

COMITÉ 36
COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA EN SISTEMAS DE POTENCIA

MÉTODO DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LAS INTERRUPCIONES DEL SERVICIO ELÉCTRICO (2^{da} PARTE)

Pedro E. Issouribehere (*) Juan C. Barbero
 IITREE-LAT. Universidad Nacional de La Plata

Jorge L. Martínez Alejandro Galinski
 Ente Nacional Regulador de la Electricidad

RESUMEN

Las campañas de supervisión de la Calidad de Servicio Eléctrico llevadas a cabo por el Ente Regulador tienen por objeto verificar los cálculos de los índices de Calidad de Servicio Técnico que realizan las Distribuidoras.

El método que se aplica comprende el registro de interrupciones en puntos de suministro del área de concesión de las tres Distribuidoras.

Se presentan los índices de confiabilidad de los sitios controlados: tasa de interrupciones λ , tiempo de reposición promedio r e indisponibilidad Q obtenidos con la información de campo recopilada durante tres años hasta Junio de 2000.

Se obtienen además por Distribuidora, las tasas de ocurrencia de las interrupciones breves que constituyen otro indicador de la Calidad del Servicio Eléctrico.

Palabras Clave: Calidad de Servicio - Interrupciones – Control - Estadística.

1.0 - INTRODUCCIÓN

El método para el control de la bonificación por energía no suministrada (ENS), que ya ha sido propuesto en un trabajo precedente [1], la Primera Parte, está basado en el control directo a nivel del suministro de usuarios, seleccionados mediante técnicas de muestreo estadístico.

La energía eléctrica suministrada a un usuario se factura a partir de una medición específica y de una tarifa establecida. Los Contratos de Concesión de las empresas privadas de Buenos Aires establecen que el control de los planteles de medidores de energía eléctrica debe efectuarse por técnicas de muestreo. Estos controles ya se efectúan, y permiten establecer si las Distribuidoras

cumplen con un porcentaje máximo, estadísticamente tolerable, de equipos en mala condición.

Por otro lado, la bonificación a percibir por el usuario por mala calidad del servicio técnico – interrupciones, su tasa y duración – aparecerá como un descuento en su factura. Podría decirse que así como el usuario *paga* por la energía que recibe, *cobra* por la no suministrada (Fig. 1).

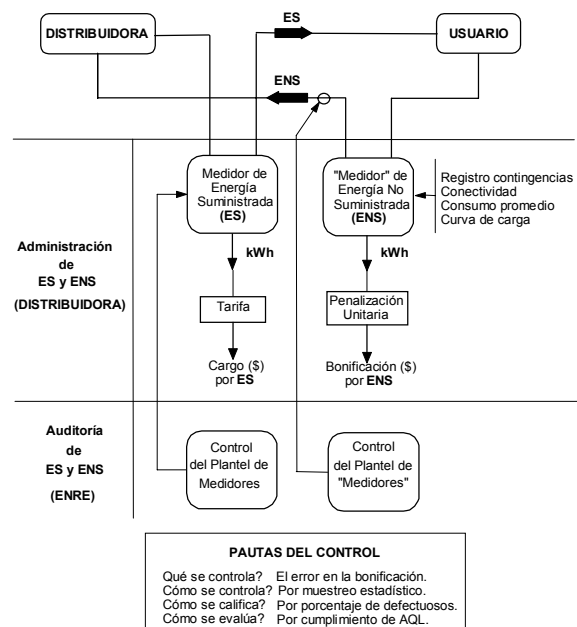


FIGURA 1 - Auditoría técnica de la medición de la energía suministrada (ES) y la no suministrada (ENS).

Así resulta razonable pretender que ambas energías sean medidas con iguales reglas.

(*) Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos - Universidad Nacional de La Plata. Calle 48 y 116. (B1900AMF) La Plata. Argentina. Tel. +54-221-425-0804/423-6695 / 6697. Fax: Int.322 - e-mail: iitree@ing.unlp.edu.ar

Como, al estado actual de la técnica, no existen “medidores de energía no suministrada” de difusión masiva, los Contratos han previsto el cálculo de esta última por el procedimiento de vincular las contingencias de la red con cada usuario y determinar la ENS sobre la base del horario y duración del corte, a su consumo medio y a una curva universal de carga.

La determinación de la ENS a cada usuario debería efectuarse con una “clase” que guarde relación con la de medición de la energía suministrada. Por otra parte, si el plantel de medidores en servicio se controla por muestreo, también por el mismo procedimiento de inspección podría verificarse esta otra medición.

En el método propuesto se toman en cuenta la frecuencia de las interrupciones y el tiempo total de interrupción por semestre, inspeccionando n usuarios por Distribuidora.

Si n se selecciona adecuadamente, con relación al plantel de usuarios totales de la Distribuidora, es posible obtener un índice de la eficacia con que se han seguido las interrupciones del servicio. Este índice sería el AQL (Nivel de Calidad Aceptable) con el que se califican las calidades de lotes grandes de items que se evalúan por muestreo.

2.0 - INTERRUPCIONES EN EL AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES

En la actualidad, la distribución eléctrica en el área metropolitana de Buenos Aires debe cumplir con tasas máximas de interrupciones del suministro de duraciones mayores a 3 minutos impuestas a las empresas en los Contratos de Concesión [2].

El sistema de administración de las interrupciones por parte de las compañías se basa en las consultas a una base de datos de interrupciones y a otra de conectividad Usuario-red. Las transgresiones a los límites acordados dan lugar a bonificaciones a cada usuario.

El método de control que aplica el Ente Regulador [2], comprende el registro de interrupciones en puntos de suministro.

En este trabajo se empleó esa información de campo para obtener algunas cifras indicativas de la situación actual concerniente a interrupciones breves y de larga duración, difiriéndose para el futuro inmediato la puesta en práctica del método de evaluación estadística propuesto.

2.1. Registradores e información procesada

Los registradores empleados detectan los siguientes tipos de interrupciones en la red de distribución.

- ◊ *microcortes 1* (duración 1s o menor)
- ◊ *microcortes 2* (entre 1 s y 10 s)
- ◊ *microcortes 3* (entre 10 s y 3 min.)

- ◊ *interrupciones* (duraciones superiores a 3 min.)

Su instalación se efectúa prioritariamente para detectar interrupciones en alimentadores de MT o en niveles superiores de la red. Para ello, se instalan por parejas, cada uno en un domicilio vinculado a la red de BT ubicados sobre un mismo alimentador de MT, con el objeto de registrar interrupciones coincidentes por alimentador.

Con la información obtenida se realizó un procesamiento estadístico de los *microcortes* e *interrupciones*.

Dicha información abarca el período Octubre 1997 a Junio 2000, para las tres Distribuidoras de Buenos Aires (de aquí en adelante, aquí denominadas A, B y C).

2.2. Preparación de la información

En la Tabla 1 se presentan cifras indicativas del volumen de información procesado y de su representatividad.

TABLA 1 - Detalles del muestreo realizado

Distribuidora	Estaciones	Sitios	Meses/Sitio
A	26	486	5.18
B	26	492	5.19
C	9	388	5.11

3.0 - RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO

El procesamiento estadístico se orientó a obtener índices expresados como *valores medios* por *sitio supervisado* y por *semestre*, para las cuatro categorías de interrupciones mencionadas.

Los objetivos impuestos a dicho procesamiento fueron dos. El primero, definir algunos indicadores de la Calidad del Servicio Eléctrico en lo que se refiere a las interrupciones de larga duración y a las de breve duración (*microcortes*). El segundo objetivo fue obtener algunas cifras indicativas de la situación actual que, en el caso de las interrupciones de larga duración, puedan compararse con los valores establecidos en los Contratos de Concesión [2].

3.1. Interrupciones

Se definieron criterios para identificar y suprimir las interrupciones originadas por los propios usuarios: *vacaciones*, *fin de semana*, *horarios de cierre comercial* e *interrupciones repetitivas*.

El procesamiento que se describe se efectuó para cada una de las tres Distribuidoras. Para cada sitio supervisado se obtuvieron las siguientes magnitudes:

$$D_{tot} = \sum_{i=1}^{N_{tot}} D_i \quad (1)$$

$$\bar{D} = \frac{1}{N_{tot}} \sum_{i=1}^{N_{tot}} D_i \quad (2)$$

$$\lambda = 6 \frac{N_{tot}}{Mi} \quad (3)$$

$$r = \frac{\bar{D}}{10 Mi} \quad (4)$$

$$Q = \frac{D_{tot}}{10 Mi} \quad (5)$$

Siendo, para cada sitio:

- D_i : duración [min] de cada interrupción.
- N_{tot} : cantidad total de interrupciones registradas.
- Mi : cantidad de *meses* registrando en el sitio.
- λ : *tasa de interrupciones* [interrupciones / semestre]
- r : *tiempo de reposición promedio* [h / interrupción].
- Q : *indisponibilidad* [h / semestre]

La tasa de interrupciones λ promedio de la muestra (Figura 2) resulta, respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 7.17, 6.19 y 6.94 interrupciones/sitio-semestre.

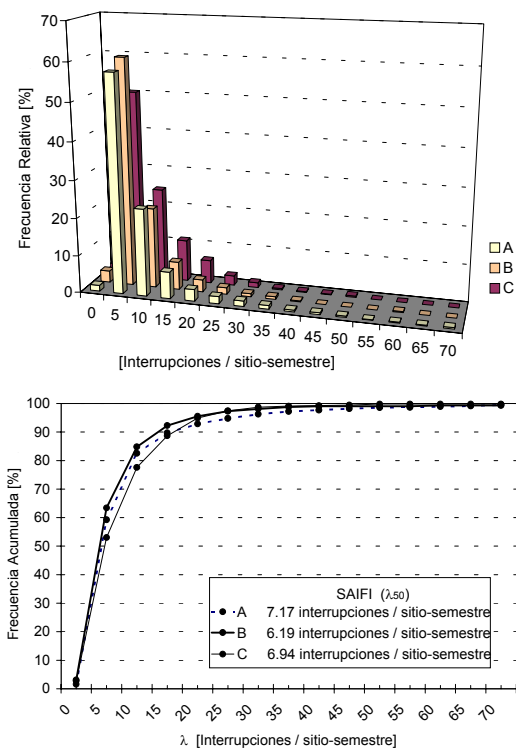


FIGURA 2 - Tasa de interrupciones λ . Histograma y curvas de frecuencias acumuladas.

Estos valores, que son medios estadísticos, deberían compararse con el SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), el cual debe obtenerse de la administración de *todas* las interrupciones ocurridas en la red.

El tiempo de reposición promedio por sitio r de la muestra (Figura 3) resulta, respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 1.39, 1.09 y 1.46 h/interrupción.

Estos valores, que son medios estadísticos, deberían compararse con el CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index).

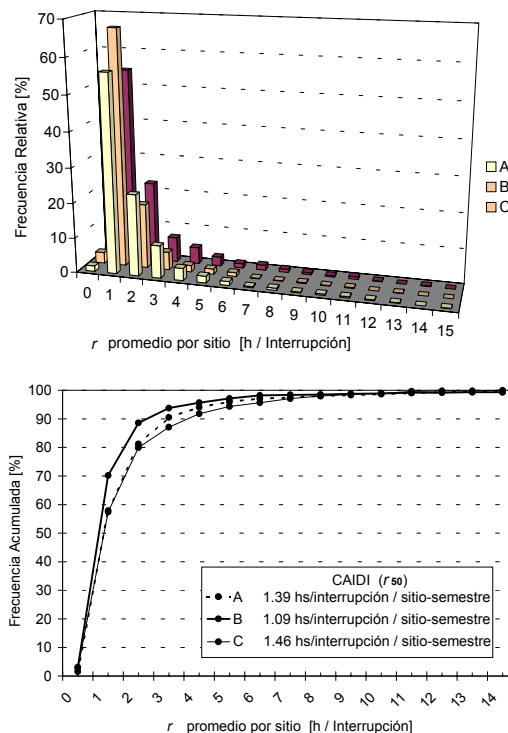


FIGURA 3 - Tiempos de reposición promedio r . Histograma y curvas de frecuencias acumuladas.

La indisponibilidad Q promedio de la muestra (Figura 4) resulta, respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 8.74, 5.70 y 7.69 h/sitio-semestre.

Estos valores deben compararse con el SAIDI (System Average Interruption Duration Index).

3.2. Microcortes 1: duración 1 s o menor

Se dispone de información parcial. Debido a que los equipos utilizados no registran interrupciones menores a 100 ms, la información resulta sesgada, por lo que no se presenta aquí.

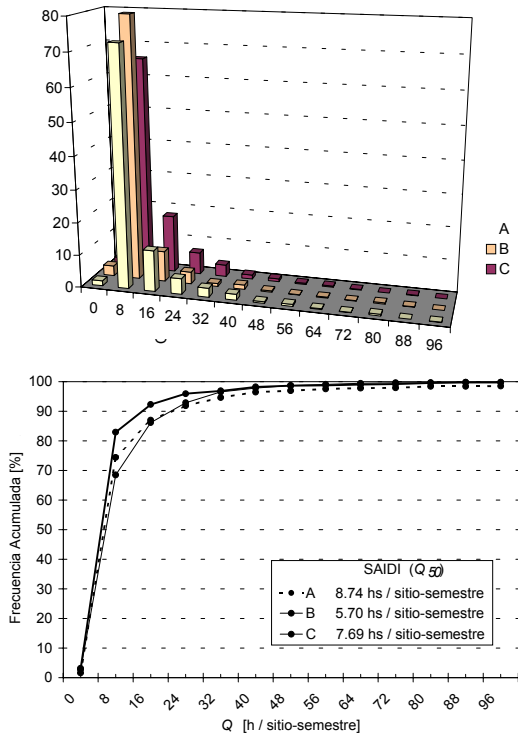


FIGURA 4 - Indisponibilidad Q . Histograma y curvas de frecuencias acumuladas

3.3. Microcortes 2: duración entre 1 s y 10 s

En la Figura 5 se muestran los histogramas de frecuencias relativas de las cantidades de microcortes registrados por sitio-semester, y las curvas de frecuencias acumuladas.

Los valores de probabilidad 50% (medios estadísticos) se han adoptado como las tasas de microcortes de duración entre 1 s y 10 s (por sitio-semester). Estos valores resultan respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 5.4, 4.9 y 6.6 microcortes/sitio-semester.

3.4. Microcortes 3: duración entre 10 s y 3 min

En la Figura 6 se muestran los histogramas de frecuencias relativas de las cantidades de microcortes registrados por sitio-semester, y las curvas de frecuencias acumuladas.

Los valores de probabilidad 50% (medios estadísticos) se han adoptado como las tasas de microcortes de duración entre 10 s y 3 min (por sitio-semester). Estos valores resultan respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 6.2, 6.3 y 7.4 microcortes/sitio-semester.

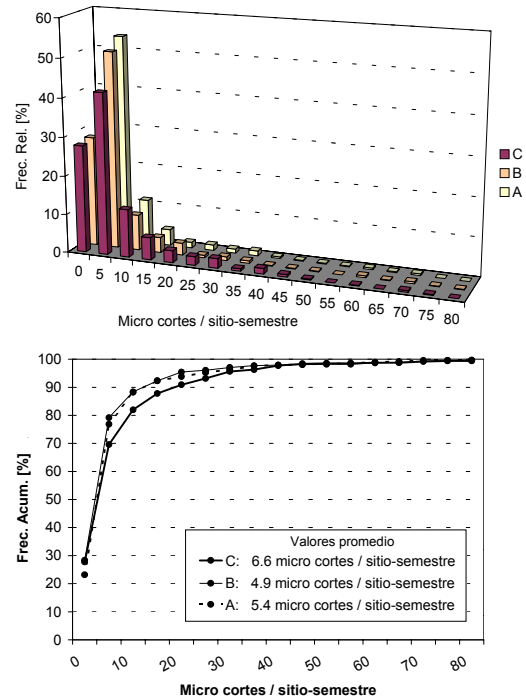


FIGURA 5 - Tasa de Microcortes de duraciones comprendidas entre 1 s y 10 s

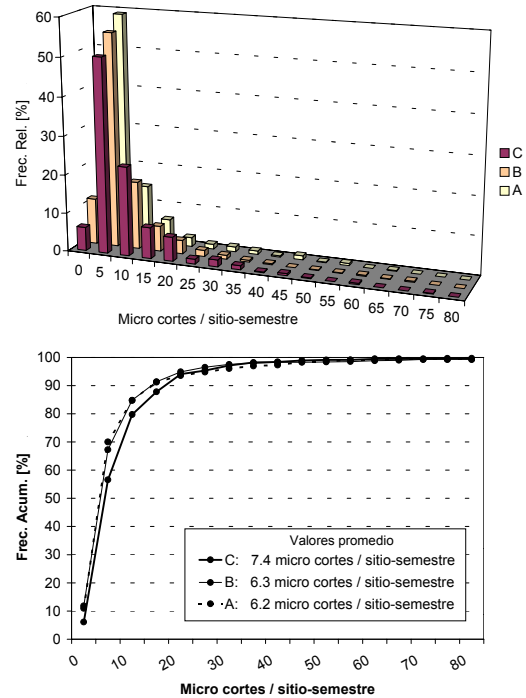


FIGURA 6 - Tasa de Microcortes de duraciones comprendidas entre 10 s y 3 min

Por otra parte la frecuencia de los microcortes teniendo en cuenta las duraciones, arrojó los resultados que se muestran en la Figura 7. Para la confección del histograma de frecuencias relativas se consideró el intervalo 10 s a 3 min, dividido en clases de 10 s.

La duración modal (D50) resulta respectivamente para las Distribuidoras **A**, **B** y **C**, de 40 s, 48 s y 56 s.

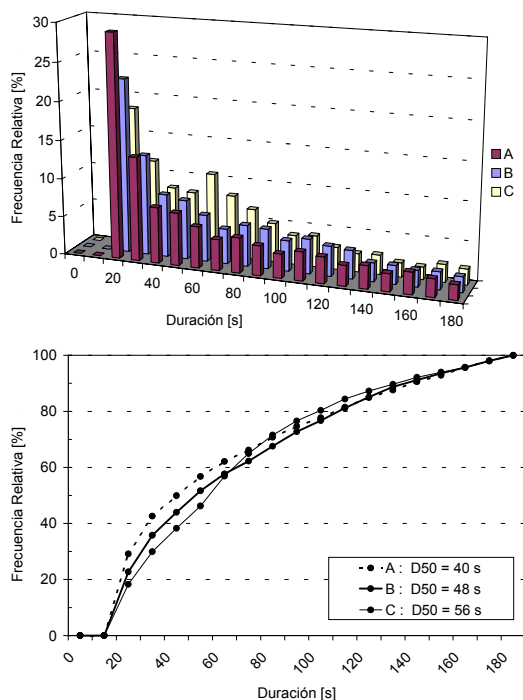


FIGURA 7 - Frecuencia relativa de las duraciones de los microcortes tipo 3 (duraciones entre 10 s y 3 min)

4.0 - CONCLUSIONES

El procesamiento de las *interrupciones de larga duración* del área metropolitana de Buenos Aires, durante los últimos 3 años, tuvo por objeto obtener los índices de confiabilidad: λ (tasa de interrupciones), r (tiempo de reposición promedio) y Q (indisponibilidad), a partir de una muestra de sitios. El resumen de los valores determinados (medios estadísticos) se presenta en la Tabla 2.

TABLA 2 - Índices de confiabilidad. Valores medios.

Distribuidora	A	B	C
λ [n/sitio- semestre]	7.17	6.19	6.94
r [h/interrupción]	1.39	1.09	1.46
Q [h/sitio- semestre]	8.74	5.70	7.69

Para los *microcortes*, se han obtenido las tasas de ocurrencia (valores medios) por Distribuidora, que constituyen un indicador de la Calidad del Servicio Eléctrico

En la Tabla 3 se presenta el resumen de los resultados obtenidos.

TABLA 3 - Tasas de microcortes. Valores medios [microcortes/semestre].

Distribuidora	A	B	C
Microcortes 1	-	-	-
Microcortes 2	5.4	4.9	6.6
Microcortes 3	6.2	6.3	7.4

Como complemento del estudio se determinaron los valores modales de las duraciones de los microcortes comprendidos entre 10 s y 3 min, observándose que la distribución de las duraciones no refleja comportamientos anómalos.

A los efectos de la ponderación de los resultados debe tenerse en cuenta que los indicadores fueron obtenidos desde información registrada en zonas entre las que preponderan aquellas con antecedentes de Calidad de Servicio insatisfactoria. La razón de este criterio de asignación es que actualmente la Autoridad da prioridad a la validación de los partes semestrales de interrupciones efectuados por las Distribuidoras y no a la verificación estadística de indicadores.

Sin embargo ello no le resta validez al método que se ha presentado para evaluar los indicadores de la confiabilidad del sistema. Para obtener valores representativos de toda la red bastaría adecuar el criterio de selección de los sitios a supervisar, de manera de asegurar la representatividad de la muestra.

Próximamente, una vez asegurada su validez, el método se podrá aplicar como evaluador estadístico del procedimiento de cálculo global de las bonificaciones por ENS, tal cual su concepción original.

5.0 - REFERENCIAS

- [1] P.E. Issouribehere, J.C. Barbero, J. Martínez y A. Galinski. *Calidad del Servicio. Método de control de las interrupciones del Suministro Eléctrico*. CE 09. VIII Encuentro Regional Latinoamericano de CIGRE (VIII ERLAC). Ciudad del Este, Paraguay. Junio, 1999.
- [2] Contratos de Concesión de los Servicios de Distribución Eléctrica del Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Subanexo 4.