerza mayor previamente comprobado. La distribuidora no reconocerá el lucro cesante."

"La reparación del daño causado mencionada en el párrafo precedente no eximirá a la empresa distribuidora de la aplicación de las sanciones que le correspondan según lo establecido en las Normas de Calidad del Servicio Técnico."

Comentarios:

1. *En el caso en que se produzcan **daños a los bienes** propiedad del cliente o usuario, provocados por deficiencias en la idoneidad técnica*:

   Los bienes tienen que ser aquellos que son afectos a la electricidad o que tienen vinculación directa con ella. Puesto que las deficiencias en la idoneidad técnica son aquella anomalía en la onda de voltaje es imposible que esta pueda dañar por ejemplo un helado, un pedazo de carne o un pollo o un ser humano, a menos que en estos dos últimos casos haya habido electrocución en cuyo caso no tendría competencia la ASEP.

   Para la modificación propuesta, la ASEP, en el considerando 10, de la Resolución AN No. 13100-3l, de 4 de febrero de 2019, refiere que se apoyó en lo dispuesto en la Ley 68 de 1 de septiembre de 2011 que modificó la Ley 6. La Ley 68, estableció, entre otras cosas, la responsabilidad del prestador de indemnizar, al cliente, por daños y perjuicios en sus "bienes"; pero la palabra "bienes" no puede interpretarse en el sentido amplio de modo que cubra todo bien habido y por haber.

   Del Diccionario Jurídico de Manuel Osorio, extraemos la siguiente definición:

Bien

> Utilidad, beneficio, caudal, hacienda. Dentro de ese sentido, los bienes son de muchas clases, porque pueden referirse a un concepto inmaterial y espiritual o a uno material. Por eso es acertada la definición del Código Civil argentino cuando dice que se llaman bienes los objetos inmateriales susceptibles de valor, así como también las cosas, y que el conjunto de los bienes de una empresa constituye su patrimonio (v.).
>
> Naturalmente que, sin salirnos de los bienes en su aspecto material, su división es amplísima, empezando por la fundamental de inmuebles, muebles y semovientes. En las locuciones siguientes se examinarán las principales.

En cuanto a los bienes materiales, la electricidad solo podría dañar estos si, en alguna forma, la electricidad toma contacto no autorizado con el bien como, por ejemplo, lo sería la caída de un conductor energizado sobre un automóvil o la explosión de un equipo que causase daños materiales. En estos casos estaríamos ante la presencia de una falla, lo que es totalmente diferente a lo que significa la idoneidad técnica del suministro o la forma de la onda de voltaje. También, como ejemplo, pudiese darse el caso de que una persona resulte electrocutada por alguna línea o equipo del agente del mercado. En este ejemplo, resulta más que obvio, que la ASEP no tiene competencia para atender el asunto que caería en la jurisdicción penal. Todos los otros casos serían más bien de la jurisdicción civil.

No menos importante aún, es el hecho de que pudiese haber una posible ilegalidad e inseguridad jurídica ya que los Contratos de Concesión y, tampoco, la ley sectorial ha contemplado el que el agente del mercado eléctrico se haga responsable por todos los bienes del cliente, ya sean materiales o inmateriales, cuando ocurre interrupción del suministro

De la idoneidad técnica: Llama extremadamente la atención de que en ninguna parte de la normativa eléctrica se haya definido lo que debe entenderse como idoneidad técnica del suministro. Esto no tendría mayor importancia si se reconociera que al no haber en una norma técnica, respecto a un asunto, una definición válida sería la que es aceptada en el campo de la ingeniería o científico al que pertenece.

La idoneidad técnica del suministro eléctrico es la forma de la onda de voltaje que aplica la compañía eléctrica en el punto de conexión. **Es el estado de la onda de voltaje la que puede dañar o no, un equipo**. El estado de la onda, esto es la idoneidad técnica, consiste en que la magnitud del voltaje se mantenga dentro de límites prestablecidos, que la frecuencia de mantenga muy próxima al valor nominal, en Panamá 60 Hz y que tenga bajo o ningún contenido de distorsión armónica. **Todos estos valores anteriores medidos en el estado estable de la onda y no, durante un estado transitorio.**

Reiteradamente la ASEP no le ha dado un significado uniforme a la expresión "idoneidad técnica" y ha utilizado como definición desde una rama de árbol, que hace contacto con las líneas, hasta situaciones como la fuga de aceite de un transformador para referirse a la falta de idoneidad técnica, a pesar de no guardar ninguna relación con lo que en realidad significa; esto es la pureza de la onda de voltaje. Como resultado, de la primera oración del Artículo 56 se entiende que el agente del mercado será responsable de daños a todos los equipos del cliente, guarden o no relación con la electricidad, o sean materiales o inmateriales y, prácticamente, en todo caso ya que la expresión "idoneidad técnica" se utiliza como un comodín para ajustarse a cualquier circunstancia que se le pudiera ocurrir, de modo subjetivo, a la Autoridad Reguladora.

De la imputabilidad por la falta de idoneidad técnica

El Artículo 56 continúa diciendo que, si el daño es causado debido a la falta de idoneidad técnica del suministro **imputable a la empresa distribuidora o provocado por otro agente del mercado**, … deberá la empresa distribuidora asumir la responsabilidad.

Llegado a este punto, debemos destacar que **difícilmente ningún otro agente de mercado puede afectar la idoneidad técnica del suministro**. Sin embargo, en la redacción del Artículo 56 se encuentra implícitamente oculta la calificación que le da la ASEP al evento interrupción. **Para la ASEP la interrupción es sinónimo de falta de idoneidad técnica del suministro**; sin embargo, en ningún reglamento o

la ley sectorial aparece definida así. No obstante, la ASEP, sin demostrar que la interrupción es falta de idoneidad técnica, toma como una verdad incontrovertible que lo es. Ante esto, todo agente que cause interrupción incurre, según el criterio sui generis de la Autoridad Reguladora, en incumplimiento del Artículo 56 y de esto se derivaría la responsabilidad por el daño a los bienes.

Bajo las premisas expuestas, por ejemplo, un agente de mercado que ocasiones el colapso del SIN tendría que responder por millones de bienes, de toda naturaleza de propiedad de los clientes, y de todas las pérdidas por actividades dejadas de realizar y que participen en el ciclo productivo, como establece el procedimiento para la determinación de la responsabilidad en la aplicación de los Artículo 56 y 57. Sin mucho esfuerzo, se comprenderá que los montos del resarcimiento pueden llegar a ser decenas o cientos de millones de dólares que, muy posiblemente, llevaría a la quiebra al agente del mercado con el trastorno sin precedentes que ocasionaría en Panamá que los agentes del mercado eléctrico fuesen incapaces de continuar prestando el servicio que es vital en todos los ordenes de la vida en las sociedades modernas. Basta con ver el ejemplo de Puerto Rico, país em el que el huracán María devastó su sistema eléctrico de potencia y los habitantes han tenido que sufrir innumerables dificultades.

El Servicio Público de Electricidad no es propiedad de los agentes que intervienen en él ni la Autoridad Reguladora puede imponer normas contrarias a las leyes físicas que lo rigen. Los ciudadanos somos los más interesados en que ese servicio sea prestado con calidad, eficiencia, eficazmente y a costos razonables. Pero sabemos que ello no se puede lograr desconociendo, ignorando o ridiculizando los principios científicos sobre los que descansan.

En el sistema eléctrico de potencia existen dos circunstancias dignas de destacar:

1. La interrupción eléctrica es consustancial al sistema de potencia, siempre se dará y es hasta necesaria. No se avala, con esta aclaración, las interrupciones reiteradas ya que el número o frecuencia de las interrupciones puede ser controlada hasta cierto límite razonable.

AHG

2. La interrupción trae aparejados fenómenos asociados inevitables. Se debe recordar que el sistema de potencia es un sistema resistivo, inductivo, capacitivo. Cuando ocurre una conexión o desconexión de un circuito, ello significa un cambio de estado. Ahora bien, es bien conocido que la corriente en una inductancia no puede variar instantáneamente y el voltaje en una capacitancia tampoco varía instantáneamente. En consecuencia, la energía atrapada en el inductor y el capacitor, al haber un cambio de estado oscilan, a través de un periodo transitorio, hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio.

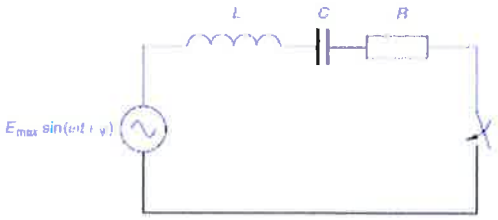


Figure 1.5 A sinusoidal voltage source is switched on an RLC series circuit

Figura 1; Circuito serie RLC

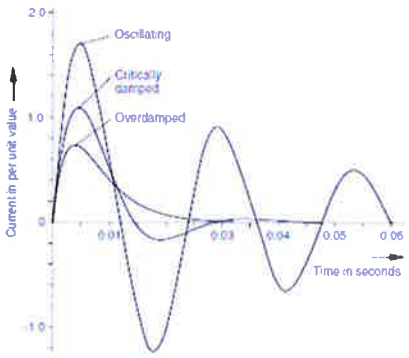


Figure 1.6 Overdamped, critically damped, and oscillating response of an RLC series circuit after closing the switch at maximum supply voltage $t = 0, \psi = +\frac{\pi}{2}$

Figura 2; Comportamiento de la corriente durante el periodo transitorio.

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la corriente, en un circuito RLC, al momento de la conexión o inserción de la fuente. Dependiendo de los parámetros RLC el comportamiento puede ser críticamente amortiguado, sobre amortiguado o sub-amortiguado. Se puede obtener una gráfica similar para el comportamiento del voltaje.

No pretendemos discutir todos los detalles del comportamiento de los circuitos RLC. **Lo que queremos destacar es que, durante la fase de la interrupción, el voltaje y la corriente pueden pasar por un estado transitorio en el que oscilan y el valor de las magnitudes pueden ser superiores o inferiores al valor nominal, hasta que se establecen en un nuevo punto de equilibrio. Este comportamiento no se puede evitar,**

3. Puesto que las interrupciones no pueden ser evitadas en forma absoluta y los fenómenos asociados a la interrupción no se pueden eliminar, la industria eléctrica diseña, construye y mantiene equipos que toleran los efectos de las interrupciones. Todo equipo debe ser construido para tolerar el ambiente en el que debe funcionar; si no es así el equipo sería inútil en el medio en el que se intenta utilizar.

4. Ningún agente del mercado eléctrico puede evitar que el sistema de potencia, RLC, se comporte diferente a lo que las leyes de la física ordenan. En consecuencia, mucho menos debe el regulador responsabilizar al agente por un fenómeno que no puede controlar.

5. Además, no es cierto que la interrupción dañe equipos, puesto que, si fuese así, el 20 de enero de 2019, con el colapso total del SIN, debió haberse producido el daño de millones de equipos, en Panamá y Centroamérica. Esto no fue así lo que desdice el criterio de la ASEP de ligar la idoneidad técnica a la interrupción y de responsabilizar por daños a todo agente que, por una u otra razón, justificada o no, cause interrupción eléctrica.

6. **Es así como ningún agente de mercado debe ser responsabilizado con motivo de interrupciones**.

7. La compañía PG&E, Pacific Gas ande Electric Company, de California, Estados Unidos de Norteamérica, en el sitio web_

   https://www.pge.com/es_US/residential/customer-service/help/claims/claims.page

   publica lo siguiente:

AHLC

Conozca nuestra responsabilidad

En términos generales, **PG&E es responsable de los daños que ocurran debido a nuestra negligencia**. No somos responsables de los daños que no ocasionemos, ni que ocurran como resultado de fuerzas que estén más allá de nuestro control. Por ejemplo, **en la mayoría de los casos, no seremos responsables en las siguientes situaciones**:

- **Apagones, fluctuaciones de voltaje o daños** a la propiedad que ocurran debido a terremotos, condiciones climáticas como relámpagos, inundaciones, tormentas intensas, calor o vientos, u otros actos de la naturaleza
- **Pérdidas relacionadas con restricciones o apagones iniciados por un operador de la red eléctrica**
- Pérdidas debido a una falla en el suministro de gas que no hayamos ocasionado
- En caso de que solo seamos responsables parcialmente de una pérdida, le ofreceremos pagar nuestra debida parte.

(Énfasis y subrayado suplidos)

De la misma PG&E, en el documento titulado:
ELECTRIC RULE NO. 2 Sheet 5
DESCRIPTION OF SERVICE
(Continued)
Advice Letter No: 1303-E Issued by Date Filed June 21, 1990
Decision No. Gordon R. Smith Effective July 31, 1990
Vice President Resolution No.
5 C1 Finance and Rates

PG&E advierte a sus clientes:

C. CONTROL DEL VOLTAJE Y LA FRECUENCIA

1. VOLTAJE DE SUMINISTRO AL CLIENTE (continuación)

b. Excepciones para los límites de voltaje

El voltaje puede estar fuera de los límites especificados cuando las variaciones:

1. Surgen de la acción temporal de los elementos.
2. Son fluctuaciones momentáneas e infrecuentes de corta duración.
3. Proviene de interrupciones del suministro.
4. Proviene de la separación temporal de partes del sistema del sistema principal.
5. Son por causas más allá del control de PG&E.

c. Debe ser reconocido que por causas más allá del control de PG&E o el cliente, o ambos, habrá periodos infrecuentes y limitados cuando

ocurran voltajes sostenidos fuera de rango. El equipo de utilización puede no operar satisfactoriamente y los dispositivos de protección pueden operar para proteger el equipo.

d. El voltaje sostenido de suministro está sujeto a excursiones de voltaje momentáneas y transitorias que pueden ocurrir en la operación normal del sistema de PG&E…

PG&E es una empresa muy reconocida en los U.S.A y es muy contundente al explicar a sus clientes que no asume responsabilidad por apagones y fluctuaciones de voltaje y. del mismo modo, por las perturbaciones transitorias que se puedan dar, porque se entiende, tanto por parte de las compañías eléctricas como de los clientes, que el sistema eléctrico tiene características que no se pueden variar por decreto.

Por su parte, en el Reglamento de Comercialización de la Empresa Provincial de Electricidad (EPEC) de Córdoba. Argentina, se declara lo siguiente:

2.3.6. DAÑOS A BIENES DEL USUARIO:
La Empresa reconocerá los daños debidamente constatados, que se produjeran en artefactos o aparatos de uso común y masivo, declarados previamente por el usuario titular, originados por una comprobada mala calidad de producto imputable a EPEC, siempre que la denuncia se efectúe dentro de las 48 horas hábiles de producidos los mismos.

Quedan excluidos de lo previsto en el párrafo anterior, los aparatos o artefactos eléctricos cuyo valor justifique la utilización de protecciones especiales (relé guardamotor, protección por falta de fase, protección contra sobretensiones instantáneas y toda otra que la técnica aconseje) las cuales deberán ser instaladas por el usuario a su cargo.

Aquellos casos en que la eventual interrupción y/o perturbación del suministro de energía eléctrica pudiera producir alteraciones en procesos, pérdida de materia prima o elaborada, o de datos o memorias en sistemas de computación, el usuario deberá prever integrando a la instalación interna, a su cargo, sistemas de protección y en caso de ser necesario, fuentes auxiliares de emergencia que eviten tales contingencias. El usuario al cual se le hubiere constatado ilícitos en el suministro, o conexión indebida del medidor, o realice una utilización de la energía con un destino distinto para el cual requirió el suministro, perderá el derecho al reconocimiento previsto en el presente artículo.
(Énfasis y subrayado suplidos)

Como se lee, EPEC tampoco reconoce daños causados, supuestamente, por interrupciones y mucho menos pérdidas por la alteración de procesos que requieran de la energía eléctrica y esto es así no por una práctica abusiva empresarial sino que, si una empresa tiene

enfrentar grandes riesgos y además imposibles de cuantificar con antelación, tendría, entonces, el derecho a formular tarifas astronómicas.

De las razones por las que no se intenta lograr que el suministro eléctrico sea ininterrumpido

No se intenta lograr que el suministro eléctrico sea ininterrumpido porque procurar tal ideal lleva a que el costo del servicio eléctrico, es decir, las tarifas eléctricas sean excesivamente onerosas y, por otra parte, no todos los clientes requieren la misma calidad y continuidad de la energía eléctrica.

La modificación que propone la ASEP, al Artículo 56, del Régimen de Suministro, pretende, sin declararlo expresamente, que el suministro sea sin interrupciones, sin perturbaciones y que, además, se releve al cliente de sus obligaciones con relación a los procesos, en los que usan la electricidad, como un elemento indispensable. Con ello, lo que en verdad sucede es que se favorece a unos cuantos clientes que son los que requieren un suministro ininterrumpido e, indirectamente, **se castiga al resto de todos los otros clientes para que subsidien a todo aquel que, requiriendo un suministro eléctrico especial, no hace la inversión necesaria en instalar plantas auxiliares de energía eléctrica, verdaderamente funcionales y debidamente instaladas.** Con las modificaciones propuestas por la ASEP se desalienta el uso de plantas auxiliares ya que si, desde el punto de vista de la ASEP, el suministro debe ser ininterrumpido y cuando no lo es se va a compensar por las pérdidas en procesos productivos, resulta rentable no tener ninguna planta o tenerla mal instalada para cuando no funcione culpar del daño a la interrupción y conseguir un resarcimiento realmente injustificaado

Lo anterior, es otra de las posverdades que en Panamá se ha difundido en contra del servicio eléctrico. Resulta ser que se han dado casos en los que la planta auxiliar se daña al momento de ser requerida por ausencia del suministro principal y el cliente ha alegado que la interrupción le dañó la planta. Al presentar el reclamo ante la ASEP, esta ha aceptado la alegación del cliente en el sentido de que la interrupción daño la planta. Esto no es más que **un grave error conceptual: todo sistema de respaldo no puede ser dañado por los incidentes que afecten el sistema que respalda**. Es totalmente absurdo que un sistema previsto para entrar en funcionamiento cuando falla el principal deje de funcionar porque se alegue que hubo falla en el principal. Es como si se dijera que se

intenta apagar un fuego con un extintor y este no funcione y luego se justifique la falta funcionamiento del extintor diciendo que hubo fuego. Si los sistemas de respaldo se pueden dañar cuando falle el sistema respaldado, mejor es no invertir en un respaldo inútil.

Sin embargo, los sistemas de respaldo funcionan exitosamente cuando son bien instalados. Por ejemplo, el 20 de enero de 2019, cuando ocurrió un colapso total del SIN, el Aeropuerto de Tocumen que, por ese entonces, tenía gran actividad por la Jornada Mundial de la Juventud, pudo funcionar sin contratiempo alguno, durante las aproximadas seis horas que duró la interrupción.

Es realmente grave que la Autoridad Reguladora haya tratado el tema de las plantas de emergencia y el de las plantas auxiliares con ligereza. En Panamá, se acostumbra a calificar toda planta auxiliar como de emergencia y esto no es así. Veamos lo nos dice el NEC:

RIE (NEC) Artículo 700

Sistemas de emergencia

I. Generalidades

700.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de emergencia consistentes en los circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para la iluminación, fuerza, o ambos, en las instalaciones que lo requieran cuando se interrumpe el sistema o el suministro eléctrico normal a esas instalaciones.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente exigidos y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, federales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción.

Estos sistemas están proyectados para alimentar automáticamente energía eléctrica a sistemas de iluminación, de fuerza o ambos, para las áreas y los equipos designados en caso de falla de la alimentación normal o en caso de accidente en los componentes de un sistema proyectado para alimentar, distribuir y controlar la iluminación y la energía **esenciales para la seguridad de la vida humana.**

Las plantas de emergencia son una fuente de suministro de energía eléctrica que funcionan para respaldar el sistema principal. Las plantas de emergencia reciben ese nombre cuando son utilizadas para procurar garantizar la seguridad de la vida humana. Con el criterio de la ASEP que ha manifestado en reiteradas ocasiones en resoluciones emitidas por ella, como loas plantas de emergencia y las auxiliares pueden ser dañadas por el suministro principal de la compañía eléctrica o que el suministro debe ser ininterrumpido, dos conductas pueden asumir los hospitales,

centros de cuidados médicos, estadios y locaciones en los que haya aglomeración de personas y se necesite la energías eléctrica para iluminación y otros 1) no instalar ninguna planta porque, a criterio de la ASEP, el suministro debe ser regular y continuo de modo que no se interrumpe nuca; y si se interrumpiese, los estragos en vidas humanas que esto cause sería endosada al agente que causó la interrupción y 2) instalar en forma descuidada una planta de emergencia y cuando se dañe o no funciones responsabilizar a la interrupción por el daño o la falta de mantenimiento.

Ninguna de los dos supuestos anteriores debe ser posible, no se debe permitir, no se debe alentar. El señalamiento debe ser claro: toda planta de emergencia o auxiliar que no funcione ante contingencias en el sistema eléctrico principal, esta falta de funcionamiento es y será de la única responsabilidad del propietario o encargado de ella. Es totalmente faltar a la realidad técnica alegar, cualquier pretexto, para culpar al suministro principal de daños a la planta o a su interruptor de transferencia, si lo hubiese.

701.2 Definición
Sistemas de reserva legalmente exigidos Sistemas exigidos y así clasificados como de reserva legalmente exigidos por las leyes municipales, estatales, departamentales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para suministrar automáticamente alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el evento de una falla de la fuente normal de alimentación.

702.2 Definición
Sistemas de reserva opcionales Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

NLM. Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para **ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o similares.**

AHG

De las disposiciones del RIE y de sus recomendaciones nadie duda en Panamá y en buena parte del mundo. Lo que se puede discutir es como superar sus estipulaciones o recomendaciones, pero no desestimarlas como si no existiesen. En el Artículo 702.2 , inmediatamente anterior, se describen los sistemas de reserva opcionales que pueden ser generadores auxiliares u otros equipos de reserva de energía y se destaca su utilidad y propósito. Nuevamente, según el criterio de la ASEP, estas plantas también son inútiles para el propósito descrito en el Artículo 702.2 pues ante una interrupción o contingencia en el sistema del prestador se dañan. Tal razonamiento es totalmente inadmisible desde el punto de vista técnico y legal, también.

El siguiente extracto del libro: Power Distribution Planning Reference Book, H. Lee Willis, 1997 Marcel Dekker, nos ilustra al respecto.

> **Disponibilidad y Calidad de la Energía**
>
> **3.1 Introducción.**
>
> Los consumidores de energía eléctrica **tienen necesidades definidas** con relación a la calidad del servicio eléctrico que les es proveído. Como la demanda, **esta necesidad varía de un cliente a otro**, y con la hora del día, día de la semana, y estación del año. Los consumidores **quieren la potencia** eléctrica **cuando ellos la necesitan**, y quieren que ella haga el **trabajo que ellos necesitan**. Ellos no quieren nada más: las interrupciones, que ocurren cuando ellos no están usando la potencia eléctrica, no son importantes, como por ejemplo una interrupción de servicio durante el fin de semana en un negocio que opera solo en la semana. Picos de voltaje, huecos, y armónicas no tienen importancia para ellos si estas no les causan problemas.
>
> Por consiguiente, desde su perspectiva, ellos no quieren nada menos que un servicio perfecto. Las interrupciones que perturban su rutina o negocio son consideradas inaceptables. Así lo son los huecos de tensión, transitorios, o armónicas que interfieren con la operación apropiada de la maquinaria o producen niveles molestos de estática, ruido, o problemas operacionales. **El asunto real, sin embargo, no es lo que los clientes quieren sino más bien qué tipo de servicio están dispuestos a pagar**. Una compañía eléctrica debería siempre tratar de proveer un buen valor por el dinero de sus clientes un servicio descuidado a un alto precio es inexcusable- pero **los clientes deben entender que una alta calidad de servicio y un bajo precio son mutuamente incompatibles**. Por ejemplo, una unidad SMES (Superconducting Magnectic Energy Storage) junto con generador diésel de arranque rápido y un equipo de control electrónico de

formación de onda puede proveer disponibilidad en el orden de de menos de una interrupción esperada cada siglo, y corriente de 60 Hz sin falla con un voltaje invariante- **Un servicio SMES puede también costar hasta 50 veces lo que puede costar un suministro normal para entrega de potencia**, Por consiguiente, el aspecto realmente importante es determinar cuántos clientes valoran una disponibilidad ininterrumpida de la potencia y una alta calidad de la potencia (power quality) -cuánto necesitan tal grado de continuidad y calidad para pagar el costo. El hecho que muchos sistemas SMES están en servicio es una prueba de que hay clientes para quienes la calidad y disponibilidad de la potencia son importantes, esto es, un asunto valioso. **Que la vasta mayoría de los consumidores eléctricos no tengan tales equipos, es una prueba que para la mayoría de los consumidores, tales niveles de calidad de servicio no son costo justificables.**

(Énfasis y subrayado suplidos)

En vista de lo expuesto arriba proponemos incluir en la redacción del Artículo 56 las aclaraciones que aparecen en cursova.

Artículo 56:

Artículo 56: "En el caso en que se produzcan daños a los bienes propiedad del cliente o usuario, provocados por deficiencias en la idoneidad técnica del suministro imputable a la empresa distribuidora o provocado por otro agente del mercado, la empresa distribuidora deberá hacerse cargo de la reparación y/o reposición correspondiente, salvo caso fortuito o fuerza mayor previamente comprobado. La distribuidora no reconocerá el lucro cesante

Para la aplicación de este artículo se entenderá lo siguiente:

1. *Que los bienes, a los que hace referencia, son exclusivamente aquellos afectos a la electricidad o vinculados directamente con ella. Se excluye toda otra clase de bienes, materiales o inmateriales o biológicos.*

2. *Por idoneidad técnica del suministro debe entenderse que es la forma de onda del voltaje que se entrega en el punto de conexión. Las características de esta onda son que el valor RMS del voltaje y el contenido de armónicas deben mantenerse dentro de los rangos especificados por las Normas de Calidad del Servicio Técnico, del Anexo B, de la Resolución AN No. 6001.Elec, de 13 de marzo de 2013. La frecuencia del suministro debe estar alrededor de 60Hz. Los rangos especificados son solamente válidos durante el estado estable de la operación del sistema eléctrico y no podrán ser exigidos durante los periodos transitorios de la operación del sistema.*

3. *La interrupción del suministro, por la razón que sea, no es ni debe ser considerada como falta de idoneidad técnica del suministro.*

4. *No se reconocerá el lucro cesante en ninguna circunstancia.*

5. *Ningún agente del mercado: distribuidor, generador, la empresa de transmisión ETESA, los grandes clientes, las interconexiones internacionales podrán ser responsabilizados por daños a bienes o equipos afectos a la electricidad que el cliente manifieste se produjeron a causa de interrupción del suministro.*

6. *En aquellos procesos o actividades que requieran un suministro ininterrumpido de electricidad serán no procedentes aquellos reclamos en los que se alegue que la ausencia de suministro provocó pérdidas de materia prima o productos acabados. Puesto que el suministro eléctrico es de naturaleza no ininterrumpida, el responsable de tales procesos debe decidir, a su propio riesgo, si instala fuentes auxiliares de energía.*

"La reparación del daño causado mencionada en el párrafo precedente no eximirá a la empresa distribuidora de la aplicación de las sanciones que le correspondan según lo establecido en las Normas de Calidad del Servicio Técnico."

Comentarios al Artículo 57

Artículo 57. "En el caso de que la responsabilidad por el daño causado en el artículo anterior recaiga sobre otro agente del mercado distinto a la empresa distribuidora, la misma podrá solicitarle a dicho agente resarcir el monto pagado al cliente o usuario conforme al procedimiento administrativo establecido por la ASEP para tal fin.

Comentario:

El contenido de este artículo debe ser eliminado o redactado en otra forma. Las plantas generadoras tienen una baja posibilidad de alterar la idoneidad técnica del suministro a los clientes del distribuidor. Las plantas operan ligadas al bus infinito, que es el SIN. Si las plantas tuvieran un disturbio o una falla, sus dispositivos de protección la sacarían de servicio de modo que lo que se percibiría, presumiblemente en todo el SIN, sería una perturbación transitoria que no cae dentro de la categoría de falta de idoneidad técnica.

Si el disparo de la planta ocasionara la interrupción del suministro o, peor aún, el colapso del SIN, tampoco habría falta de idoneidad técnica porque la interrupción no lo es.

Si ETESA, los Grandes Clientes y la Conexiones Internacionales originaran interrupción del suministro, tampoco habría responsabilidad por daños ya que los equipos no se dañan por la interrupción sino por su sensibilidad ante fenómenos eléctricos naturales y esperados y por la falta de aguante y protección de los equipos que se afectan.

Tal vez, ETESA podría afectar el suministro en el caso, hipotético, de que una línea con voltaje de transmisión o subtransmisión cayese encima de una de distribución. Esta sería

una situación especial que puede atenderse sin necesidad de mayores complicaciones o por medio de la jurisdicción civil.

Comentarios al Anexo B

En la definición de Bienes

Bienes: Todo aquel artículo que al momento de presentarse un daño al bien del cliente o usuario, la empresa distribuidora o aquel que quede responsable deberá hacerse cargo de todo aquello que participe del ciclo productivo y necesite del servicio de energía eléctrica regulado por esta Autoridad.

Solo se deben definir los bienes como aquellos equipos u objetos vinculados directamente a la electricidad y que al momento de la incidencia se encuentren energizados, de modo que un defecto en la onda de voltaje tenga la capacidad de dañarlos. No pueden considerarse los bienes, aunque sean eléctricos o electrónicos, todos aquellos que, aunque estén ubicados en el lugar donde ocurre la incidencia, no se encuentran conectados.

Hay que eliminar, por no ser una definición la parte *" la empresa distribuidora o aquel que quede responsable deberá hacerse cargo de todo aquello que participe del ciclo productivo y necesite del servicio de energía eléctrica*". En esta parte se esta invadiendo la competencia de la jurisdicción civil y es posible que se esté constituyendo una ilegalidad o atentando contra la seguridad jurídica de todos los agentes al convertirlos en aseguradores gratuitos de todos los bienes, eléctricos o no, materiales inmateriales, y de todos los procesos productivos que utilicen electricidad. Esto sería una carga excesiva que ningún agente pudiese soportar.

Es importante recordar que los ciudadanos y los clientes tenemos voz activa e intereses en que el sistema eléctrico funcione con beneficios para todas las partes. Una pretendida acción para proteger los intereses de algunos clientes en desmedro de la inmensa mayoría es inaceptable desde todo punto de vista. La mayoría de las residencias en Panamá no tienen procesos productivos, a menos que se considere el lavado de ropa o tal vez el cocinar un proceso productivo. Los que si tienen

procesos productivos, que puedan llamarse propiamente así, son las grandes industrias, comercios y las industrias de producción intensiva de carne avícola.

En la industria eléctrica mundial no se tiene previsto imponer a los agentes del mercado eléctrico una carga tan pesada. No se trata, en todo caso, de defender a los agentes pues por encima de los intereses de ellos, ya sea que los quieran defender o no, está el interés general de la sociedad que sería el más perjudicado si se toman decisiones irreflexivas.

Artículo 4. Cuando mediante resolución debidamente ejecutoriada, la ASEP acepte la reclamación de un cliente o usuario en concepto de daño de bienes, la distribuidora deberá hacerse cargo de la reparación y/o reposición de los aparatos eléctricos que resulten afectados, independientemente de que dicha afectación fuese provocada por otro agente del mercado.

En caso de que no se pueda reparar el bien, la distribuidora deberá reponerlo al cliente con las mismas características al bien principal que haya sufrido el daño, sin determinar el tiempo de compra del bien ni cualquier otra característica que devalúe el mismo.

La reparación y/o reposición contempla todo aquello que conlleve la instalación del mismo para su funcionamiento de manera correcta y eficiente.

Comentario

1. Nadie puede responder por los actos de otro. Cuando el daño sea provocado por otro agente del mercado, por razones distintas al evento interrupción, la distribuidora remitirá el caso a la ASEP para que use su poder coercitivo y procure el pago por parte del otro agente.

2. La ASEP reconoce en este artículo que los bienes deben entenderse como aparatos eléctricos: "*la reclamación de un cliente o usuario en concepto de daño de bienes, la distribuidora deberá hacerse cargo de la reparación y/o reposición de los aparatos eléctricos que resulten afectados*"

3. *No hay depreciación cuando se repone un bien.* Este asunto llama la atención pues, por ejemplo, ni las compañías aseguradoras de automóviles reponen un vehículo de años pasados con uno de última fecha. Hasta se deprecia el valor de los repuestos. Agradecemos que la ASEP deje saber

cuál es el fundamento legal de esta disposición yaque desconocemos el tema de seguros.

Artículo 5. La distribuidora tendrá derecho a reclamar al agente del mercado que ocasionó la interrupción que provocó el daño del bien del cliente o usuario el monto asumido en concepto de reparación y/o reposición de los aparatos eléctricos

Comentario:

La interrupción no provoca daños o si lo provoca la ASEP debe explicar y justificar científica porqué en una interrupción solo una ínfima cantidad de equipos resultan afectados. Los equipos que se dañan por su susceptibilidad antes fenómenos naturales que ocurren al momento de a interrupción. Con esta modificación, la ASEP revela que desestima toda la práctica mundial, demostrada en infinitas ocasiones, con relación a los fenómenos relacionados con la calidad de onda y la sensibilidad de los equipos modernos, especialmente los electrónicos, a estos fenómenos.

Con esto, la ASEP envía un mensaje desalentador para el desarrollo de la ingeniería en Panamá, vuelve inefectivo el aprendizaje sobre los temas de circuitos eléctricos de los egresados y estudiantes de ingeniería de las universidades panameñas, y promueve pérdidas y sufrimientos a la sociedad panameña. Por ejemplo, un tomógrafo u otro equipo moderno que, por lo general son costosos, al dañarse por falta de protección no solo se pierde el equipo o el costo de la reparación, sino que impone sufrimientos a la población que no puede realizarse exámenes médicos urgentes u otros mueren sin haber podido hacérselos. Esta es una realidad en los hospitales públicos, en el que el desconocimiento y la aplicación de las técnicas apropiadas de ingeniería habrían evitado tales afectaciones, humanas y materiales.

La ASEP envía el mensaje equivocado, a los propietarios de equipos, que no deben hacer nada para protegerlos porque todo es culpa de la interrupción.

El Artículo 5 podría ser redactado de la siguiente forma

Artículo 5*. La distribuidora trasladará a la ASEP el reclamo contra otro Agente del Mercado en caso que este haya causado daño a un bien, afecto a la electricidad, por cualquier causa específica diferente a la interrupción. El monto a reclamar dependerá de el valor de reparación o reposición del equipo eléctrico dañado.*

Comentarios finales:

1. Consideramos que la ley sectorial, todos los reglamentos y normas deben tener el propósito final de lograr un suministro eléctrico de calidad, con continuidad razonablemente posible y a tarifas que hagan viables tanto el uso de la electricidad como la salud financiera de los diferentes agentes.

2. Debe quedar claro que nuestra posición no está orientada a avalar un mal servicio o un abuso al cliente. Todo agente debe ser responsable de sus compromisos contractuales y es el deber de la ASEP velar porque ello se cumpla.

3. Antes de la creación de la ASEP, existía, desde la creación del Universo, la electricidad. Los sistemas de potencia fueron diseñados y construidos hace un par de siglos. Estos están regidos por las leyes físicas del universo y la Ley 6 de 1997 y toda la reglamentación de la ASEP y toda la actividad, en el campo de la ingeniería eléctrica, que desarrolla la Autoridad Reguladora tiene que estar sometida a las leyes del Universo y no, al revés.

4. En el tema del reclamo por daños a bienes, existe oscuridad e indefinición en la normativa desarrollada por la ASEP. Frecuentemente la ASEP se refiere, en normas y resoluciones, a la idoneidad técnica del suministro; pero no tiene una definición para ello y la que adopta, tácitamente, es contraria a principios básicos de los sistemas eléctricos.

5. La expresión "fluctuación de voltaje" es utilizada por la ASEP cajoneramente y no define ni precisa que entiende por ello, Sin embargo, en su actuar procesal, denota que la expresión es un comodín que se aplica a cualquier cosa. Hay fluctuaciones de voltaje verdaderamente perjudiciales

AMG

cuando duran tiempos prolongados, por lo menos mayores de un minuto. Y que si pueden y deben ser controladas y suprimidas. Otras de menos de un minuto, segundos o milésimas de segundo de duración, son más bien perturbaciones que no pueden ser evitadas o suprimidas, pero se pueden adoptar medidas de mitigación, las que en mayor parte caen bajo la responsabilidad del propietario del equipo.

6. El SIN es un sistema de potencia longitudinal o un sistema de potencia débil. A pesar de los esfuerzos que haga ETESA para evitar su colapso, ello siempre tendrá algún buen grado de posibilidad de ocurrir. Ante colapsos del SIN, condenar a ETESA, además de los posibles procesos sancionadores que se levanten, a asumir el costo de las actividades productivas no realizadas por daños de cualquier bien, no vinculado o vinculado con la electricidad, llevaría a esta empresa al colapso financiero. Ahora bien, ETESA es del Estado panameño, o sea de todos nosotros, razón por la que debemos ser cuidadosos al adoptar medidas que vayan en perjuicio del pueblo panameño.

7. Sobre todos los otros Agentes del Mercado pende una espada de Damocles representada por las modificaciones propuestas por la ASEP y por la calificación, tácita, de que la interrupción es falta de idoneidad técnica cuando no lo es.

8. Reconocemos la competencia de la ASEP en los asuntos que las leyes sectoriales le han asignado. Pero la ASEP no tiene competencia sobre las leyes que rigen los sistemas eléctricos, de modo que los profesionales que nos desenvolvemos, en el ámbito en el que ellas rigen, tenemos el derecho de ser tomados en cuenta al mismo nivel que los agentes del mercado porque lo que debe primar en este asunto es el conocimiento universal de la ciencia que debe estar por encima de intereses administrativos, políticos, económicos y comerciales.

9. Todo lo que hemos expresado ha sido con franqueza y no teme tomarse, de ningún modo, como falta de respeto porque no lo es. Las referencias hechas a ciertas actuaciones constan en documentos públicos de modo que pueden ser amplia y seguramente comprobadas. Las referencias a temas científicos se encuentran en un número infinito de libros, documentos, publicaciones y experiencia de la vida práctica.

A. Mayta Thachar.

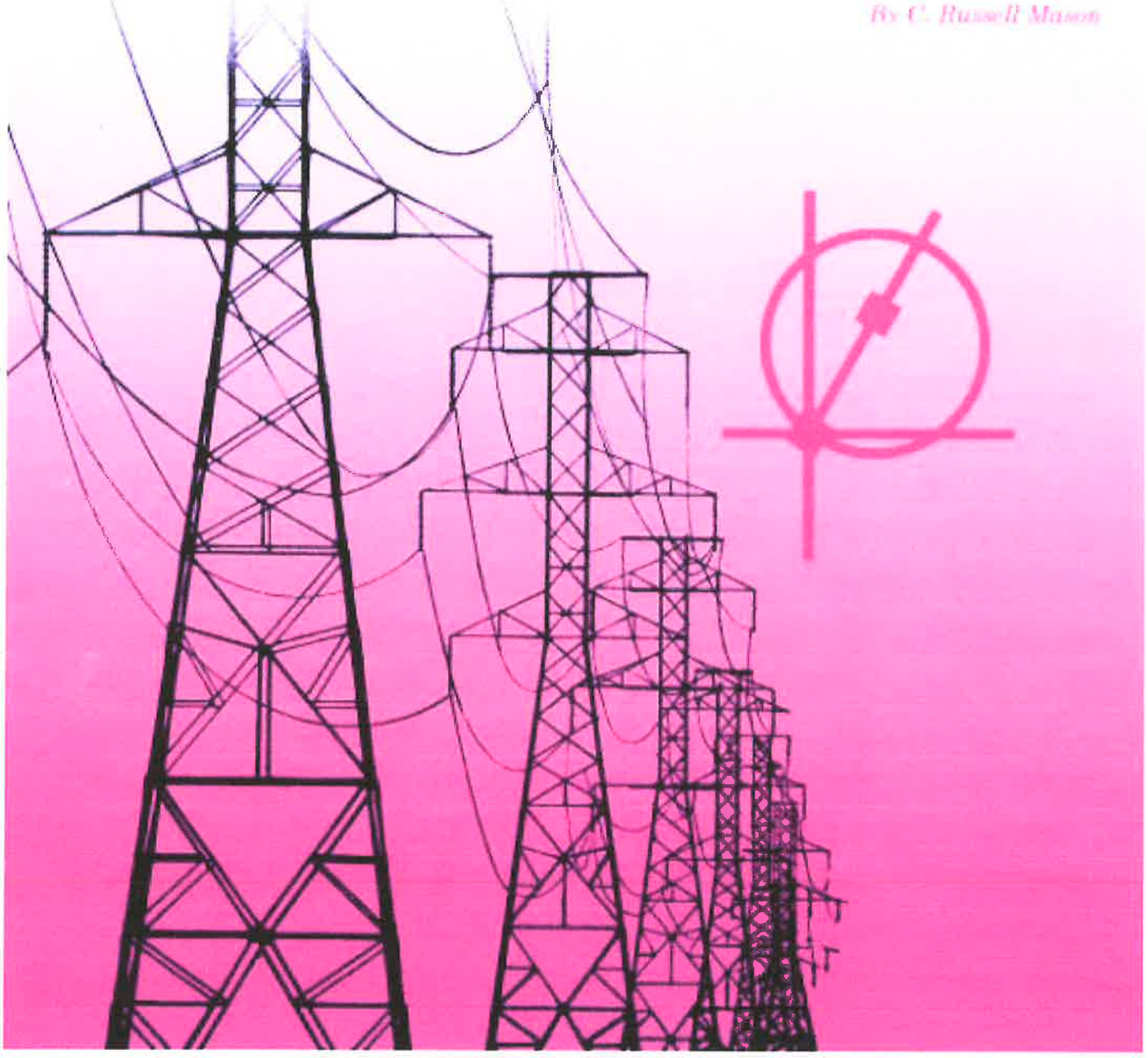
Alcibíades Mayta T
CIP 8-108-751

ALCIBIADES MAYTA THACHAR
INGENIERO ELECTRICISTA
LICENCIA No. 72-013-005
A. Mayta Thachar.
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

AMT

THE ART & SCIENCE OF PROTECTIVE RELAYING

By C. Russell Mason



1 THE PHILOSOPHY OF PROTECTIVE RELAYING

WHAT IS PROTECTIVE RELAYING?

We usually think of an electric power system in terms of its more impressive parts–the big generating stations, transformers, high-voltage lines, etc. While these are some of the basic elements, there are many other necessary and fascinating components. Protective relaying is one of these.

The role of protective relaying in electric-power-system design and operation is explained by a brief examination of the over-all background. There are three aspects of a power system that will serve the purposes of this examination. These aspects are as follows:

A. Normal operation

B. Prevention of electrical failure.

C. Mitigation of the effects of electrical failure.

The term "normal operation" assumes no failures of equipment, no mistakes of personnel, nor "acts of God." It involves the minimum requirements for supplying the existing load and a certain amount of anticipated future load. Some of the considerations are:

A. Choice between hydro, steam, or other sources of power.

B. Location of generating stations.

C. Transmission of power to the load.

D. Study of the load characteristics and planning for its future growth.

E. Metering

F. Voltage and frequency regulation.

G. System operation.

E. Normal maintenance.

The provisions for normal operation involve the major expense for equipment and operation, but a system designed according to this aspect alone could not possibly meet present-day requirements. Electrical equipment failures would cause intolerable outages. There must be additional provisions to minimize damage to equipment and interruptions to the service when failures occur.

Two recourses are open: (1) to incorporate features of design aimed at preventing failures, and (2) to include provisions for mitigating the effects of failure when it occurs. Modern

power-system design employs varying degrees of both recourses, as dictated by the economics of any particular situation. Notable advances continue to be made toward greater reliability. But also, increasingly greater reliance is being placed on electric power. Consequently, even though the probability of failure is decreased, the tolerance of the possible harm to the service is also decreased. But it is futile-or at least not economically justifiable-to try to prevent failures completely. Sooner or later the law of diminishing returns makes itself felt. Where this occurs will vary between systems and between parts of a system, but, when this point is reached, further expenditure for failure prevention is discouraged. It is much more profitable, then, to let some failures occur and to provide for mitigating their effects.

The type of electrical failure that causes greatest concern is the short circuit, or "fault" as it is usually called, but there are other abnormal operating conditions peculiar to certain elements of the system that also require attention. Some of the features of design and operation aimed at preventing electrical failure are:

A. Provision of adequate insulation.

B. Coordination of insulation strength with the capabilities of lightning arresters.

C. Use of overhead ground wires and low tower-footing resistance.

D. Design for mechanical strength to reduce exposure, and to minimize the likelihood of failure causable by animals, birds, insects, dirt, sleet, etc.

E. Proper operation and maintenance practices.

Some of the features of design and operation for mitigating the effects of failure are:

A. Features that mitigate the immediate effects of an electrical failure.

   1. Design to limit the magnitude of short-circuit current.[1]

      a. By avoiding too large concentrations of generating capacity.

      b. By using current-limiting impedance.

   2. Design to withstand mechanical stresses and heating owing to short-circuit currents.

   3. Time-delay undervoltage devices on circuit breakers to prevent dropping loads during momentary voltage dips.

   4. Ground-fault neutralizers (Petersen coils).

B. Features for promptly disconnecting the faulty element.

   1. Protective relaying.

   2. Circuit breakers with sufficient interrupting capacity.

   3. Fuses.

C. Features that mitigate the loss of the faulty element.

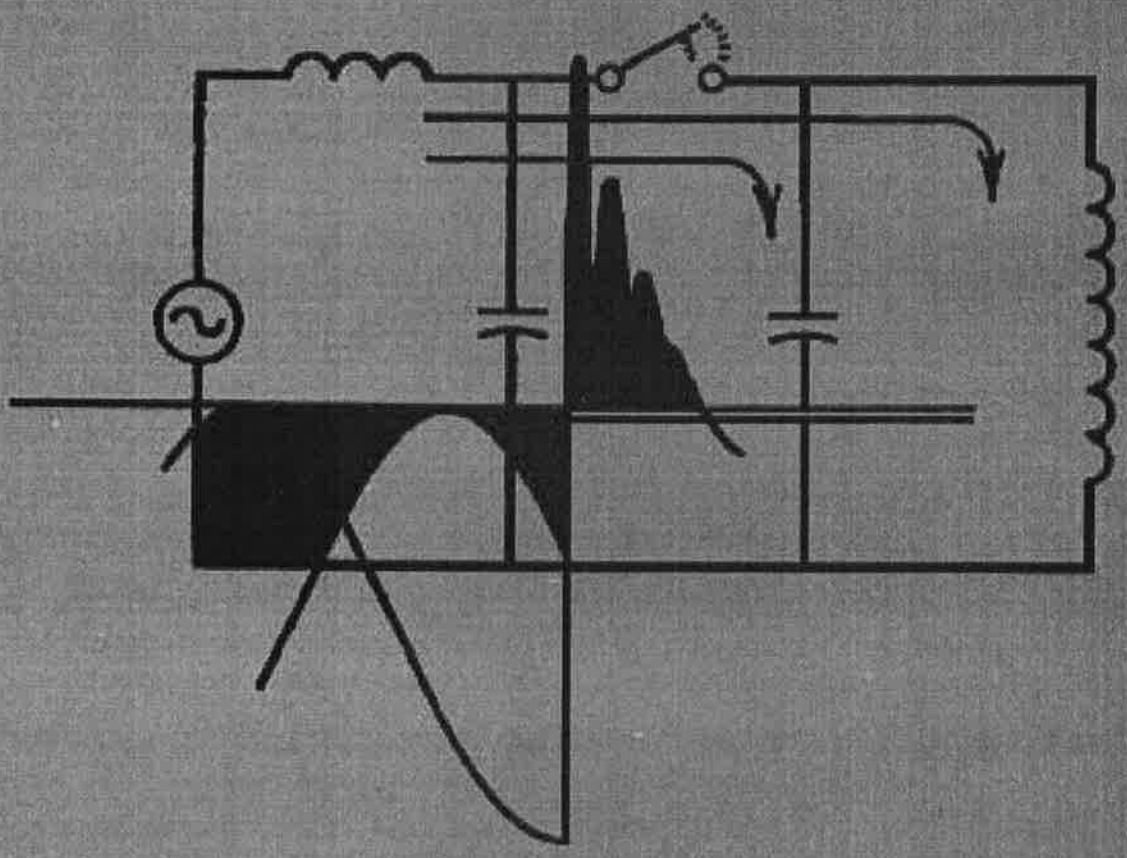
   1. Alternate circuits.

   2. Reserve generator and transformer capacity.

   3. Automatic reclosing.

Electrical Transients in Power Systems

SECOND EDITION



ALLAN GREENWOOD

A NOTE TO THE READER
This book has been electronically reproduced from digital information stored at John Wiley & Sons, Inc. We are pleased that the use of this new technology will enable us to keep works of enduring scholarly value in print as long as there is a reasonable demand for them. The content of this book is identical to previous printings.

In recognition of the importance of preserving what has been written, it is a policy of John Wiley & Sons, Inc. to have books of enduring value published in the United States printed on acid-free paper, and we exert our best efforts to that end.

Copyright © 1991 by John Wiley & Sons, Inc.

All rights reserved. Published simultaneously in Canada.

Reproduction or translation of any part of this work beyond that permitted by Section 107 or 108 of the 1976 United States Copyright Act without the permission of the copyright owner is unlawful. Requests for permission or further information should be addressed to the Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc.

Library of Congress Cataloging in Publication Data:
Greenwood, Allan, 1923–
Electrical transients in power systems/Allan Greenwood.—2nd ed.
Includes bibliographical references and index.
1. Transients (Electricity) 2. Electric power system stability.
I. Title.
TK3226.G73 1991
621.319'21—dc20 90-12844
ISBN 0-471-62058-0 (acid-free paper) CIP

Printed and bound in the United States of America

10 9 8 7 6 5 4 3

ment and measuring test methods. This has been supplemented by the inclusion of case studies showing how the new equipment is applied.

The original text has been criticized for its lack of problems that the reader could work through for himself. Accordingly, a number of such problems, well over a hundred in all, have been added at the end of most chapters. Answers are provided. It is my plan to produce a supplement of solutions in due course.

I wish, again, to acknowledge the many contributions of others to this book. I would mention in particular the generations of students from whom I have learned so much as I have striven to teach them. Also, my sincere thanks go to Ms. Hazel Hutler for typing the manuscript—a formidable task, well done.

ALLAN GREENWOOD

Tortola, British Virgin Islands
March 1990

1 Fundamental Notions about Electrical Transients

1.1 INTRODUCTION

An electrical transient is the outward manifestation of a sudden change in circuit conditions, as when a switch opens or closes or a fault occurs on a system. The transient period is usually very short. The fraction of their operating time that most circuits spend in the transient condition is insignificant compared with the time spent in the steady state. Yet these transient periods are extremely important, for it is at such times that the circuit components are subjected to the greatest stresses from excessive currents or voltages. In extreme cases damage results. This may disable a machine, shut down a plant, or black out a city, depending upon the circuit involved. For this reason a clear appreciation of events taking place during transient periods is essential for a full understanding of the behavior of electric circuits.

It is unfortunate that many electrical engineers have only the haziest conception of what is happening in the circuit at such times. Indeed, some appear to view the subject as bordering on the occult. Yet transients can be understood: they can be calculated and sometimes prevented, or at least controlled, so as to be innocuous to the circuit or power system on which they appear. In this chapter we consider some basic ideas about electrical transients which will lay the ground work for their study in greater depth.

1.2 CIRCUIT PARAMETERS

Examination of any electric circuit shows that it is made up of three kinds of parameter:

Resistance	R
Inductance	L
Capacitance	C

All components, whether in a utility system, industrial circuit, or elsewhere, possess each of these attributes to a greater or lesser degree. Under steady-state conditions one will frequently predominate, for example, in-

Transients in Power Systems

Lou van der Sluis
Delft University of Technology
The Netherlands

JOHN WILEY & SONS, LTD
Chichester • New York • Weinheim • Brisbane • Singapore • Toronto

Preface

The power system is one of the most complex systems designed, built, and operated by engineers. In modern society, the power system plays an indispensable role, and a comparable quality of life without a constant and reliable supply of electricity is almost unthinkable. Because electricity cannot be stored in large quantities, the operation of the power system has the constraint of balancing the production of electricity in the connected power stations and the consumption by the connected loads and of maintaining constant frequency and constant voltage with the clients. During normal operation, loads are connected and disconnected. Control actions are therefore continuously necessary – the power system is never in a steady state. On a timescale of years, planning of new power plants, the erection of new transmission lines, or the upgrading from existing lines to higher voltage levels are important items to consider. When we look ahead into the future, the main topic is the economical operation – what is the expected load and what is the most economical fuel to be used to heat the boilers in the power stations. When the reliability of the system is analysed with repetitive load-flow calculations, the timescale is usually hours, yet when the dynamic stability is analysed to verify whether the system remains stable after a major disturbance, the power system is studied with an accuracy of seconds. Switching actions, either to connect or disconnect loads or to switch off faulted sections after a short-circuit, and disturbances from outside, such as a lightning stroke on or in the vicinity of a high-voltage transmission line, make it necessary to examine the power system on an even smaller timescale, microseconds to milliseconds. We speak in that case of *electrical transients*. The time that the electrical transients are present in the system is short, but during a transient period, the components in the system are subjected to high current and high-voltage peaks that can cause considerable damage.

This book deals with electrical transients in the power system. Much has been learned about transient phenomena since the early days of power system operation. Pioneers in this field were men like Charles Proteus Steinmetz and Oliver Heaviside who focussed on the understanding of electrical transients in a more or less general way. They took the analytical approach, which is restricted to linear circuits. When a circuit becomes more complex, the application of this method becomes very laborious and time-consuming. After the Second World War, new tools were developed and used in studying circuit transient phenomena that were previously avoided because of their complexity. The transient network analyser (TNA) was exceptionally useful in studying the behaviour of a large variety of complex linear and nonlinear circuits. The TNA was a powerful tool for obtaining solutions to problems involving distributed constants as well as nonlinear impedances. The use of the analogue TNA resulted in the publication of much technical literature. In 1951, Harold Peterson published his book '*Transients in Power Systems*' with many examples of TNA studies. Peterson's book is a practical survey of the particular phenomena (faults, sudden loss of load, switching surges, and so forth.) that can cause transients and is based on his practical experience with the General Electric Company in the USA. A classical book is Reinhold Ruedenberg's '*Transient Performance of Power Systems*,' published in 1950 and based on his earlier work written in German. In addition, switchgear design is closely related to electrical transient phenomena, and books from authors such as Biermanns and Slamecka, who wrote from their experience with the switchgear divisions of AEG and Siemens, are a historical source for the understanding of transient phenomena and switchgear development.

When I joined KEMA in 1977, as a test engineer in the famous 'de Zoeten' high-power laboratory, I entered the world of short-circuit testing. The testing of power system equipment according to IEC and ANSI standards, calculating test circuits, measuring high currents and high voltages in an electromagnetically hostile environment, and so forth deepened my knowledge about electrical engineering and about physics. My first introduction to the subject was Allan Greenwood's '*Electrical Transients in Power Systems*.' Later, I went through many more classical books and papers, which gave me a good overview of the historical development of high-voltage circuit breakers. In the fifteen years and more that I had the pleasure of working at KEMA, I learned a lot from my former colleagues at the high-power laboratory. Together we designed new test circuits, developed new measuring equipment and built a computerised measurement system with transient recorders and computer workstations.

Recognized as an
American National Standard (ANSI)

IEEE Std 1100™-2005
(Revision of
IEEE Std 1100-1999)

IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment

Sponsor

Power Systems Engineering Committee
of the
Industrial and Commercial Power Systems Department
of the
IEEE Industry Applications Society

Approved 9 December 2005

IEEE-SA Standards Board

Approved 29 December 2005

American National Standards Institute

Chapter 3
General needs guidelines

3.1 Introduction

The need to provide reliable power with a steady voltage and frequency has been recognized since the inception of the electric utility industry. However, the engineering reality of a large power system is that disturbances are unavoidable. These disturbances in the quality of power delivered can occur during the normal operation of the electric power system, like switching of a power factor correction device, or during abnormal events, like clearing a feeder short circuit. Depending on end-user equipment or process immunity, damage, operational upset, or no effect may be the result. An incompatibility may be corrected at the utility, at the equipment, or by adding some power conditioning in between, and blame is difficult to place. This dichotomy may be a source of misunderstandings, at best, or a source of disputes, at worst, between suppliers and users of electric power, and between manufacturers and users of susceptible, sensitive equipment. One of the goals of this recommended practice is to promote better understanding of the significant compatibility issues and to dispel some misconceptions about how to avoid or correct problems of incompatibility.

This chapter presents a brief description of the nature of power quality problems, of possible solutions, and of the resources available for dealing with these problems. A brief historical review of the evolution of interest in power quality and resolution of some of the earlier conflicts provides a perspective on solving today's problems.

3.1.1 Historical perspective

As public expectations of uniform lighting intensity grew and as more manufacturers began to use electric motors to drive production lines, utilities adopted stricter standards for voltage regulation. During the 1930s, utilities also found that they had to pay increasing attention to voltage disturbances caused by customer equipment on their distribution lines. Research showed that flicker in incandescent lamps caused by voltage fluctuations could be perceived even if the pulsation on the power line was only a third of a volt on a 120 V system. This type of problem led to an increasing number of industry standards for end-use equipment aimed at reducing voltage fluctuations sent back along a power line.

A somewhat different problem arose during the 1950s as air conditioners rapidly became popular. When early models were switched on, so much energy was used to get their compressors started that the incoming line voltage was temporarily reduced and the motors often could not reach operating speed, ran poorly, or stalled. Fortunately, in this case, a remedy was readily available—adding power-factor correction capacitors in the system.

The reason complaints about the quality of power today cannot be handled so simply is that they seem to reflect both a multitude of different causes and a variety of specific sensitivities in the customer equipment most affected. Just as the air conditioner problems were eventually solved by a coordinated effort among affected parties, so too can new standards on equipment and on levels of permissible voltage distortions help guide the design and application of both sensitive electronic equipment and heavy-duty apparatus. Such standards will have to be applied much more selectively than in the past, however, and address a much more complex set of issues.

3.1.2 Proliferation of power electronic equipment

The advent of electronic power conversion has been widely applauded by users, but the drawbacks from the point of view of power quality have not always been recognized. The very advantages of solid-state devices that made possible modern switching power supplies, inverter-rectifiers, high-frequency induction heating,

Copyright © 2006 IEEE. All rights reserved.

ELECTRIC RULE NO. 2
DESCRIPTION OF SERVICE

C. VOLTAGE AND FREQUENCY CONTROL (Cont'd.)

1. CUSTOMER SERVICE VOLTAGES (Cont'd.)

b. Exceptions to Voltage Limits

Voltage may be outside the limits specified when the variations:

1) Arise from the temporary action of the elements.

2) Are infrequent momentary fluctuations of a short duration.

3) Arise from service interruptions.

4) Arise from temporary separation of parts of the system from the main system.

5) Are from causes beyond the control of PG&E.

c. It must be recognized that, because of conditions beyond the control of PG&E or customer, or both, there will be infrequent and limited periods when sustained voltages outside of the service voltage ranges will occur. Utilization equipment may not operate satisfactorily under these conditions, and protective devices may operate to protect the equipment.

d. The sustained service delivery voltages are subject to minor momentary and transient voltage excursions which may occur in the normal operation of PG&E's system. Subject to the limitations of C.1.a. above, the voltage balance between phases will be maintained by PG&E as close as practicable to 2½ percent maximum deviation from the average voltage between the three phases.

(Continued)

2.3.6. DAÑOS A BIENES DEL USUARIO:
La Empresa reconocerá los daños debidamente constatados, que se produjeran en artefactos o aparatos de uso común y masivo , declarados previamente por el usuario titular, originados por una comprobada mala calidad de producto imputable a EPEC, siempre que la denuncia se efectúe dentro de las 48 horas hábiles de producidos los mismos.

Quedan excluidos de lo previsto en el párrafo anterior, los aparatos o artefactos eléctricos cuyo valor justifique la utilización de protecciones especiales (relé guardamotor, protección por falta de fase, protección contra sobretensiones instantáneas y toda otra que la técnica aconseje) las cuales deberán ser instaladas por el usuario a su cargo.

Aquellos casos en que la eventual interrupción y/o perturbación del suministro de energía eléctrica pudiera producir alteraciones en procesos, pérdida de materia prima o elaborada, o de datos o memorias en sistemas de computación, el usuario deberá prever integrando a la instalación interna, a su cargo, sistemas de protección y en caso de ser necesario, fuentes auxiliares de emergencia que eviten tales contingencias.

El usuario al cual se le hubiere constatado ilícitos en el suministro, o conexión indebida del medidor, o realice una utilización de la energía con un destino distinto para el cual requirió el suministro, perderá el derecho al reconocimiento previsto en el presente artículo.

2.4. FACTURAS:
El usuario deberá abonar las facturas dentro del plazo fijado en la misma. La falta de pago a su vencimiento lo hará incurrir en mora sin necesidad de interpelación judicial o extrajudicial alguna y pasible de las medidas establecidas en el presente Reglamento., así como la aplicación de los recargos por mora establecidos por EPEC, cuya tasa no podrá superar en una vez y media la fijada por el Banco de la Provincia de Córdoba para operaciones de descuento de documentos a 30 días.

2.4.1. La factura deberá ser remitida al domicilio del suministro o al que indique el titular al solicitar el servicio, o al que con posterioridad fije fehacientemente. La misma deberá ser remitida con la debida antelación que posibilite su recepción con una antelación de 5 (cinco) días corridos como mínimo de anterioridad a su vencimiento.
2.4.2. En el supuesto de no recepción, el titular dispondrá de vías de comunicación con la Empresa que le permitan obtener el importe de la factura y las fechas de pago. El usuario podrá disponer de un duplicado de su factura en cualquiera de los locales comerciales de EPEC.

2.4.3. La facturación deberá efectuarse en forma clara y completa, con los datos exigidos por las normas legales. El ERSEP podrá exigir que se incorpore más información, en caso que la considere necesaria para facilitar una mejor comprensión de las facturas por parte de los usuarios.

2.5. POTENCIAS DEMANDADAS.

2.5.1. DEMANDAS MÁXIMAS CONTRATADAS:
Antes de iniciarse el suministro, se convendrá la demanda máxima autorizada "En Pico" y demanda máxima autorizada "Fuera de Pico", que la Empresa pondrá a disposición del usuario en cada punto de entrega. Cuando se provea energía a un mismo usuario en diferentes condiciones de suministro, se establecerán las demandas máximas autorizadas por separado para cada tipo de suministro. Cada valor convenido, será válido y aplicable a los efectos de la facturación a los precios fijados en las categorías y/o escalas de tarifas que correspondan (según las previsiones del Cuadro Tarifario), durante un período no inferior a 12 (doce) meses consecutivos, siempre que antes de terminar este período no se presentare uno de los casos previstos en el punto 2.5.3. o en el punto 2.5.4.

2.5.2. SUMINISTROS ESTACIONALES:
Tratándose de suministros estacionales, la duración de cada período será establecido de acuerdo con el usuario sobre la base de que el período de mayor demanda no podrá ser menor a 4 (cuatro) meses. Esta disposición regirá para los usuarios incluidos en la tarifa de Grandes Consumos.
El período de menor demanda no podrá ser inferior al 30% de los valores de demandas de potencia establecidos para el período de mayor demanda, ni inferior al límite de la tarifa que le corresponde al período de máxima.
Los excesos de demanda comprometida que se produjeran dentro de cada período, se cobrarán en función de las nuevas demandas verificadas y hasta el tiempo que aún reste del período estacional en que se hubiere producido tal circunstancia.

2.5.3. AUMENTOS DE DEMANDAS:
Si el usuario necesitare demandas "En Pico" y/o "Fuera de Pico" mayor a la convenida con arreglo al punto 2.5.1, deberá solicitarla previamente. Acordada la misma, la nueva "Demanda Máxima Autorizada" reemplazará a la anterior a partir de la fecha en que ella sea puesta a disposición del usuario y será válida y

Copyright 2013 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and single download on April 16, 2013 to Peritajes Eléctrcos for designated user ALCIBIADES MAYTA. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquires or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

CAPÍTULO 7 - Condiciones Especiales

ARTÍCULO 700
Sistemas de emergencia

I. Generalidades

700.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de emergencia consistentes en los circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para la iluminación, fuerza, o ambos, en las instalaciones que lo requieran cuando se interrumpe el sistema o el suministro eléctrico normal a esas instalaciones.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente exigidos y clasificados como de emergencia por las autoridades municipales, estatales, federales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para alimentar automáticamente energía eléctrica a sistemas de iluminación, de fuerza o ambos, para las áreas y los equipos designados en caso de falla de la alimentación normal o en caso de accidente en los componentes de un sistema proyectado para alimentar, distribuir y controlar la iluminación y la energía esenciales para la seguridad de la vida humana.

NLM No. 1: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, véase el Artículo 517.

NLM No. 2: Para más información sobre el desempeño y mantenimiento de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, véase la publicación NFPA 99-2005, *Standard for Health Care Facilities.*

NLM No. 3: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesite iluminación artificial para la seguridad en las salidas y para controlar el pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud, y similares. Los sistemas de emergencia pueden suministrar además energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de detección y de alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales en los que la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares.

NLM No. 4: Con respecto a la especificación sobre los lugares donde el alumbrado de emergencia se considera esencial para la seguridad de la vida humana, véase la publicación NFPA 101®-2006, *Life Safety Code®*.

NLM No. 5: Para más información sobre el desempeño de sistemas de emergencia y de reserva, véase la publicación NFPA 110-2005, *Standard for Emergency and Standby Power Systems.*

700.2 Aplicación de otros artículos. A los sistemas de emergencia se les debe aplicar todos los Artículos aplicables de este *Código*, excepto por lo modificado en este artículo.

700.3 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia.

700.4 Pruebas y mantenimiento

(A) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad con jurisdicción debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

(B) Pruebas periódicas. Los sistemas de emergencia se deben probar periódicamente, sobre un cronograma aceptado por la autoridad con jurisdicción, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(C) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, la autoridad con jurisdicción debe exigir el mantenimiento periódico.

(D) Registro escrito. Se debe llevar un registro escrito de todas las pruebas y mantenimientos de los sistemas de emergencia.

(E) Pruebas bajo carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

NLM: Con respecto a los procedimientos de prueba y mantenimiento de los sistemas de alimentación de emergencia, véase la publicación NFPA 110-2005, *Standard for Emergency and Standby Power Systems.*

700.5 Capacidad

(A) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para todas las cargas que funcionarán simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

(B) Distribución selectiva de carga, derrame de carga y rasurado de picos de carga. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigidos y sistemas de reserva opcionales cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione distribución selectiva de

Copyright 2013 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and single download on April 16, 2013 to Perilajes Eléctrcos for designated user ALCIBIADES MAYTA. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquires or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva en los casos de los numerales (1) o (2):

(1) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y del secundario del transformador cuando en el secundario del transformador únicamente exista un dispositivo de protección contra sobre corriente o un grupo de tales dispositivos.
(2) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del mismo tamaño (corriente nominal) en serie.

ARTÍCULO 701
Sistemas de reserva legalmente exigidos

I. Generalidades

701.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente exigidos, consistentes en circuitos y equipos proyectados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para las instalaciones exigidas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando se interrumpe la alimentación o el sistema eléctrico normal.

Los sistemas que cubre este artículo constan únicamente de aquellos sistemas que están instalados permanentemente en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

NLM No. 1: Para más información, véase la publicación NFPA 99-2005, *Standard for Health Care Facilities.*

NLM No. 2: Para más información sobre el desempeño de los sistemas eléctricos de emergencia y de reserva, véase la publicación NFPA 110-2005, *Standard for Emergency and Standby Power Systems.*

NLM No. 3: Véase también la publicación ANSI/IEEE 446-1995, *Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.*

701.2 Definición.

Sistemas de reserva legalmente exigidos (Legally Required Standby Systems). Sistemas exigidos y así clasificados como de reserva legalmente exigidos por las leyes municipales, estatales, departamentales o por otros códigos o por cualquier organismo gubernamental con jurisdicción. Estos sistemas están proyectados para suministrar automáticamente alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como sistemas de emergencia) en el evento de una falla de la fuente normal de alimentación.

NLM. Los sistemas de reserva legalmente exigidos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, podrían crear riesgos o impedir las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701.3 Aplicación de otros Artículos. Se deben aplicar todos los artículos aplicables de este Código, excepto lo modificado por este artículo.

701.4 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para su uso previsto.

701.5 Pruebas y mantenimiento para los sistemas de reserva legalmente exigidos

(A) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad con jurisdicción debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas completos, una vez instalados.

(B) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente exigidos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad con jurisdicción, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(C) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de las fuentes primarias, la autoridad con jurisdicción debe exigir su mantenimiento periódico.

(D) Registro escrito. Se debe mantener un registro escrito de todas las pruebas y del mantenimiento.

(E) Pruebas bajo carga. Se deben instalar medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente exigidos.

NLM: Para procedimientos de prueba y mantenimiento de los sistemas de suministro y fuerza de emergencia (EPSS's) véase NFPA 110-2005. *Standard for Emergency and Standby Power Systems.*

701.6 Capacidad y valor nominal. Un sistema de reserva legalmente exigido debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permitirá que la fuente alternativa de reserva legalmente exigida alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente exigidos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando la fuente alternativa tenga la capacidad adecuada para manejar todas las cargas conectadas.
(2) Cuando se proporcione una distribución selectiva automática de carga y derrame de carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente exigidos.

Copyright 2013 National Fire Protection Association (NFPA). Licensed, by agreement, for individual use and single download on April 16, 2013 to Peritajes Eléctrcos for designated user ALCIBIADES MAYTA. No other reproduction or transmission in any form permitted without written permission of NFPA. For inquires or to report unauthorized use, contact licensing@nfpa.org.

87 ½ por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1 ½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente exigida durante 1 ½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 900 mm (3 pies) de longitud. El circuito ramal que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente exigidas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito ramal separado para equipos unitarios, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo en su posición de encendido ("on").

IV. Protección contra sobrecorriente

701.15 Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos ramales en circuitos de reserva legalmente exigidos deben ser accesibles sólo a personas autorizadas.

701.17 Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alternativa de alimentación para sistemas de reserva legalmente exigidos tenga protección del equipo contra fallas a tierra.

701.18 Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente exigidos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva en los casos de los numerales (1) o (2):

(1) Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y el secundario del transformador cuando en el secundario del transformador únicamente exista un dispositivo de protección contra sobre corriente o un conjunto de tales dispositivos.

sobrecorriente del mismo tamaño (corriente nominal) en serie.

ARTÍCULO 702
Sistemas de reserva opcionales

I. Generalidades

702.1 Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a la instalación y funcionamiento de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a los que se refiere este artículo constan de aquellos que están permanentemente instalados en su totalidad, incluyendo fuentes primarias, y aquellos organizados para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alternativa portátil.

702.2 Definición.

Sistemas de reserva opcionales (Optional Standby Systems). Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

NLM. Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales, para cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos y procesos industriales que, si se interrumpieran debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o similares.

702.3 Aplicación de otros artículos. Se deben aplicar todos los artículos aplicables de este *Código*, excepto lo modificado por este artículo.

702.4 Aprobación de los equipos. Todos los equipos deben estar aprobados para el uso previsto.

702.5 Capacidad y valor nominal.

(A) Corriente de cortocircuito disponible. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito máxima disponible en sus terminales.

(B) Capacidad del sistema. Los cálculos de la carga en la alimentación de reserva se deben hacer de acuerdo con el Artículo 220 o mediante otro método aprobado.

Power Distribution Planning Reference Book

H. Lee Willis

ABB Power T&D Company Inc.
Cary, North Carolina

MARCEL DEKKER, INC. NEW YORK · BASEL

3
Availability and Power Quality

3.1 INTRODUCTION

Electric consumers also have definite needs with regard to the quality of electric service they are provided. Like demand, this need varies from one customer to another, and with time of day, day of week, and season of year. Consumers want electric power whenever they need it, and they want it to do the jobs they require. They want nothing more: interruptions that occur when they are not using power are unimportant, as for example an interruption of service during the weekend at a business that operates only on weekdays. Voltage spikes, dips, and harmonics are unimportant to them if they cause no problems.

Thus, from their perspective, they want nothing less than perfect service. Interruptions that do disturb their routine or business are considered unacceptable. So are voltage sags, transients, or harmonics that interfere with the proper operation of machinery or produce even nuisance levels of static, noise, or operational problems. The real issue, however, is not what customers want, but rather what type of service they are willing to *pay* for. An electric utility should always try to provide good value for their customers' money -- sloppy service at a high price is inexcusable -- but customers must understand that high quality of service and low price are mutually incompatible. For example, a SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) unit along with a fast start diesel generator and the proper associated electronic "waveforming" control equipment can provide availability on the order of less than one expected

interruption per century, and flawless 60-cycle alternating current at an unvarying voltage. SMES service can also costs up to 50 times what the equipment for normal power delivery can cost. Thus, the really important aspect is determining how much customers value uninterrupted availability of power and high power quality -- how much they need to the extent they are willing to pay the cost. The fact that many SMES systems are in service is proof that there are customers for whom availability and power quality are important, valuable issues. That the vast majority of electrical consumers do not have such equipment, or want it, is proof that for a majority of customers, such levels of service quality are not cost justifiable.

This chapter begins by looking at the various electric problems where service can fall short of customer expectations. This is putting the cart before the horse is some cases, because many of the equipment and engineering issues related to these problems are not introduced until later in the book. However, the point of this discussion is to explain the types of problems that customers see, and some explanation of the engineering issues is required. Section 3.2 discussions interruption of power, along with the most typical causes, and the ways in which such problems are "fixed." In turn, Sections 3.3, and 3.4 then similarly treat voltage variation problems, and harmonics. Section 3.5 looks at the customer impact of these problems and at ways that are used to study customer quality needs and assess their value in T&D planning.

3.2 INTERRUPTION OF ELECTRIC SERVICE

An "interruption" is a cessation of electric service. By contrast an "outage" is the failure of one or more components of the electric system to do their job, either because of actual equipment failure, damage by weather or other causes, or because they have been switched out of service, either deliberately or by mistake or failure of control equipment.

This is certainly the worst type of "power quality problem" that can occur, but complete cessation of service is generally considered in a separate category from "power quality." (Power quality is most often used to refer to attributes of the power when there is some being delivered). Interruption of power -- a lack of availability -- is the inverse of reliability as seen by and considered from the utility perspective. Interruptions are usually caused by the outage of one or more parts of the T&D system -- a downed line, a cable that failed, a transformer damaged by lightning, etc. They can also be caused by failures in the customer's equipment -- open wiring inside a home, corroded switchgear at an industrial plant substation, and similar situations.

Regardless, to an electrical consumer an interruption is an interruption. The