



"Innovación y Tecnología como Impulsores del Desarrollo Sustentable del Sector"

Congreso Internacional de Distribución Eléctrica
31 de Octubre al 2 de Noviembre de 2022
Buenos Aires Marriott Hotel, República Argentina

www.cidel2022.com

**IITREE – FI-UNLP
ARGENTINA**

Sesión Técnica 5

Nuevas Técnicas y Métodos Prácticos para Mejorar la Calidad de Potencia

MÉTODOS PRÁCTICOS PARA LA MITIGACIÓN DE PERTURBACIONES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

| | |
|---|--|
| Autor/es / Authors | GUSTAVO BARBERA, PEDRO ISSOURIBEHERE, FERNANDO ISSOURIBEHERE, JUAN C. BARBERO, H. GASTÓN MAYER |
| Empresa o entidad / Company or Organization | IITREE – FI-UNLP |
| Cargo / Position | INGENIEROS |
| DATOS DE LA EMPRESA / ORGANIZATION INFORMATION | |
| Dirección / Address | 48 Y 116 |
| Localidad / Location | LA PLATA |
| País / Country | ARGENTINA |
| Código Postal / Zip Code | 1900 |
| Teléfono / Telephone | +54-221-4236695/97 |
| Fax | +54-221-4236695/97 |
| E-Mail | gbarbera@iitree-unlp.org.ar |

RESUMEN

En Argentina, las Perturbaciones (básicamente armónicas y flicker) se encuentran reguladas. Como consecuencia de ello, en caso de detectarse niveles de éstas por encima de los límites existentes se aplican sanciones a las Distribuidoras.

El presente Trabajo comienza con una descripción sucinta de las Perturbaciones reguladas (definiciones, causas, efectos y herramientas de mitigación existentes). Luego de ello se exponen, en forma cualitativa, una serie de casos – en su mayoría exitosos – en los que debieron mitigarse dichas Perturbaciones en distintos puntos de la red de Distribución. Las experiencias incluyen resultados de mediciones previas y posteriores a la implementación de la solución propuesta, y una descripción de las acciones llevadas a cabo en cada caso.

Se trata de cinco casos, dos de ellos referidos al tratamiento de armónicas y los tres restantes, a la mitigación de flicker en redes de distribución.

Al final del Trabajo se enumeran las conclusiones y las respectivas lecciones aprendidas.

Cabe señalar que el Trabajo resultará una valiosa fuente de información para aquellos profesionales del sector dedicados al abordaje de Perturbaciones en redes de distribución, en virtud que los métodos empleados en la práctica no suelen estar documentados en la bibliografía existente sobre la temática.

INTRODUCCIÓN

En la gran mayoría de los países de la Región, en la que Argentina no es la excepción, la Calidad de Energía (CE) se encuentra regulada. Dentro de ésta, se enmarca la Calidad de Producto Técnico (CPT) la que, al menos en Argentina, engloba el Nivel de Tensión y las Perturbaciones, particularmente las armónicas y el flicker. [1] [2]

En lo que se refiere específicamente al AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires) el Marco Regulatorio contempla la realización de campañas de medición por parte de las Distribuidoras, cuyo objeto es justamente evaluar la Calidad del Producto Técnico. En caso que ésta no resulte apropiada, se prevén sanciones para las Distribuidoras.

El IITREE (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos) de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, ofició de auditor de las campañas de medición de perturbaciones (armónicas y flicker) realizadas en el AMBA durante más de 12 años en forma ininterrumpida.

Como consecuencia de ello, el Instituto ha obtenido una valiosa experiencia práctica en la medición y el análisis sistemático de dichos parámetros. Asimismo, por el rol llevado a cabo, ha auditado un sinnúmero de casos que incluyeron, en primera instancia la detección del origen de cierta perturbación, y luego las acciones llevadas a cabo por las Distribuidoras a los efectos de solucionar el inconveniente.

En ese sentido, el objetivo primordial del trabajo es presentar en una serie de casos prácticos que, de alguna manera, documenten en forma ordenada lo arriba expuesto.

Si bien la bibliografía sobre Calidad de Energía [3] [4] presenta métodos de mitigación de perturbaciones particularmente complejos, p.e. incorporación de SVCs (Static Var Compensators) y STATCOMS para la reducción del flicker, en la práctica y sobre todo en redes de distribución de energía eléctrica, no siempre son éstas las herramientas empleadas por las empresas prestadoras del servicio eléctrico.

En ese sentido, las Distribuidoras optan por soluciones más sencillas y sobre todo menos costosas, entre las que se destacan el aumento de la potencia de cortocircuito en el punto en cuestión y la “segregación” de la carga perturbadora.

PERTURBACIONES REGULADAS

Armónicas:

De un punto de vista conceptual, se define a una armónica como una señal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental del sistema (50 Hz para Argentina).

Estas componentes espurias, en general, son debidas a la presencia de cargas no lineales, particularmente aquellas que poseen electrónica de potencia. Un caso típico es el de los rectificadores, encargados de convertir una señal de alterna en una de continua. Los hay de distintas topologías y, particularmente, de diferentes potencias. En ese sentido, pueden encontrarse los de gran potencia que son utilizados en la industria de la reducción de metales y transmisión de alta tensión en corriente continua, los de mediana potencia empleados en la industria de fabricación, para el control de motores, y en aplicaciones de ferrocarriles eléctricos; y finalmente los de baja potencia utilizados en las fuentes de alimentación de los artefactos electrónicos de uso residencial.

Se trata de una perturbación que, en general, no trae aparejados reclamos por parte de los usuarios, en virtud que los inconvenientes que éstas generan se encuentran, más bien, vinculados a las redes eléctricas, a saber: eventuales magnificaciones en tensiones y corrientes debidas a resonancias, mayores pérdidas y consecuentemente reducción en la eficiencia de las redes de transmisión/distribución, diversidad de interpretaciones para ponderar la energía reactiva (medición del “factor de potencia”); etc.

Por otro lado, las técnicas normalmente utilizadas para su mitigación radican en la instalación de filtros, tanto pasivos como activos.

En Argentina [1] [2] están reguladas las armónicas hasta la 40^a, y la TDT (Tasa de Distorsión Total) también conocida como THD por sus siglas en inglés (Total Harmonic Distortion).

Flicker:

Esta perturbación tiene que ver con la sensación visual experimentada por un observador sometido a variaciones de la intensidad de la iluminación.

La persistencia de las variaciones en la iluminación provoca molestias en el observador. Este fenómeno, el cual es netamente de carácter subjetivo, se encuentra relacionado con la sensibilidad y la reacción de cada persona y debe ser estudiado sobre bases estadísticas.

Tiene origen en las variaciones (modulación de amplitud) de la componente de tensión fundamental (50 Hz) por frecuencias que se encuentran típicamente en el rango de 0,1 a 30 Hz. En particular, las molestias resultan más severas en frecuencias cercanas a los 9 Hz.

A diferencia de las armónicas, la presencia de flicker normalmente motiva un elevado número de reclamos por parte de los usuarios, debido a la incidencia directa que éste posee en términos de molestias ocasionadas. [5]

En cuanto a las cargas que producen flicker, básicamente podrían dividirse en dos grandes familias [6]. Por un lado, se encuentran las cargas que provocan cambios de tensión aislados, puesto que presentan ciclos de trabajo cortos, en los que toman una elevada corriente. Ejemplos de éstas son: grandes motores de uso industrial operando en directa, calderas eléctricas de gran potencia, máquinas de rayos X, ascensores, compresores con determinados ciclos de trabajo, máquinas inyectoras de plástico, etc. Por otro, se tienen cargas que provocan fluctuaciones de tensión debido a que la corriente que

toman varía instante a instante, tal como es el caso de soldadoras de arco eléctrico, laminadores eléctricos, grandes motores industriales con cargas variables y, sobre todo, los hornos de arco eléctrico.

Tal como se señaló en la Introducción, en el mercado existen distintos dispositivos para la mitigación del flicker, tales como el SVC (Static Var Compensator) o el STATCOM, los que suelen ser particularmente costosos.

Por otro lado, puesto que el flicker es una perturbación muy sensible a la potencia de cortocircuito existente en determinado punto, las empresas eléctricas suelen optar por esta técnica para su mitigación. Muchas veces con el simple reemplazo de un transformador por otro de mayor potencia, y/o el reemplazo de conductores por otros de mayor sección es posible obtener una reducción considerable del flicker. Otra técnica frecuentemente empleada por las Distribuidoras es la de “segregar” a la carga perturbadora, aislándola del resto de los usuarios de la zona, los que podrían verse perjudicados por ser alimentados con una tensión fluctuante.

El indicador de flicker de corto plazo (Pst) es normalmente empleado para su caracterización. Adicionalmente, Pst=1 se define como el umbral de irritabilidad.

PRESENTACIÓN DE CASOS

Caso 1 – Armónicas en una Central Telefónica (Perturbaciones “contenidas” en un CT):

Un caso particular se dio en un Centro de Transformación (CT) MT/BT que alimentaba en forma exclusiva a un único usuario, una Central Telefónica.

Debido a los rectificadores que poseen las centrales telefónicas, las armónicas emitidas por la carga son las de orden $n \cdot k \pm 1$, donde n es el número de pulsos del rectificador (6 ó 12) y k un número entero mayor o igual que uno. En este caso concreto la armónica que se puso de manifiesto en mayor medida fue justamente la 11ª, por lo que se infiere que el rectificador causante de la perturbación era de 12 pulsos.

El perfil de medición semanal normalizada – para esta armónica en particular en tensión y corriente – es el que se muestra en la Fig. 1. Según [1] el valor máximo permitido para la armónica 11ª en la tensión en BT es 3,5%. El valor medido en las barras del CT se encontró por encima de este nivel de referencia durante toda la semana de medición, por lo que cabría penalidad para la Distribuidora.

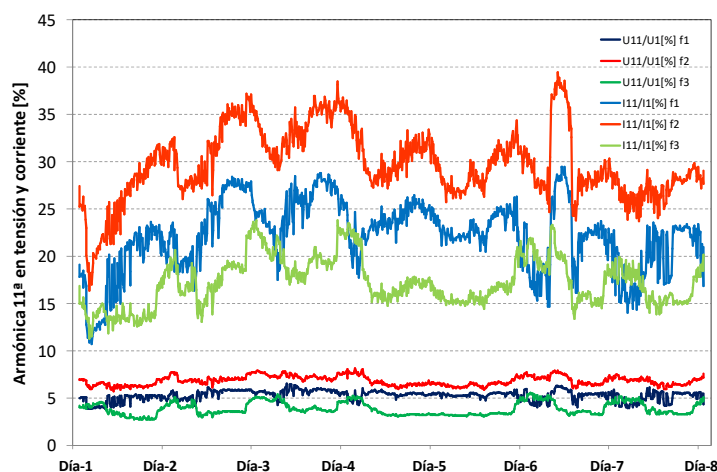


Fig.1. Perfil de armónica 11ª en tensiones y corrientes.

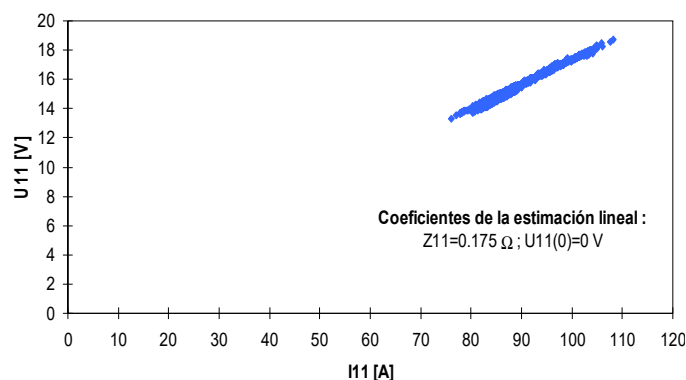


Fig.2. Correlación entre tensión y corriente para armónica 11ª.

Sin embargo, al tratarse de un potencial “usuario perturbador”, fue menester analizar en detalle el comportamiento de la armónica 11ª en función de la carga. En ese sentido, se hizo uso de los diagramas de correlación, los que representan un método cualitativo para abordar la responsabilidad en la emisión de determinada perturbación. Para su implementación se representa, para cada uno de los intervalos de 10 minutos que componen la medición semanal, el valor de la corriente armónica en el eje de abscisas y el de la tensión armónica en el eje de ordenadas.

El resultado se muestra en la Fig. 2. De la nube de puntos que allí aparece, se observa una fuerte correlación entre los valores de tensión y corriente armónica. Por lo tanto, es posible obtener analíticamente una recta que se ajuste a tal distribución. La ordenada al origen de dicha recta, conceptualmente, sería la componente de armónica 11ª que tendría la tensión de suministro en caso que la componente de dicha armónica en la corriente fuera nula.

Como resultado del análisis se obtuvo que este valor de armónica 11ª en la tensión sería prácticamente nulo. En consecuencia, se concluyó que la armónica 11ª era producida por la emisión del Usuario.

No obstante, apelando más bien al sentido común, la Distribuidora decidió analizar la potencial propagación de esta armónica 11ª a través de su red, lo cual podría afectar la Calidad del Producto Técnico brindado a los distintos usuarios de la zona. Para ello, efectuó mediciones normalizadas tanto en el CT MT/BT “aguas arriba” del CT en cuestión a lo largo del alimentador de MT, como en aquel “aguas abajo” del mismo.

Los resultados obtenidos fueron contundentes. En sendos CTs los niveles de armónica 11ª en la tensión se encontraron muy por debajo de los límites existentes. De este modo, la Distribuidora pudo demostrar experimentalmente que esta

armónica 11ª detectada en el CT que alimentaba en forma exclusiva a la Central Telefónica, no ocasionaba ningún inconveniente en usuarios aledaños. Por lo tanto, no fue necesaria la intervención sobre la red, atento a que la perturbación de encontraba de algún modo “contenida” en el CT que alimentaba al propio Usuario Perturbador.

Caso 2 – Armónicas debidas a un usuario que posee grandes rectificadores (Instalación de filtro):

Este caso tuvo lugar en un punto de la red de MT (20 kV) de la Distribuidora, más precisamente en un nodo desde el cual se alimentaba a un Usuario que poseía rectificadores de elevada potencia de 6 pulsos, razón por la cual se esperaba la presencia de armónicas de orden más bajo (5ª, 7ª, 11ª, 13ª; etc.) que en el caso anterior.

El perfil de THD en la tensión se presenta en la Fig. 3 (donde se vislumbra una elevada transgresión del límite existente), mientras que en la Fig. 4 se muestra un diagrama de barras conteniendo las armónicas individuales presentes, representadas por su valor medio y su P95 (Percentil 95, indicador que debe ser comparado con los niveles de referencia). Tal como se insinuó, se trata de las armónicas características en este tipo de carga.

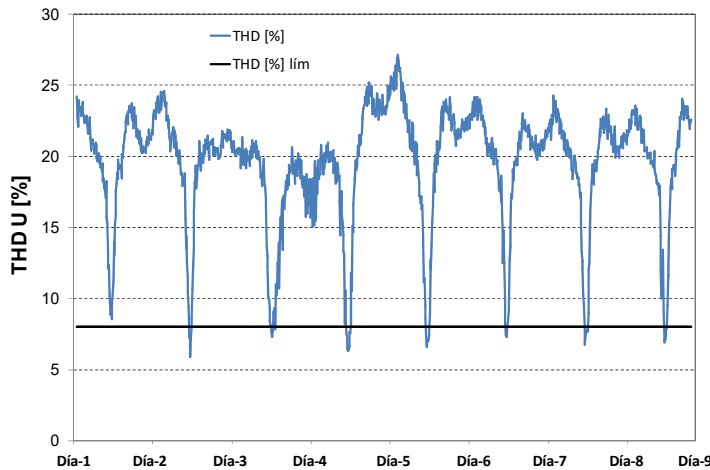


Fig.3. Perfil de THD en la tensión.

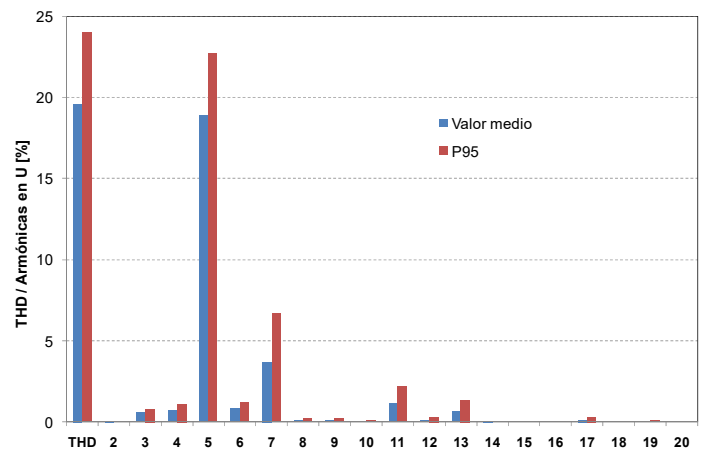


Fig.4. Valor medio y P95 para THD y armónicas en la tensión.

Por la magnitud que presentaron las armónicas, y sobre todo por la potencia puesta en juego, en este caso fue necesaria la incorporación de una herramienta de mitigación.

Una técnica habitual es intercalar un filtro entre la red y la carga con el objeto de que las corrientes armónicas generadas se deriven por tales ramas y que, de este modo, no lleguen a afectar a la tensión en el punto de conexión [7]. El objetivo es justamente brindarle a las armónicas “un camino de baja impedancia”.

En ese sentido, se sugirió al Usuario la instalación de un filtro de este tipo en 20 kV. El banco propuesto constó de una rama sintonizada en la armónica 5ª, una rama sintonizada en la armónica 7ª (ambas resonantes de alto Q) y una rama centrada en la armónica 12ª con un Q adecuado, de modo tal de cubrir las armónicas 11ª y 13ª.

La topología del filtro propuesto se muestra en la Fig. 5, mientras que en la Fig. 6 aparecen los resultados de la simulación de dicho filtro, particularmente su respuesta en frecuencia, en la cual se observa que presenta prácticamente un cero en las frecuencias correspondientes a las armónicas 5ª y 7ª, y una reducción considerable en las armónicas 11ª y 13ª (ver círculos emplazados sobre el eje de abscisas).

Con la instalación de un filtro como el descrito es posible mitigar las armónicas características de un rectificador de 6 pulsos y cumplir así con los estándares existentes de Calidad de Producto.

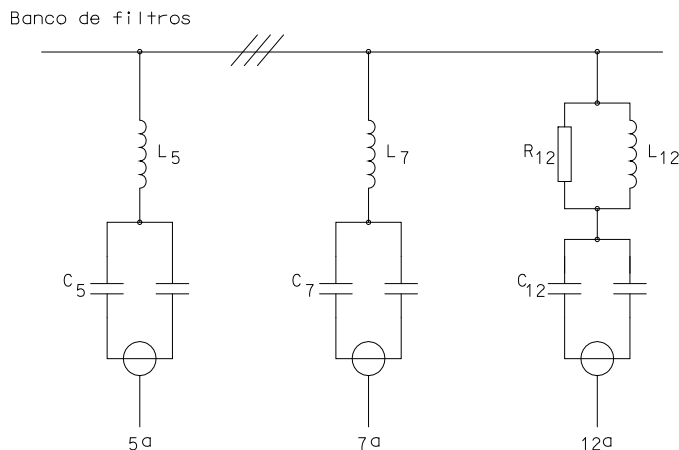


Fig.5. Topología del filtro de armónicas propuesto.

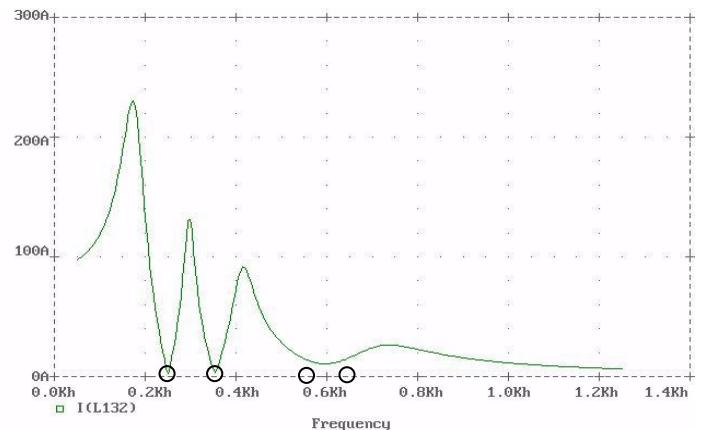


Fig.6. Respuesta en frecuencia del filtro de armónicas.

Caso 3 – Flicker debido a una Estación de GNC (Segregado de la “carga perturbadora”):

Las Estaciones de Servicio de GNC (Gas Natural Comprimido) cuentan con compresores que aspiran el gas proveniente del gasoducto. Estos compresores poseen ciclos de trabajo con arranques y paradas en forma permanente, enmarcándose así dentro de la primera familia de cargas que generan flicker descripta anteriormente.

De esta manera, toman una corriente realmente variable de la red. Dependiendo de la potencia de cortocircuito existente en el sitio, esto puede dar lugar a fluctuaciones de tensión y consecuentemente a flicker.

Debido a ello, se detectaron numerosos casos con niveles elevados de flicker en la red de baja tensión, en puntos cercanos a tales estaciones. A manera de ejemplo, en la Fig. 7 se muestran los perfiles de corriente mínima, media y máxima (períodos de 10') en una fase a lo largo de una semana, en la que puede observarse la variabilidad que presenta la corriente.

Asimismo, en la Fig. 8 se muestra el perfil de flicker resultante, donde se vislumbra que el umbral ($Pst=1$) es transgredido permanentemente a lo largo de toda la semana en las tres fases.

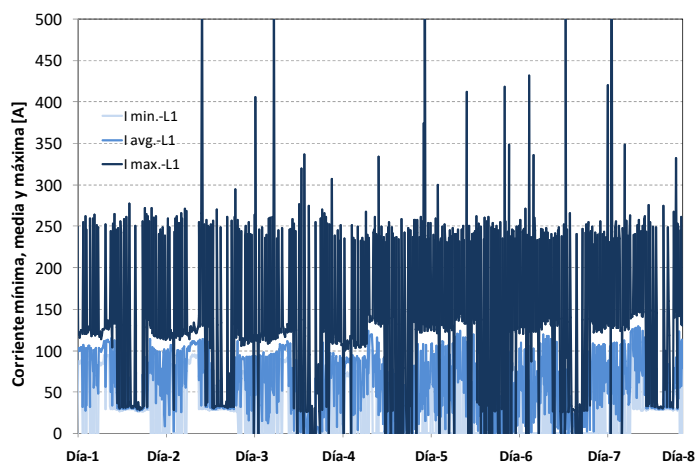


Fig.7. Corriente tomada por un compresor de estación de GNC.

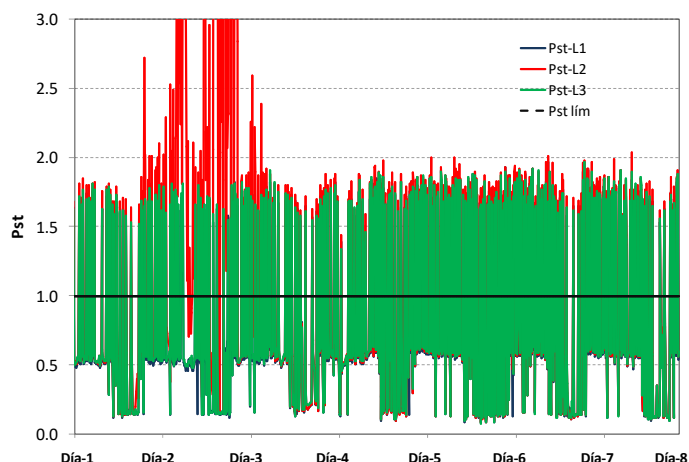


Fig.8. Pst registrado en estación de GNC.

Una estación de GNC, ubicada en una zona residencial del AMBA, era alimentada en BT de un CT, desde el cual también eran alimentados otros usuarios residenciales.

Naturalmente, el flicker generado por la estación de GNC hacía que la Calidad de Producto con la que se alimentaba a los demás usuarios no era la apropiada, lo cual generó un elevado número de reclamos en la vecindad.

Esto motivó la realización de mediciones de campo a los efectos de conocer los valores de flicker. En caso que los valores resultaren elevados debería buscarse una solución a este inconveniente.

El resultado de la medición se muestra en la Fig. 9, donde se observa que durante más del 90 % del tiempo el Pst se encontró por encima de 1 (se incluyó sólo una fase a los efectos de facilitar su visualización). Se ha representado además el perfil de la corriente, el cual posee un patrón distinto al del Pst, en virtud que desde el mismo CT se alimentaban también a otros usuarios.

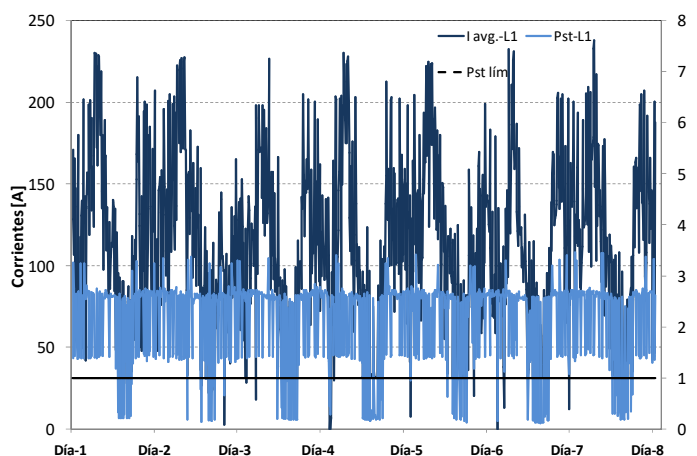


Fig.9. Pst y corrientes, registradas previo a la adecuación.

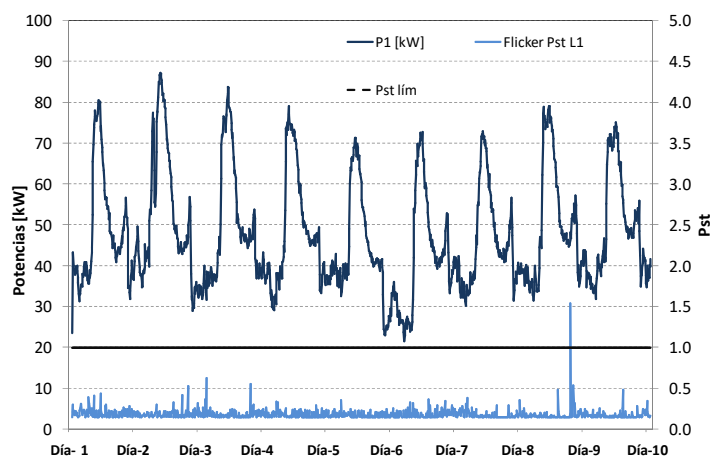


Fig.10. Pst y corrientes, registradas luego de la adecuación.

A los efectos de encontrar una solución, en el sentido que los usuarios alimentados del mismo CT no se vean afectados por una tensión considerablemente fluctuante, la Distribuidora decidió modificar la red de baja tensión.

Se dejó el transformador existente para alimentar en forma exclusiva a la Estación de GNC (“Usuario perturbador”), y se construyó un nuevo CT en las cercanías del anterior, para alimentar al resto de los usuarios.

A posteriori de las obras, la Distribuidora efectuó una medición normalizada en el nuevo CT, puesto que el objetivo era mejorar la Calidad de Producto brindada al resto de los usuarios. El resultado de dicha medición se muestra en la Fig. 10, en la que además del Pst se ha graficado el perfil de potencia activa (en una fase). Como puede observarse, los valores de Pst resultaron ahora muy por debajo de 1, con lo cual se consideró que el caso había sido resuelto.

Caso 4 – Flicker debido a una Industria (Cambio de transformador):

Se trata de un caso de un CT desde el cual, también, se alimentaban tanto a una industria como a usuarios residenciales. El CT contaba con un transformador de 315 kVA, el cual era suficiente para abastecer la demanda existente.

En la Fig. 11 se presentan perfiles de corriente y de Pst (en una fase), cuyo valor P95 resultó 1,64, y por ende correspondió penalización.

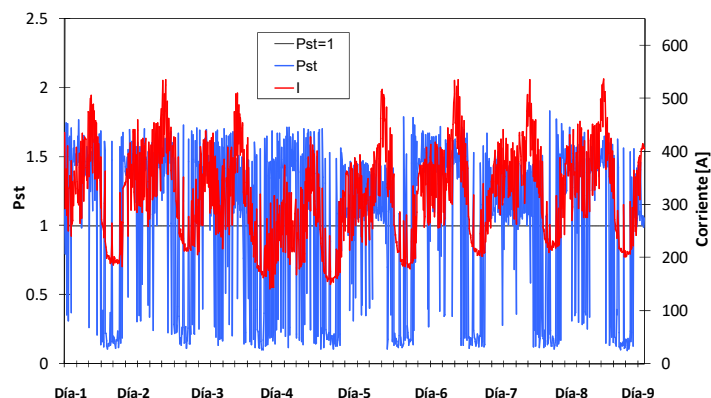


Fig.11. Pst y corriente, registrados previo al cambio de trafo.

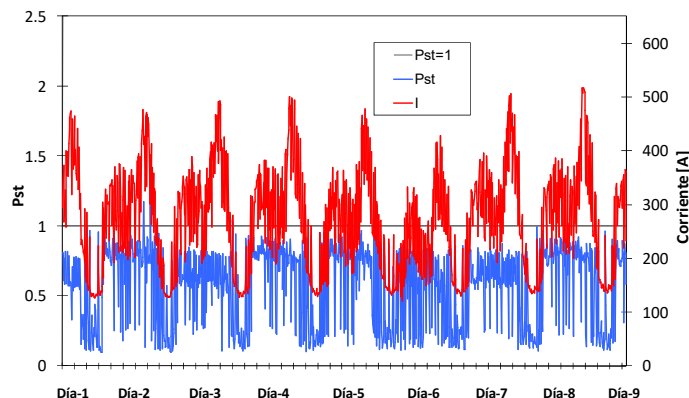


Fig.12. Pst y corriente, registrados luego del cambio de trafo.

Desde el CT se alimentaba a sólo una industria (el resto eran usuarios residenciales), por lo que era altamente probable que la perturbación detectada se debiera ésta. A pesar de ello, la Distribuidora decidió resolver el caso de manera autónoma, para lo cual reemplazó el transformador existente en el CT (de 315 kVA) por uno de 800 kVA, con el objeto de aumentar la potencia de cortocircuito del punto.

Una vez implementado el cambio de transformador, se realizó una nueva medición, a sólo dos semanas después de la original. El resultado aparece en la Fig. 12. La carga resultó similar a la medición original, y el flicker presentó un patrón semejante (la carga perturbadora sigue estando), pero de valor absoluto inferior. En consecuencia, el valor P95 del Pst resultó 0,89. Punto no penalizado, caso resuelto.

Caso 5 – Flicker debido a una Industria Plástica (Adecuación de red de Distribución):

En una zona del AMBA, en la red de baja tensión, se detectaron elevados niveles de flicker. Según la base de datos de usuarios de la Distribuidora, en esa zona se encontraba una industria plástica.

Las industrias plásticas cuentan con máquinas inyectoras, encargadas de fundir e inyectar el plástico en los respectivos moldes a través de un orificio. Esto implica elevados y variables consumos de energía, según el ciclo de trabajo que el proceso requiera. También se trata de una de las cargas enmarcadas en la primera familia descrita en el apartado Perturbaciones Reguladas.

Dependiendo de la capacidad de cortocircuito existente, esta fluctuación en la carga puede traducirse en fluctuaciones en la tensión y, por lo tanto, en flicker.

Se realizaron mediciones de flicker y de potencia activa directamente en la acometida de este Usuario “presuntamente perturbador”. Los resultados aparecen en la Fig. 13 (sólo una fase).

El comportamiento del Usuario era el siguiente: la industria operó los días de semana entre las 08:00 y las 17:00, mientras que durante los fines de semana se mantuvo no operativa. Esto puede vislumbrarse a partir del perfil de potencia activa registrado. Asimismo, se observa que el Pst se mantuvo por debajo del límite permitido en los pasajes de tiempo en que la industria no operó, mientras que se presentaron valores elevados de éste con la planta operando (de hecho, sendos perfiles presentaron el mismo patrón).

Con el objeto de reforzar la teoría que la perturbación es provocada por la industria, se realizó un análisis del nivel de flicker existente, discriminando entre períodos con la planta operando y con ésta sin operar. Los resultados se muestran en la Tabla I (columnas a izquierda). Allí se observa que el Pst95 con la planta operando resultó 1,66; mientras que con ésta sin operar fue 0,39. El Pst95 a lo largo de toda la medición, sin efectuar ningún tipo de discriminación, fue 1,60; por lo que el punto era pasible de penalidad.

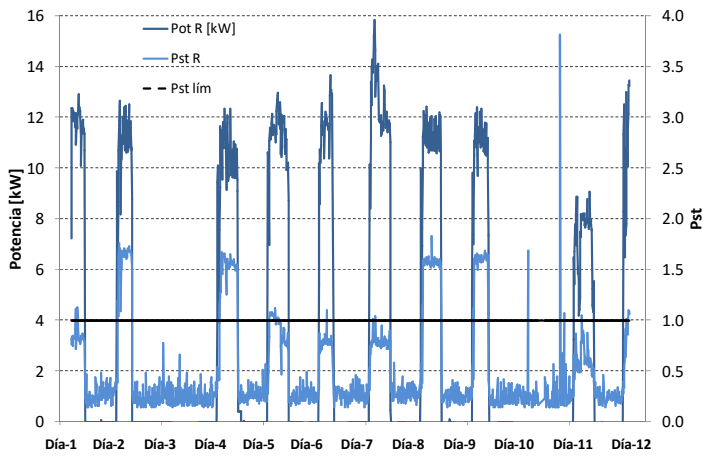


Fig.13. Pst y potencia, registrados previo a la adecuación.

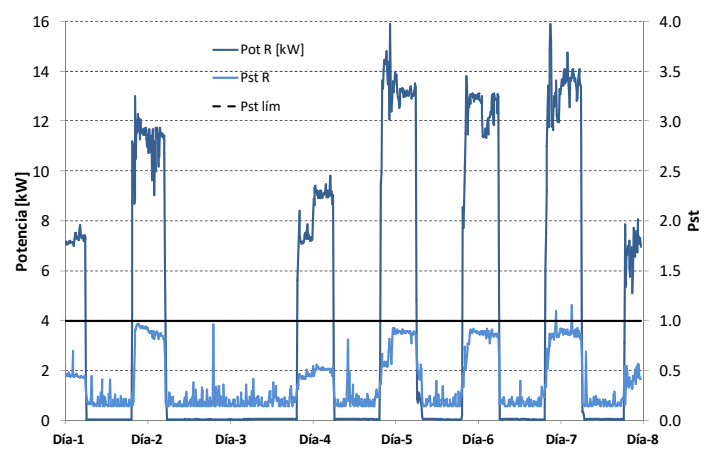


Fig.14. Pst y potencia, registrados luego de la adecuación.

Por lo tanto, se infiere una alta influencia de la carga en la calidad de la tensión de la zona, concluyéndose así que el flicker era causado por este Usuario industrial.

Tabla I. Resumen de valores de Pst en distintos regímenes de operación, previo y luego de la adecuación de la red.

| | Valores de Pst registrados previo a la adecuación | | | Valores de Pst registrados luego de la adecuación | | |
|-------------|---|--------------------------|------------------------|---|--------------------------|------------------------|
| | Sin discriminar | Con la planta sin operar | Con la planta operando | Sin discriminar | Con la planta sin operar | Con la planta operando |
| Valor Medio | 0.52 | 0.26 | 1.09 | 0.39 | 0.20 | 0.70 |
| P95 | 1.60 | 0.39 | 1.66 | 0.90 | 0.35 | 0.93 |

Si bien se demostró que el causante del flicker era un Usuario, la Distribuidora detectó que la red en el punto de suministro era particularmente débil. Por consiguiente, mejoró la potencia de cortocircuito de la red, básicamente reemplazando los cables por otros de mayor sección.

Una vez que la obra finalizó se midió nuevamente y se efectuó un análisis similar al anterior, diferenciando entre períodos con la planta operando y ésta sin operar.

Los perfiles de Pst y potencia medidos luego de la modificación de la red aparecen en la Fig. 14. La carga medida, como era de esperar, fue similar a la de la medición original. En cuanto al perfil de flicker, éste presentó el mismo patrón que el de la carga del usuario – la emisión de la fluctuación continuó – pero los valores de Pst fueron sensiblemente menores que en el caso anterior. Tal es así, que en esta ocasión no correspondió penalidad, puesto que el Pst95 fue 0,90 (no hubo transgresión ni siquiera con la planta operando). Esto se debe a que luego de la modificación, la red contó con mayor capacidad para “absorber” las fluctuaciones de la carga.

Los resultados en formato numérico, conforme al estado de la planta, se muestran en la Tabla I (columnas a derecha). Allí se observa que el Pst95, aún con la planta operando fue inferior a la unidad (0,93).

A manera de conclusión, si bien no se actuó sobre la carga, con la nueva red, las fluctuaciones de corriente no se tradujeron en elevadas fluctuaciones de tensión. De este modo, se consideró al caso resuelto.

CONCLUSIONES DEL TRABAJO Y LECCIONES APRENDIDAS

- Las Distribuidoras del AMBA, conforme al Marco Regulatorio [1], deben llevar adelante rigurosas campañas de medición de Producto Técnico, en el que se enmarcan las Perturbaciones (armónicas y flicker).
- En caso de detectarse mediciones con niveles por encima de los establecidos, se prevé la aplicación de penalidades.
- Se han observado mayores inconvenientes – casos penalizados – por flicker que por armónicas [8].
- Dicha penalidad se aplica hasta que la Distribuidora, por medio de una nueva medición, demuestre que el caso ha sido resuelto.
- Existen diversos mecanismos que permiten establecer el origen de determinada perturbación.
- En la gran mayoría de los casos penalizados, se observa que la perturbación tiene origen en un “usuario perturbador”.
- En caso que se compruebe que la perturbación es ocasionada por un “usuario perturbador” que emite armónicas y/o flicker por encima de los límites estipulados, el Marco Regulatorio [2] le permitiría a la Distribuidora actuar en consecuencia (intimarlo a efectuar acciones correctoras, aplicarle sanciones e inclusive solicitar su desconexión).
- Sin embargo, se ha observado que en casos con valores de perturbaciones por encima de los permitidos, en la medida que se trate de una solución sencilla, las Distribuidoras tienden a solucionar el inconveniente por sus propios medios.

- En general, sobre todo en los casos de flicker (que como se señaló previamente son los más frecuentes) las estrategias de mitigación implican actuar sobre la red de Distribución, a fin de aumentar la potencia de cortocircuito (reemplazando transformadores y/o conductores) o de “segregar” la carga perturbadora.
- Se ha vislumbrado que los métodos implementados por las Distribuidoras resultan efectivos para el abordaje de perturbaciones en redes de Distribución.

REFERENCIAS

- [1]** “Anexo a la Resolución ENRE 184/00. Base Metodológica para el Control de la Calidad del Producto Técnico. Etapa 2”.
- [2]** “Anexo a la Resolución ENRE 99/97. Base Metodológica para el Control de la Emisión de Perturbaciones. Etapa 2”.
- [3]** Timothy J. E. Miller, “Reactive Power Control in Electric Systems”. John Wiley & Sons, Inc. 1982. ISBN 0-471-86933-3.
- [4]** “Static Synchronous Compensator (STATCOM) for Arc Furnace and Flicker Compensation”. WG B4. 19. CIGRE Publication. 2003.
- [5]** P. Issouribehere, A. Galinski, D. Bibé, G. Barbera, “Ten years of harmonic and flicker control by IEC normalised measurements in Buenos Aires distribution system”. CIRED 2007 19th International Conference on Electricity Distribution. Viena, Austria. 21/05/07 al 24/05/07.
- [6]** M. Bollen, I. Gu, “Signal Processing of Power Quality Disturbances”. IEEE PRESS, John Wiley & Sons, Inc. 2006.
- [7]** J. Arrillaga, N. Watson, “Power System Harmonics”. John Wiley & Sons, Inc. 2003.
- [8]** P. Issouribehere, J. Barbero, G. Barbera, F. Issouribehere, H. Mayer, “Assessment of power quality indices over a decade of control in Argentinian distribution system”. IEEE Power Engineering Society (PES) General Meeting 2010. Minneapolis, USA. 26/07/10 al 29/07/10.